

**FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE**

**Renata Colla Thosi**

**O USO DE LASER DE ALTA POTÊNCIA PARA REMOÇÃO DE  
RESTAURAÇÕES CERÂMICAS DE ELEMENTOS DENTÁRIOS:  
REVISÃO DE LITERATURA**

**OSASCO-SP**

**2023**

Renata Colla Thosi

**O USO DE LASER DE ALTA POTÊNCIA PARA REMOÇÃO DE  
RESTAURAÇÕES CERÂMICAS DE ELEMENTOS DENTÁRIOS:  
REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização *Lato Sensu* da Associação Brasileira de Odontologia, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Prótese Dentária.

Área de concentração: Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Érico Castaldin Fraga  
Moreira

**OSASCO-SP**

**2023**



Renata Colla Thosi

**O USO DE LASER DE ALTA POTÊNCIA PARA REMOÇÃO DE  
RESTAURAÇÕES CERÂMICAS DE ELEMENTOS DENTÁRIOS:  
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão de Curso de Especialização *Lato sensu* da Faculdade Sete Lagoas, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Prótese Dentária

Área de concentração: Prótese Dentária

Aprovada em / / pela banca constituída dos seguintes professores:

---

Prof. Dr. Erico Castaldin Fraga Moreira – ABO OSASCO

---

Prof. Dr. Bruno Daniel Nader Marcos – ABO OSASCO

---

Prof. Dr. Daniel Yuydi Kawakami - ABO OSASCO

Osasco, 09 de maio de 2023

*Dedico este trabalho a todos os meus familiares e amigos que andaram ao meu lado nesta jornada, que sempre me apoiaram e torceram pelo meu sucesso. Especialmente aos meus pais, Leida e Estevão, por toda educação que me deram, pela paciência e apoio incondicional.*

## **AGRADECIMENTOS**

Eu, Renata Colla Thosi, agradeço primeiramente a minha família por ter me proporcionado apoio emocional, financeiro e espiritual para ter passado por cada etapa da minha vida, especialmente meus pais, Leida Hoelz e Estevão Thosi, por todas as palavras de incentivo e por sempre terem acreditado no meu potencial. Aos meus irmãos, Rafael e Ricardo Colla Thosi, por serem meu espelho e por terem contribuído para que qualquer caminho na minha vida fosse mais fácil e prazeroso.

Agradeço imensamente ao meu professor Érico Fraga por todo o aprendizado, pela constante ajuda e orientação neste trabalho e pela contribuição fundamental na minha formação durante esses dois anos de especialização que irão fazer toda a diferença na minha vida profissional.

Aos professores convidados e aos monitores, Daniel e Bruno, pelos ensinamentos e pelo auxílio que me deram durante o curso.

Agradeço a toda equipe da Associação Brasileira de Odontologia, pois sem o trabalho diário de cada um, esse curso nunca seria possível.

Aos meus amigos e colegas de profissão por fazerem parte da minha rede de apoio social e intelectual e pelos conhecimentos trocados durante a minha trajetória como Cirurgiã-Dentista.

A minha colega, Daniela Murata, por ter sido uma ótima parceira nas clínicas da especialização e ter me passado muito do seu conhecimento de 20 anos de profissão.

Aos pacientes por depositarem confiança em nosso aprendizado e em retribuição nos devolverem um sincero sorriso de satisfação.

E, por fim, agradeço a todos que me apoiaram e contribuíram no desenvolvimento deste trabalho de forma direta ou indireta.

## RESUMO

Com o aumento da procura por um padrão de beleza ideal, as restaurações indiretas de porcelana têm sido cada vez mais utilizadas. As mesmas exigem manutenção constante, e por vezes até remoção. O laser vem mostrando ser uma alternativa promissora para esse fim comparado ao desgaste convencional com motores de alta rotação. Esse trabalho tem como objetivo elucidar o que já foi descrito sobre o uso de lasers odontológicos para esse fim na literatura e auxiliar o Cirurgião-Dentista na escolha do melhor tratamento para o seu paciente. Os artigos deste trabalho foram coletados da base do Google Acadêmico com 2 palavras-chaves diferentes, uma pesquisada até a página 10 e outra até a 20. Foram selecionados apenas artigos científicos experimentais do ano de 2010 até 2021 que se enquadravam no objetivo do trabalho. Os resultados demonstram que lasers, dentro dos parâmetros corretos, são eficientes para o descolamento de restaurações cerâmicas do elemento dental sem danificar a estrutura tanto da peça quanto do dente, especialmente para cerâmicas com grande composição vítrea. Se sua remoção for feita da forma correta, seria até possível a reutilização da peça, mostrando que o laser é uma tecnologia extremamente promissora e segura para a temática proposta.

**Palavras-Chave:** Laser de Er:YAG, Laser de Er;Cr:YAG, Remoção de Laminados Cerâmicos, Remoção de Restaurações Indiretas com Lasers

## **ABSTRACT**

With the increasing demand for an ideal beauty standard, indirect porcelain restorations have been increasingly used. They require constant maintenance, and sometimes even their removal. The laser has been proving to be a promising alternative for this purpose compared to diamond rotary instruments. This monograph aims to elucidate what has already been described about the use of dental lasers for this purpose in the literature and help dentists in choosing the best treatment for their patients. The articles were collected from the Google Scholar base with 2 different keywords, one searched up to page 10 and the other up to 20. Only experimental scientific articles from 2010 to 2021 that fit the objective of the work were selected. The results demonstrate that lasers, within the correct parameters, are efficient for the detachment of ceramic restorations from the dental element without damaging the structure of both the piece and the tooth, especially for ceramics with a high vitreous composition. If its removal is done correctly, it would even be possible to reuse the part, showing that the laser is an extremely promising and safe technology for the proposed theme.

**Keywords:** Er:YAG Laser, Er;Cr:YAG Laser, Removal of Ceramic Laminates, Removal of Indirect Restorations with Lasers

## LISTA DE ABREVIATURAS

Er,Cr:YSGG	Érbio cromo ítrio-escândio gálio-granada
Er: YAG	Ítrio-alumínio dopada com érbio
mm	Milímetro(s)
et. al.	et alii
n	Número amostral
mm/min	Milímetro por minuto
MPa	Mega Pascal
FTIR	Espectroscopia Infravermelha de Fourier Transformada
J/cm <sup>2</sup>	Joule por centímetro cúbico
Hz	Hertz
nm	Nanômetro(s)
µm	Micrômetros(s)
mJ	Megajoule
CAD/CAM	Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing
°C	Grau Celsius
s	Segundo(s)
seg	Segundo(s)
SBS	Shear Bond Strength (Força de Ligação)
Nd:YAG	Ítrio-alumínio-granada com neodímio
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
2. PROPOSIÇÃO .....	12
3. METODOLOGIA .....	13
4. REVISÃO DA LITERATURA .....	14
5. DISCUSSÃO .....	25
6. CONCLUSÃO .....	31
REFERÊNCIAS.....	32
APÊNDICE.....	35

## 1. INTRODUÇÃO:

Com a maior difusão das redes sociais na sociedade, maior vem sido a procura por um padrão de beleza. O aumento dos procedimentos estéticos desde então vem crescendo cada vez mais e entre eles se encontra a melhoria do sorriso com laminados cerâmicos. Essas restaurações precisam de acompanhamento constante e muitas vezes é necessário até realizar a remoção das mesmas, seja por falha no tratamento, para trocar por peças novas ou por má posição de cimentação. Essa remoção é um tanto quanto complexa pela ligação forte entre o cimento resinoso e o dente, impossibilitando a remoção da restauração em pedaços. O método convencional para remoção seria com o uso de pontas diamantadas em alta rotação. Esse procedimento pode causar desconforto e dor para o paciente, além de ser extremamente complexo, demorado e poder causar danos à peça e ao remanescente dentário. O fato de ser um procedimento demorado, acaba o tornando caro por consumir muito da hora clínica do Cirurgião-Dentista. Estudos já demonstraram que a média de tempo para remoção de uma faceta seria de 6 minutos, usando em torno de 1.8 brocas diamantadas (GURNEY ML, ET AL., 2016).

O uso dos lasers já é conhecido e consagrado há algum tempo na odontologia. Os de baixa potência agem na analgesia de tecidos, biomodulação e possuem efeito antiinflamatório, sendo assim, eles são muito usados para reparo tecidual (BARROS et al., 2008). Os lasers de alta potência agem por ação fototérmica, gerando vaporização, coagulação, esterilização de tecidos e corte. Seu uso é viável tanto em tecido duro quanto em tecido mole (GENOVESE, 2000; JORGE et al., 2010). Há diversos tipos de lasers de alta potência. O laser de Nd:YAG, por exemplo, pode ser usado para tratamento de hipersensibilidade dentinária, remoção de cáries e condicionamento de cerâmicas, o de CO<sub>2</sub> é muito utilizado para condicionamento de peças de zircônia e o de Er:YAG pode ser usado para remoção de cáries e preparo de cavidades.

Estudos prévios têm mostrado a eficiência do laser de alta potência também na remoção de bráquetes ortodônticos por mais de 20 anos. Tocchio et al. afirmaram que a descolagem do laser Nd:YAG ocorre por aumento de temperatura, ablação térmica ou fotoablação. No amolecimento por aumento de temperatura, o agente de ligação é aquecido até amolecer. A ablação térmica ocorre quando a energia do laser é alta o suficiente para aumentar a temperatura da resina e a fotoablação ocorre

quando a alta energia do laser interage com o material da resina. Oztoprak et al. desenvolveram um método para descolagem de bráquetes cerâmicos usando um laser Er:YAG por varredura ao longo da superfície. Além disso, o uso do laser de CO<sub>2</sub> e Nd:YAG também já foi descrito por Strobl et al, porém os lasers Er:YAG foram descritos como tendo menos efeito térmico do que os lasers Nd:YAG e CO<sub>2</sub>. Ademais, os lasers Er:YAG emitem um comprimento de onda de 2.904 nm, que corresponde ao principal pico de absorção de luz pela água presente nos monômeros resinosos (KREMERS MA ET AL. 1997, CHIRILA TV ET AL., 1990).

O mesmo raciocínio dos bráquetes foi usado para remoção de restaurações cerâmicas dos dentes. Lasers de érbio, incluindo érbio, ítrio dopado com cromo, escândio, gálio e laser de granada (Er: CrYSGG) e ítrio dopado com érbio, alumínio e laser de granada (Er:YAG) têm um comprimento de onda de 2780 nm e 2940 nm, respectivamente. Esses picos correspondem ao pico de absorção de água que está presente em tecidos dentais, monômeros residuais e cimentos odontológicos (ISERI U ET AL., 2014; RECHMANN P ET AL, 2015). Sendo assim, esses lasers vêm sendo amplamente descritos para remoção de laminados cerâmicos na literatura.

## **2. PROPOSIÇÃO**

Este trabalho tem como objetivo explicar sobre o uso do laser na remoção de laminados e coroas cerâmicas de elementos dentários, sendo esses cimentados tanto em esmalte quanto em dentina, através de uma revisão de literatura, auxiliando o Cirurgião-Dentista na escolha do melhor tipo de laser, melhores protocolos e avaliação da segurança para especificidade de cada caso clínico.

### 3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada uma revisão de literatura, consultando textos tanto na língua portuguesa como na língua inglesa até Janeiro de 2023. Foram selecionados arquivos da base do Google Acadêmico com as palavras-chave Laser Removal Veneers até a página 20 e Debonding Veneers with Laser até a página 10. Foram consideradas publicações que se referiam a remoção de laminados e coroas cerâmicas com lasers de alta potência, tendo como critério de exclusão trabalhos que não possuíam relevância com a temática, sendo selecionados os trabalhos científicos que apresentavam na íntegra o real objetivo deste. Além disso, foram excluídos capítulos de livros, monografias, revisões de literatura e relatos de caso, restando apenas as publicações de artigos científicos experimentais.

A busca inicial rendeu 57 arquivos e, após uma análise dos que se enquadravam nos critérios de inclusão e exclusão, apenas 27 foram selecionados para a revisão.

Os dados necessários para a realização da revisão da literatura foram obtidos através da leitura do material selecionado e os dados levantados foram agrupados em categorias com o objetivo de sistematizar os achados.

#### 4. REVISÃO DA LITERATURA

O estudo mais antigo dentro dos escolhidos foi feito por Buu et al. em 2010 e projetado com laser de Er:YAG e facetas. O estudo surgiu para investigar a eficácia do laser de Er:YAG na descolagem de facetas sem danificar a estrutura dentária subjacente, bem como preservar a faceta. A espectroscopia infravermelha de Fourier transformada (FTIR) foi usada em amostras de facetas de porcelana (IPS Empress Esthetic; Ivoclar Vivadent, Amherst, NY) para avaliar quais comprimentos de onda do laser infravermelho foram transmitidos através da faceta. Além disso, foram obtidos espectros FTIR do cimento também (RelyX Veneer Cement A1; 3M ESPE, St. Paul, MN). Enquanto a faceta não mostrou bandas de absorção de água características no FTIR, o cimento tem uma banda larga de absorção de H<sub>2</sub>O/OH coincidindo com o comprimento de onda de emissão do laser Er:YAG. Conseqüentemente, a transmissão de energia do laser Er:YAG através de diferentes espessuras foi medida. As facetas de porcelana transmitiram 11 - 18% do laser Er:YAG incidente dependendo de suas espessuras (laser Er:YAG: LiteTouch by Syneron; 2.940 nm, Hz, 100 µs a 133 mJ/pulso; ponta reta de safira 1.100 µm de diâmetro; Syneron, Yokneam, Israel). Os sinais iniciais de ablação do cimento ocorreram em aproximadamente 1,8 - 4,0 J/cm<sup>2</sup>. Isso pode ser obtido irradiando através da faceta com a ponta da fibra posicionada a uma distância de 3-6 mm da superfície da mesma e operando o laser Er:YAG com energia de saída de 133 mJ. Todas as onze facetas coladas nos dentes foram facilmente removidas usando o laser Er:YAG. A remoção ocorreu sem danificar a estrutura dentária subjacente, conforme verificado por investigação microscópica de luz (Incident Light Microscope Olympus B 50, Micropublisher RTV 3.3 MP, software Image Pro, Olympus). A descolagem ocorreu principalmente na interface cimento/faceta. O estudo concluiu que o uso de um laser de Er:YAG pode ser eficaz não apenas na remoção de facetas de porcelana e na preservação da estrutura dentária, mas também na manutenção da integridade das facetas.

Em 2012, Oztoprak et al., realizaram um estudo com o objetivo de criar um método simples para descolar facetas de porcelana com um laser de Er:YAG e determinar o tempo de irradiação necessário. 80 corpos de prova cilíndricos com espessura de 0,7 mm e diâmetro de 5 mm foram confeccionados com cerâmica Empress II e cimentados à superfície vestibular de incisivos inferiores bovinos

usando Variolink II (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) e fotopolimerizados por 40 segundos. As amostras foram divididas aleatoriamente em grupos de 20. O primeiro grupo foi designado como grupo controle e nenhuma exposição ao laser foi realizada. O laser Er:YAG foi aplicado em cada amostra nos outros três grupos de estudo por 3, 6 e 9 segundos usando o método de varredura. Um segundo após a aplicação, uma força mecânica foi aplicada para remover as facetas usando um Máquina de teste universal Instron. Os resultados deste estudo mostraram uma diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,0001$ ) na resistência ao cisalhamento entre o grupo controle e os três grupos de estudo, indicando que todas as três irradiações do laser Er:YAG foram eficazes no amolecimento da resina, sendo a irradiação com 9 segundos a mais eficiente delas.

Ufuk et al., em 2014, realizaram um experimento muito parecido com o mesmo tipo de laser. No estudo foi avaliado a resistência à descolagem de facetas laminadas usando o laser de Er:YAG também com o método de varredura por 9 segundos. 60 espécimes de incisivos inferiores bovinos foram divididos em dois grupos ( $n = 30$ ). Espécimes cilíndricos ( $0,7 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ ) foram fabricados com cerâmica Empress II e cimentados aos dentes com cimento resinoso dual (Variolink II). No primeiro grupo não foi realizada aplicação de laser. O laser Er:YAG foi aplicado em cada faceta no grupo teste por 9 segundos usando o método de varredura. Uma força de cisalhamento para remover as facetas foi aplicada com máquina de ensaio universal a uma velocidade de  $1 \text{ mm/min}$ . O resultado demonstrou uma diferença significativa entre o grupo controle ( $27,28 \pm 2,24 \text{ MPa}$ ) e o grupo teste ( $3,44 \pm 0,69 \text{ MPa}$ ) ( $P < 0,05$ ), mostrando que a aplicação do laser Er:YAG diminuiu a resistência de união dos laminados aos dentes.

Em 2018, um artigo de Zhang et al. foi publicado para testar a capacidade do laser Er:YAG na descolagem de laminados cerâmicos sem danificar a estrutura dentária, observando as amostras por microscopia eletrônica de varredura. 12 amostras de dentes foram preparadas e receberam espécimes de porceladas coladas. Uma semana depois, o laser Er:YAG com ponta de safira sem contato com spray de ar-água foi usado para descolagem das facetas com  $100 \text{ mJ}$  de energia e  $30 \text{ Hz}$  de frequência (Fluência  $19,94 \text{ J/cm}^2$ ). Os resultados demonstraram que a descolagem das facetas é possível com um laser Er:YAG e o número total de pulsos não parece estar relacionado com sua eficiência. A observação pela microscopia

eletrônica de varredura confirma que a estrutura dentária residual não é alterada ao usar essas baixas fluências.

Em 2019, Gozneli et. al. investigou os efeitos de diferentes parâmetros de aplicação do laser de Er:YAG nos valores de resistência ao cisalhamento de restaurações de cerâmica pura cimentadas em diferentes superfícies dentárias. Trinta espécimes de discos cerâmicos de dissilicato de lítio (espessura de 1 mm e diâmetro de 3 mm) foram confeccionados e cimentados com cimento resinoso dual em 30 incisivos inferiores, parte em esmalte e parte em dentina. Seis grupos (n=5) foram criados de acordo com o método de aplicação do laser: dois deles sem laser aplicado, porém um em esmalte e outro em dentina, dois com aplicação de laser a 600mJ e 2 Hz (um em esmalte e um em dentina) e mais dois com os parâmetros de 165mJ e 30 Hz (um em esmalte e outro em dentina). O laser Er:YAG foi aplicado em cada espécime por 3 segundos. Após a aplicação do laser, todos os grupos foram submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento até a fratura. Os modos de falha também foram examinados. De acordo com o teste ANOVA, houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ( $p < 0,05$ ). A média da resistência ao cisalhamento dos espécimes do grupo controle em esmalte foi estatisticamente maior do que a de todos os outros grupos ( $p < 0,001$ ). Quando a profundidade da quantidade de desgaste do dente aumenta, parâmetros como a frequência e a energia da aplicação do laser podem ser reduzidas para restaurações com as mesmas espessuras.

Para testar a eficácia do laser em mais de um material cerâmico, Alshafaay, Zohdy e Morsi, em 2021, avaliaram a resistência ao cisalhamento de facetas após o uso de laser de Er:YAG em dois materiais cerâmicos diferentes: cerâmica vítrea de dissilicato de lítio e zircônia cúbica, em duas espessuras: 0,3mm e 0,7 mm. Cinquenta e seis amostras de dentes foram incluídos em blocos de resina acrílica para fixação. Espécimes de zircônia cúbica foram seccionados com dimensões de 4x4 mm e espessuras de 0,3 mm e 0,7 mm e preparadas de modo a serem 25% maiores do que o tamanho final necessário e cimentadas. Independentemente da espessura da cerâmica, as amostras E-max tiveram valores de resistência ao cisalhamento estatisticamente mais altos do que as amostras de zircônia cúbica no grupo tratado com laser, assim como na comparação dos grupos controles. O laser Er:YAG se mostrou eficaz na descolagem de facetas de cerâmicas vítreas. No entanto, o efeito depende do material, uma vez que o dissilicato de lítio teve uma



transmissão de laser superior à da zircônia cúbica. A espessura da cerâmica teve um efeito direto na descolagem das facetas em E-max, enquanto não mostrou efeito nos espécimes de zircônia devido à menor transmissão do laser. E-max mostrou maior resistência de união ao esmalte do que a zircônia cúbica.

Em 2020, Çulhaoğlu et. al. também investigam a exposição de laser de Er:YAG em mais de um tipo de material. O trabalho testou a descolagem entre esmalte e a cerâmica de feldspato, a de dissilicato de lítio reforçado e restaurações laminadas de resina nanocerâmica composta (Vita Cerec Blocs, IPS e.max Computeraided design (CAD)) feitos por CAD-CAM. Após a termociclagem, cada material foi dividido aleatoriamente em grupos tratados com laser e grupos controle (não tratados com laser) e um teste de resistência ao cisalhamento foi feito com uma máquina de teste universal com velocidade de 0,5 mm/min após a irradiação. A morfologia da superfície das amostras descoladas e do esmalte foi observada usando um microscópio eletrônico de varredura. Verificou-se ao final que a aplicação do laser enfraqueceu significativamente os valores de força de união ( $P < 0,05$ ) para todos os grupos; no entanto, a diminuição mais dramática foi observada para o IPS e.max, dessa forma, o tratamento a laser pode servir como um método prático e eficaz que elimina o risco de dano ao esmalte e fratura da restauração.

Rechmann, em 2014, fez um estudo para avaliar se cerâmicas puras podem ser removidas de dentes naturais usando um laser de Er:YAG. A espectroscopia infravermelha de Fourier transformada (FTIR) foi usada na cerâmica (IPS Empress Esthetic (EE), E.max CAD e E.max ZirCAD) para avaliar quais comprimentos de onda do laser infravermelho são transmitidos através da cerâmica. Além disso, espectros FTIR para quatro cimentos adesivos (Variolink Veneer, Variolink II, Multilink Automix e SpeedCEM) foram obtidos. A transmissão de energia do laser Er:YAG (comprimento de onda 2.940nm, taxa de repetição de 10Hz, duração do pulso 100µs a 126mJ/pulso a 300µs a 508mJ/pulso) foi medida através de diferentes espessuras de cerâmica. As amostras com cimento foram irradiadas diretamente ou a luz do laser foi transmitida através das amostras de cerâmica. Enquanto a cerâmica não mostrou nenhuma banda característica de absorção de água no FTIR, todos os cimentos adesivos mostraram uma banda larga de absorção de H<sub>2</sub>O/OH, mostrando que a energia do laser Er:YAG pode ser transmitida através de materiais totalmente cerâmicos e essas energias transmitidas são suficientes para a ablação de cimentos adesivos. Logo em seguida, ainda em 2014, Rechmann

publicou a segunda parte desse projeto no qual ele avaliou se as coroas totalmente cerâmicas cimentadas com Ivoclar Vivadent podem ser eficientemente removidas de dentes naturais sem danificar a estrutura dentária subjacente usando um laser de Er:YAG (2.940nm; 10Hz; 100 $\mu$ s a 126mJ/pulso, e 400 $\mu$ s a 590mJ/pulso com spray ar-água foi aplicado nas coroas a uma taxa de 67ml/minuto). O tempo de descolagem foi medido. Todas as coroas totalmente cerâmicas foram descoladas com sucesso com o laser. O tempo de descolagem foi de 226 $\pm$ 105segundos e 312 $\pm$ 102segundos dependendo do tipo de cerâmica. Não houve nenhuma coroa fraturada e nenhum dano à dentina subjacente. O cimento de união deteriorou-se devido à irradiação de Er:YAG. Além disso, nenhuma carbonização na interface dentina/cimento foi observada. O autor concluiu sua série de estudos em 2014 com um último projeto demonstrando a variação de temperatura intrapulpar com o uso do laser de Er:YAG na descolagem de coroas totais de E-max IPS coladas com Ivoclar Multilink Automix. Os tempos de descolagem e o aumento de temperatura na câmara pulpar foram medidos. O pulso utilizado foi 560 mJ/ e a irradiação foi aplicada a uma distância de 5 mm da superfície da coroa. Foi utilizado resfriamento com spray água-ar. Cada coroa de cerâmica pura foi descolada com um tempo médio de 135 $\pm$ 35 s. Nenhuma coroa fraturada e nenhum dano à dentina subjacente foi detectado. O cimento de união se deteriorou, mas não ocorreu carbonização na interface dentina/cimento. O aumento de temperatura na câmara pulpar foi em média de 5,4 $^{\circ}$   $\pm$  2,2  $^{\circ}$ C. Durante 8 das 20 remoções de coroa, o aumento de temperatura ultrapassou 5,5  $^{\circ}$ C, durando de 5 a 43 s (média de 18,8 $\pm$ 11,6 s). Um aumento de temperatura de 11,5  $^{\circ}$ C ocorreu apenas uma vez, enquanto sete vezes o aumento de temperatura foi limitado a 6,8 $\pm$ 0,5  $^{\circ}$ C. Elevações de temperatura acima de 5,5  $^{\circ}$ C ocorreram apenas quando o laser foi aplicado de um lado e o resfriamento adicional do lado oposto à irradiação. A energia do laser Er:YAG pode ser usada com sucesso para descolar eficientemente coroas totalmente cerâmicas de dentes naturais. Aumentos de temperatura superiores a 5,5  $^{\circ}$ C ocorrem apenas quando um resfriamento adicional de ar/água de uma seringa odontológica é direcionado incorretamente. Para evitar possíveis danos térmicos e permitir maior difusão de calor, água com temperatura baixa deve ser aplicada durante a irradiação.

Em 2018, ALBalkhi, Swed e Hamadah propuseram um estudo para determinar a eficiência da descolagem de laminados cerâmicos e o aumento de temperatura pulpar no processo assim como o último citado, usando vários parâmetros de laser

de Er:YAG e dois modos diferentes de aplicação, com contato e sem contato. Os resultados foram medidos verificando o tempo de descolagem e as mudanças na temperatura intrapulpares. 40 pré-molares superiores humanos foram preparados e divididos em grupos de 8. Primeiro, montaram 2 grupos de 8 amostras, no qual as facetas foram irradiadas com o parâmetro de 360 mJ e 15 Hz, porém um foi pela técnica de contato e a outra sem contato. Todas as facetas foram removidas por uma força de 15 N aplicada na margem cervical das mesmas. As amostras do grupo sem contato tiveram tempo de descolagem consideravelmente menor (12,6 segundos) do que as amostras com contato (96,3 segundos), porém a temperatura pulpar mostrou maior variação na técnica sem contato (4,2°C) do que na com contato (2,9 °C). Como os resultados primários mostraram que o grupo sem contato foi mais eficiente no tempo de descolagem, 3 grupos adicionais de 8 amostras foram testados com diferentes parâmetros de energia e frequência pela técnica supracitada e, assim, o tipo da falha foi analisada. Os parâmetros foram 400 mJ e 10 Hz, 270 mJ e 15 Hz e 300 mJ e 10 Hz. Os maiores índices de falha foram entre o cimento e a porcelana ou no próprio cimento, o qual permaneceu metade na peça e metade no dente.

Um estudo mais recente de Zhang et. al. em 2021 avaliou ao impacto do laser de Er:YAG nas propriedades ópticas e mecânicas das cerâmicas odontológicas. 120 espécimes retangulares de E-max IPS Press foram fabricados e divididos em 4 grupos: o grupo controle e os outros 3 com irradiação com laser a 3W, 4W e 5W. O resultado desse estudo mostrou que para o grupo de irradiação com laser a 5W houve a maior alteração e ultrapassou o limiar perceptível na diferença de cor ( $\Delta E$ ) e no parâmetro de transparência (TP) na cerâmica, além de terem detectado microfissuras durante a análise SEM do grupo de laser de 5W. Os valores médios de resistência à flexão e dureza Vickers após a descolagem com laser Er:YAG não revelaram alterações significativas ( $P > 0,05$ ). O tratamento de descolagem com laser Er:YAG não afetou as propriedades mecânicas, mas alterou as propriedades ópticas das cerâmicas odontológicas.

Assim como os últimos, um artigo publicado em 2019 por Yildirak e Gozneli avaliou a eficiência do laser de Er:YAG para descolagem de facetas totalmente cerâmicas medindo a força para sua descolagem, mas depois avaliou a mudança nos valores dessa força após a recolagem dos mesmos fragmentos. 120 espécimes de incisivos centrais superiores humanos foram feitos para fornecer duas superfícies de união diferentes (60 esmalte e 60 dentina). 60 discos de leucita e 60 discos de

dissilicato de lítio com 1 mm de espessura e 5 mm de diâmetro foram cimentados às superfícies dentárias com cimento resinoso dual. Cada grupo foi dividido em dois subgrupos (n = 15): controle e irradiado com laser. O laser Er:YAG (2940 nm) foi aplicado por 9 segundos a 3W de potência (10 Hz, 300 mJ) com duração de pulso de 100µs. O teste de resistência ao cisalhamento (SBS) foi feito com uma máquina de teste universal. Depois que os espécimes foram irradiados com laser, o teste SBS foi realizado novamente e a força de religação foi medida. Diferenças significativas foram encontradas entre os grupos controle e irradiado com laser ( $p < 0,001$ ). Enquanto os valores de SBS necessários para grupos de controle estavam entre 30,04 e 24,66 MPa, os valores para grupos irradiados com laser foram entre 6,60 e 4,09 MPa. Não houve diferença significativa entre os grupos controle e os recimentados. Yildirak e Gozneli, mostraram que a irradiação com laser Er:YAG é um método eficaz para remover restaurações totalmente cerâmicas sem afetar a força de cimentação caso as peças sejam usadas novamente.

Até então, os trabalhos aqui descritos se tratavam do laser de Er:YAG. Em 2021, Eid et al., publicaram um artigo com o objetivo avaliar a eficiência de descolagem de dois tipos de lasers, Er:YAG e Er;Cr:YSGG, quando aplicados a facetas de dissilicato de lítio e à base de leucita de diferentes espessuras. 84 elementos dentários foram divididos em três grupos, um irradiado com 2940 nm (Er:YAG), outro com comprimento de onda do laser de 2780 nm (Er;Cr:YSGG) e o terceiro sem qualquer intervenção por lasers. Os espécimes foram seccionados em duas espessuras diferentes (0,3 e 0,7 mm) e colados em superfícies vestibulares preparadas. O laser foi aplicado imediatamente após a colagem e o tempo de descolagem foi calculado. Espécimes sobreviventes que não se descolaram após 15s de aplicação do laser foram testados quanto à resistência ao cisalhamento para comparar a diferença na resistência ao cisalhamento do grupo controle. O resultado mostrou que o laser Er;Cr:YSGG 2780 nm levou mais tempo para descolar do que laser de Er:YAG. Cerâmicas de dissilicato de lítio com espessuras de 0,3 mm e 0,7 mm apresentaram tempo médio de descolagem estatisticamente significativamente menor do que a cerâmica à base de leucita. O Er;Cr:YSGG e o Er:YAG são eficazes na descolagem da vitrocerâmica. A espessura da cerâmica afetou o tempo de descolagem. O dissilicato de lítio levou um tempo de descolagem mais curto do que os espécimes à base de leucita. Os espécimes mostraram uma diminuição drástica na resistência ao cisalhamento em comparação com o grupo controle.

Em um trabalho recente, publicado em 2020, Giraldo-Cifuentes et al. compara a força de descolagem e o modo de falha de facetas de cerâmica feldspática usando laser de Er,Cr:YSGG (érbio, cromo: ítrio-escândio-gálio-granada) em dois níveis de fluência e um grupo controle sem laser. 21 amostras de dentes bovinos foram alocadas em 3 grupos, um grupo experimental irradiado com Er,Cr:YSGG a uma densidade de energia de 4 J/cm<sup>2</sup>, usando uma peça de mão (Turbo; Biolase) com ponta de safira (MX7) e aplicando o feixe perpendicular ao corpo de prova a uma distância de 4 mm por 60 seg; o grupo experimental 2 irradiado como o 1, mas a 2,7 J/cm<sup>2</sup>; e o grupo controle sem qualquer irradiação. A tensão necessária para a descolagem das facetas foi de 8,19 MPa no controle, 0,91 MPa no 1 e 0,48 MPa no 2. A diferença entre o controle e ambos os grupos experimentais foi estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ). As porcentagens de falha adesiva foram de 40%, 61,9% e 96%, respectivamente, mostrando que o laser Er,Cr:YSGG a 4 ou 2,7 J/cm<sup>2</sup> requer significativamente menos força para descolar facetas de cerâmica. A porcentagem de falhas adesivas nos dois protocolos experimentais foi maior do que no grupo controle.

Em 2020, Cifuentes et. al. publicaram um artigo comparando a resistência e o tipo de falha na descolagem de facetas de dissilicato de lítio com quatro espessuras diferentes usando um laser de Er,Cr:YSGG. Havia 4 espessuras diferentes de facetas de dissilicato de lítio redondas com diâmetro de 6 milímetros: 0,4 mm, 0,8 mm, 1,2 mm e 1,6 mm. Cada amostra foi irradiada com um laser de Er,Cr:YSGG com 4W de potência e frequência de 50Hz, durante 60 segundos, varrendo concentricamente. A densidade de energia por pulso ou fluência aplicada foi de 5,33J/cm<sup>2</sup> para os quatro grupos. As amostras foram submetidas a uma força pela máquina de teste universal e depois observadas ao microscópio para determinar o tipo de falha. A tendência nos resultados revelou que as facetas mais espessas apresentaram maior resistência ao processo de descolagem. A resistência de descolamento do grupo 3 foi a maior (5,62 MPa), seguida do grupo 4 (5,20 MPa), depois do grupo 2 (0,85 MPa) e finalmente do grupo 1 (0,0 MPa). O tipo de falha mais frequente foi a falha coesiva no cimento (CC) para todos os grupos, com 73,53% ( $P \leq 0,083$ ), sugerindo que a irradiação com laser Er,Cr:YSGG influencia a descolagem de facetas de dissilicato de lítio com diferentes espessuras: a menor espessura apresentou maior descolagem e a espessura das facetas não foi associada ao tipo de falha.

Em um estudo de Gurney et al. de 2016 tentaram estabelecer um parâmetro para remoção de coroas de dissilicato de lítio com laser, com base na potência e tempo de aplicação. Um laser de Er,Cr:YSGG foi aplicado em diferentes potências (3, 3,5, 4 e 5W) para determinar a potência ideal para a remoção de espécimes dissilicato de lítio cimentadas com cimento dual em amostras de dente. Os grupos foram divididos em potências de irradiação de 3,5 e 4 W com tempo de aplicação de 30, 60 e 90 segundos (n = 5). A aplicação de laser em 3,5 e 4 W foi melhor para remover coroas de forma conservadora. O tempo médio para remover a coroa de dissilicato de lítio com um instrumento rotatório com ponta diamantada foi de 6 minutos, e a remoção exigiu em média 1,8 instrumentos. Neste estudo, 30 e 60 segundos de aplicação foram mais eficazes na remoção da restauração completa da restauração com espessura de 1,5 mm, porém os autores afirmaram que a relação entre a espessura da restauração e o tempo de aplicação do laser precisam ser mais investigados futuramente.

Sohail et. al., em 2021, também avaliaram o efeito do laser Er,Cr:YSGG com diferentes parâmetros de potência na estrutura dentária após a descolagem de laminados cerâmicos. A química da estrutura do dente remanescente foi medida usando espectroscopia de raios X por dispersão em energia, a rugosidade da superfície foi medida por um perfilômetro e o tempo para descolagem foi registrado. Todas as facetas laminadas foram descoladas independente do parâmetro de potência do laser. O cálcio e o fósforo apresentaram diminuição estatisticamente significativa de antes da colagem para depois da descolagem. A rugosidade da superfície mostrou aumento estatisticamente significativo de antes e depois do condicionamento, mas nenhuma diferença estatisticamente significativa após o condicionamento e após a descolagem. O tempo diminuiu ao aumentar o parâmetro de densidade de energia. A rugosidade da superfície de adaptação das facetas laminadas não apresentou alteração estatisticamente significativa antes da colagem e após a descolagem. Dessa forma, estudo mostrou que a estrutura do dente não foi significativamente afetada.

Zanini et at., em 2020, também avaliaram as alterações morfológicas, elementares e ópticas no esmalte remanescente após a remoção de facetas com laser de Er,Cr:YSGG. Quarenta e quatro amostras de esmalte foram preparadas e distribuídas aleatoriamente em nove grupos experimentais para colagem de laminados de dissilicato de lítio usando três diferentes agentes de cimentação

(Variolink Veneer, RelyX U200 e RelyX Veneer). Cada agente foi descolado usando laser Er,Cr:YSGG (2,78 $\mu$ m) com dois protocolos diferentes: 3,5 W, 48,14 J/cm<sup>2</sup>, 20Hz sem contato e 3,0 W, 48,14 J/cm<sup>2</sup>, 20Hz sem contato. A análise morfológica, óptica e elementar do esmalte foi realizada antes da cimentação e após a descolagem a laser, usando microscopia eletrônica de varredura (SEM), tomografia de coerência óptica (OCT) e espectroscopia de energia dispersiva de raios-X (EDS). O nível de significância estatística adotado foi de 5%. A análise EDS do esmalte após a descolagem revelou um aumento significativo de silano e carbono, bem como uma diminuição nos teores de cálcio e fosfato. A análise mostrou a presença de cimento residual na maioria dos grupos experimentais, mas a análise morfológica mostrou alteração dos prismas do esmalte apenas nos grupos que usaram os cimentos RelyX Veneer e Variolink Veneer. Não houve evidência de alterações morfológicas deletérias resultantes da irradiação. No entanto, foi observado um aumento no coeficiente de atenuação óptica pela OCT devido à presença do cimento remanescente. O estudo concluiu que o laser de Er,Cr:YSGG, nas médias potências utilizadas, é eficiente para remoção de facetas sem causar efeitos deletérios ao esmalte.

Em 2012, em uma tese de Wesley Blake Phillips na Universidade de Ohio, a temperatura gerada intrapulparmente durante a remoção de laminados foi estudada usando o laser de Er,Cr:YSGG. Espécimes cimentados com Variolink® foram irradiadas com um laser Er,Cr:YSGG em 0W/0Hz, 2.5W/25Hz, 3.5W/25Hz, 2.5W/35Hz ou 3.5W/35Hz conforme o grupo que elas foram distribuídas. Durante a irradiação a laser, as temperaturas intrapulpare e os tempos de descolagem foram monitorados. O resultado do trabalho mostrou que aumentar a potência do laser e/ou taxa de repetição de pulso resultou em um aumento na temperatura intrapulpar e o aumentar da potência e/ou a diminuição da taxa de repetição de pulso resultou em um tempo de descolagem reduzido. Os parâmetros de 0W/0Hz e 2.5W/35Hz não puderam ser descolados. O grupo de laser a 2.5W/25 Hz foi o grupo de laser mais seguro geral estudado. Com base nos resultados deste estudo, a remoção a laser de facetas de cerâmica deve ser um procedimento seguro para a polpa dentária se as configurações corretas do laser forem usadas.

Alikhasi et al. realizaram um projeto em 2019 com o objetivo avaliar a remoção de facetas feldspáticas reforçadas com vidro e facetas de dissilicato de lítio também com laser de Er, Cr: YSGG, medindo o tempo de descolagem e o aumento da

temperatura pulpar durante o procedimento. 57 incisivos bovinos foram preparados e divididos em 3 grupos (n=19). Espécimes de cerâmica com espessura de 0,7 mm, largura de 4 mm e comprimento de 8 mm foram fabricados a partir de cerâmica feldspática, dissilicato de lítio HT e dissilicato de lítio reforçada com vidro MO. Os espécimes foram cimentados na superfície vestibular dos incisivos usando cimento resinoso. O laser Er,Cr:YSGG foi a 2,5 W e 25 Hz. O tempo de descolagem foi medido em cada espécime, e a temperatura intrapulpar foi medida apenas em 3 espécimes de cada grupo. O tempo médio de descolagem foi de 103,68 (26,76), 106,58 (47,22) e 103,84 (32,90) segundos para a feldspática, dissilicato de lítio MO e dissilicato de lítio HT, respectivamente. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos (P valor = 0,96) para o tempo de descolagem. O aumento da temperatura intrapulpar foi inferior a 1°C em todos os grupos, mostrando que o laser de Er,Cr:YSGG pode ser usado com sucesso e segurança para descolagem de facetas dissilicato de lítio e feldspáticas.

Em 2020, McCall W.C., testou a remoção de coroas de zircônia de molares decíduos e permanentes cimentados em dentina, porém dessa vez com cimento de ionômero de vidro modificado por resina e removidas com laser de Er,Cr:YSGG (4,5W., 15 Hz, 20% Água, 20% Ar e 5W, 15 Hz, 50% Ar, 50% Água). O tempo de descolagem, as configurações do laser e as mudanças de temperatura pulpar foram registradas para todos os grupos. O tempo médio para remoção de coroa assistida por laser de molar permanente foi de 3 minutos e 47,7 segundos. O tempo médio para a remoção da coroa do molar decíduo foi de 2 minutos e 5 segundos. As mudanças médias de temperatura para dentes permanentes foram de 2,48 (DP=1,43)°C e aumentadas em 3,8°C para configurações de laser mais altas; e 3,14 (DP=1,88)°C para dentes decíduos. O tempo para descolagem foi significativamente correlacionado de forma positiva com a área de superfície interna, volume interno, volume externo e o volume de cimento. O laser Er,CR;YSGG provou ser uma ferramenta eficaz e não invasiva para remover coroas de zircônia pré-fabricadas cimentadas com cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e deve ser considerada uma alternativa viável à instrumentação rotatória.



#### 4. DISCUSSÃO:

No que tange o tipo do laser utilizado para remoção de laminados e facetas cerâmicas de elementos dentários, a literatura é quase unânime na utilização dos lasers de Er:YAG e Er,Cr:YSGG, ambos são os mais descritos para esse fim. Isso porque estudos demonstram que o comprimento de onda emitido por eles tem grande afinidade com moléculas H<sub>2</sub>O/OH presente nos cimentos resinosos. Apesar de os dois serem efetivos, Eid H, et al. demonstrou em um estudo comparativo entre eles que o laser de Er:YAG tem um desempenho melhor por apresentar maior absorção pelas moléculas de H<sub>2</sub>O e o Er,Cr:YSGG apresentar maior afinidade pelo OH<sup>-</sup>, portanto o conteúdo mineral da hidroxiapatita dentária tende a absorver mais a energia do de Er,Cr:YSGG enquanto o Er:YAG é mais fortemente absorvido pelas moléculas de água do cimento e/ou adesivo, desempenhando o papel de ablação. Esse mecanismo faz com que o tempo de remoção da cerâmica e sua resistência frente ao cisalhamento sejam menores quando o de Er:YAG laser é utilizado dentro do mesmo parâmetro. Seguindo essa linha de raciocínio, o laser de Er:YAG requer menos energia e menos tempo de irradiação para produzir o mesmo efeito. A luz do Er,Cr:YSGG penetra 3 vezes mais profundamente do que o Er:YAG, o que significa que ele precisaria de três vezes mais tempo para fornecer a mesma energia para aquecer a camada irradiada até a temperatura de ablação, enquanto o segundo é absorvido mais superficialmente e desempenha seu papel mais rapidamente. Assim como os lasers são capazes de serem absorvidos pelo cimento, Buu N, et al. comprovou que não há nenhuma banda característica de absorção de H<sub>2</sub>O/OH do comprimento de onda do Er:YAG (2.940 nm) pelos laminados cerâmicos. As facetas testadas permitiram uma transmissão de 11% a 18% da energia aplicada para as camadas subjacentes. Porém, por mais que a luz consiga ultrapassar a porcelana sem ser absorvida, a quantidade de transmissão irá variar conforme o tipo da cerâmica e a sua espessura como demonstrado nos trabalhos de Goznelli R, et al., Alshafaay SS, et al., Çulhaoğlu AK, et al., Rechmann P, et al. e Eid H, et al.

Quanto aos tipos de materiais restauradores, Alshafaay SS, et al. demonstrou que o dissilicato de lítio teve uma transmissão de laser superior ao da zircônia cúbica por ser mais cristalino e menos compacto, logo a irradiação com laser tende a ser mais efetiva nas cerâmicas com maior conteúdo vítreo. Pode-se observar, ainda, que a variação de espessura nas cerâmicas de dissilicato exigem uma mudança maior

dos parâmetros do laser, já que conforme a espessura aumenta, a tendência é o laser ser menos transmitido para camadas mais profundas, enquanto que a zircônia, por já deixar passar uma menor quantidade de energia normalmente, tende a não ter grandes variações do seu padrão de transmissão da luz mesmo com o aumento da sua espessura. Çulhaoğlu AK, et al. confirmou essa constatação da espessura quando comparou um mesmo parâmetro de laser aplicado em cerâmicas de 0.5 mm e 1.0 mm de espessura. As cerâmicas eram de feldspato, dissilicato de lítio e nanocerâmica composta. A que teve a diminuição mais dramática de resistência ao cisalhamento com a redução da espessura foi a de dissilicato de lítio, a de 1.0 mm apresentou força de união de 21 MPa, enquanto a de 0.5 mm apenas 4 MPa. É importante ressaltar que os grupos não tratados com laser não apresentaram qualquer alteração do valor da força ao mudar a espessura da peça. Uma discussão que deve ser considerada, é que quanto mais opaca, mais compacta, mais porosa e mais espessa a cerâmica, maiores terão que ser os parâmetros de energia do laser para que ele possa atravessar a cerâmica. Para exemplificar, uma zircônia ZrO<sub>2</sub> ZirCAD de 1mm, por ser muito opaca, necessita de configurações de energia mais altas (700mJ) para causar ablação, já uma amostra de E-max precisaria de apenas 126mJ para o mesmo efeito segundo Rechmann P, et al. Seu mesmo estudo demonstra que a zircônia pode transmitir até 80% menos energia que uma cerâmica de leucita. Tanto Rechmann P, et al. quanto Eid H, et al. testaram o quanto a espessura da cerâmica poderia influenciar na resistência ao cisalhamento frente a um mesmo estímulo eletromagnético. As amostras de Rechmann P. de zircônia de espessura fina demoraram  $226 \pm 105$  segundos para completar o descolamento, enquanto coroas de zircônia com margens regulares demoraram de  $312 \pm 102$  segundos, mostrando que o aumento da espessura de fato contribui para uma menor transmissão da luz do laser. No estudo de Eid H. um dos grupos testados foi composto por amostras de dissilicato de lítio de 0.5 mm e 0.7 mm, ambos irradiados com laser de Er:YAG. O resultado mostrou que o mais fino demorou 3.5 segundos para descolamento, enquanto a amostra de 0.7 mm demorou em média 5.6 segundos.

Assim como a variação da espessura da cerâmica deve ser considerada na escolha dos parâmetros do laser, Goznelli R et al. indica que conforme a profundidade do dente aumenta, a frequência e a energia podem ser reduzidas para restaurações da

mesma espessura, graças à menor força de união da faceta com camadas mais profundas da dentina.

Depois da energia do laser passar pela cerâmica, para atingir o objetivo de remoção da peça, ele deve idealmente agir no cimento. Como já descrito anteriormente, Buu N, et al., ao estudar o comprimento de onda do laser de Er:YAG, comprovou que não há nenhuma banda característica de absorção de H<sub>2</sub>O/OH na faceta, fazendo com que a luz atinja o cimento. Rechmann P, et al. testou não só a transmissão do laser pelas cerâmicas, mas também por 4 diferentes marcas de cimento. Ele reafirmou o que já tinha sido dito; as cerâmicas são capazes de transmitir a energia e a quantidade transmitida depende da espessura da cerâmica e da sua composição, o E-max transmitiu de 21% a 60% da energia, enquanto a zircônia transmitiu de 5% a 10%. A reflexão da superfície e, portanto, a consequente transmissão remanescente para o cimento, podem depender da rugosidade da superfície. Uma superfície áspera pode contribuir para uma menor transmissão e mais distorcida e com maior refração, resultando em uma fluência menor para descolamento da faceta. Em relação aos cimentos, foi comprovado que eles absorvem a energia do laser e ablaçionam. Segundo o autor, a absorção do laser pela resina não só ocorre pelas partículas de H<sub>2</sub>O/OH, como ocorre nos componentes orgânicos da resina, o mecanismo de ablação envolvido é a vaporização explosiva seguida por um processo hidrodinâmico de ejeção de conteúdo, o rápido derretimento da matéria orgânica cria grandes forças de expansão devido a variação de volume do material após a fusão. No estudo, o FTIR de todos os cimentos adesivos testados revelou um forte pico provavelmente relacionado à sílica e ao C=O com uma ampla banda de absorção de H<sub>2</sub>O/OH. Esta banda de absorção coincide com o comprimento de onda de emissão de um laser Er:YAG. Todos os cimentos adesivos testados irão absorver a irradiação do laser Er:YAG e ocorrerá a ablação do cimento. Enquanto Multilink Automix, SpeedCEM e Variolink II precisavam de cerca de 4,4–4,7 J/cm<sup>2</sup> para ablação, Variolink Veneer começou a ablação com aproximadamente 44% menos energia. A seleção de um cimento adesivo com propriedades de absorção adequadas, pode facilitar a remoção à laser de uma coroa totalmente cerâmica quando necessário.

Após analisar a interação dos lasers com as cerâmicas e cimentos, outro questionamento foi colocado em pauta: a segurança dessa aplicação para os tecidos dentários e para a polpa. Em relação a variação de temperatura intrapulpal, o ideal

é que ela não ultrapasse 5,5°C para segurança da mesma. No estudo de Albalkhi M, et al., a variação não ultrapassou 4,2°C quando o laser foi usado sem contato com o dente e não ultrapassou 2,9°C na técnica com contato. No projeto de Rechmann P, et al. o aumento de temperatura na câmara pulpar foi em média de 5,4±2,2°C. Em 8 das 20 remoções de coroa, o aumento de temperatura ultrapassou 5,5 °C, durando de 5 a 43s. Um aumento de temperatura de 11,5 °C ocorreu apenas uma vez. Todas as elevações de temperatura acima de 5,5 °C ocorreram apenas quando o laser foi aplicado de um lado e o resfriamento adicional do lado oposto à irradiação. Ele concluiu que variação acima de 5,5°C só ocorre quando a refrigeração de spray de água/ar do laser não é direcionado corretamente pela área irradiada. Para evitar possíveis danos térmicos e permitir maior difusão de calor, água com temperatura baixa deve ser aplicada durante a irradiação da forma correta. Entre os parâmetros testados por Phillips WB, et al. o uso do laser a 2.5W e 25 Hz foi o mais seguro. Para Alikhasi M, et al. O aumento da temperatura intrapulpar foi inferior a 1°C em todos os grupos, sendo que ele utilizou os mesmos parâmetros que Phillips WB, et al. Para McCall CW, as mudanças de temperatura foram de 2,48°C (usando 4.5W e 15Hz) e 3,8°C (usando 5W e 15Hz), mostrando que o laser pode ser seguro para vitalidade pulpar.

Outro tópico testado pelos autores foi a integridade do esmalte, da dentina e da faceta após a descolagem. Rechmann P, et al. não identificou qualquer alteração da dentina remanescente subjacente após a irradiação de suas amostras. Zhang X et al. constatou que o tratamento de descolagem de facetas com laser Er:YAG não afetou as propriedades mecânicas do dente, mas alterou as propriedades ópticas das cerâmicas odontológicas e causou microfraturas dependendo da potência utilizada. O ideal seria usar abaixo de 5W assim como fez Sayed AS, et al. usando o laser de Er,Cr:YSGG nas potências de 2W e 4W, as quais não demonstraram efeito na rugosidade da superfície da faceta laminada ou do dente após a descolagem e nem sobre o teor de cálcio e fósforo do esmalte. Zanini NA, et al., por sua vez, utilizou em seu estudo 3W e 3.5W de potência e, na análise do esmalte após a descolagem, observou um aumento significativo de silano e carbono, bem como uma diminuição nos teores de cálcio e fosfato. A análise mostrou a presença de cimento residual na maioria dos grupos experimentais, já a análise morfológica mostrou alteração dos prismas do esmalte apenas nos grupos que usaram os cimentos RelyX Veneer e Variolink Veneer para cimentação, ao contrário do grupo de RelyX U200. Não houve

evidência de alterações morfológicas deletérias resultantes da irradiação, no entanto, foi observado um aumento no coeficiente de atenuação óptica devido à presença do cimento remanescente.

Assim como o laser se mostrou seguro para os tecidos dentais dentro dos parâmetros corretos, McCall CW, Karagoz-Yildirak M, et al., Albalkhi M, et al., demonstraram que ele pode ser ideal para descolar restaurações de porcelana sem fraturá-las, permitindo a sua reutilização se necessário. Cifuentes HG, et al. analisou que o tipo de falha mais frequente foi a falha coesiva no cimento e que a espessura das facetas não foi associada ao tipo de falha, mas sim à facilidade da remoção. Albalkhi M, et al. analisou que a falha ocorre entre o cimento e a porcelana ou no próprio cimento, o qual permaneceu metade na peça e metade no dente. Karagoz-Yildirak M, et al. testou se a religação das peças teria a mesma força de união que a primeira cimentação, ele provou que os valores de força de união se mantêm muito parecidos com a primeira cimentação, permitindo a sua utilização sem enfraquecimento do conjunto dente-restauração e que a maioria das falhas no grupo controle e nos grupos de religação eram adesivas ocorridas entre o cimento resinoso e a superfície do dente, na maioria a resina permaneceu na superfície do dente. O último trabalho da revisão, de McCall CW, demonstrou que não só o laser tem efetividade em cimentos resinoso, mas demonstrou ser efetivo inclusive nas restaurações indiretas cimentadas com ionômero de vidro modificado por resina. Confirmando tudo que já foi exposto, os estudos dos autores Buu N, et al., Oztoprak MO, et al., Ufuk I, et al., Goznelli R, et al., Alshafaay SS, et al., Çulhaoğlu AK, et al., Rechmann P, et al., Albalkhi M, et al., Karagoz-Yildirak M, et al., Eid H, et al., Giraldo-Cifuentes H, et al., Gurney ML, et al., Sayed AS, et al., Phillips WB, et al. e Alikhasi M, et al. demonstram que os grupos experimentais irradiados com laser obtiveram um ótimo desempenho na descolagem de restaurações cerâmicas, pela redução na força de união da peça com o dente, e, logo, uma redução na resistência ao cisalhamento, principalmente nas cerâmicas vítreas. As cerâmicas de zircônia e nanocerâmicas composta foram as únicas que tiveram uma efetividade menor. No entanto, os resultados variam de acordo com os parâmetros testados em cada trabalho. Todos os trabalhos que mencionavam o modo de aplicação, citaram o modo de varredura por ser o mais viável para irradiar toda a área dental. Cada parâmetro deve ser analisado e utilizado individualmente para cada caso considerando: o cimento e adesivo utilizados, técnica restauradora utilizada, tempo

de fotoativação e aparelho utilizado, tipo de cerâmica e sua espessura, profundidade que foi cimentada no elemento dental, idade do paciente, tipo de laser, distância entre o laser e o dente e intenção de reutilizar a peça.

## 5. CONCLUSÃO:

- Tanto o laser de Er:YAG quanto o de Er,Cr:YSGG são eficientes para o descolamento de restaurações cerâmicas do elemento dental, diminuindo a força de união e a resistência de cisalhamento;
- O laser de Er:YAG é mais eficiente, sendo recomendado aumentar as configurações de energia no laser Er,Cr:YSGG para ter a mesma velocidade e eficiência no descolamento que o Er:YAG;
- A restauração cerâmica não demonstra absorção de comprimentos de onda característicos desses lasers, permitindo a sua transmissão, ao contrário dos cimentos odontológicos que o absorvem gerando ablação;
- Quanto maior o conteúdo vítreo da cerâmica, maior a transmissão do laser para o cimento;
- A espessura da cerâmica tem um efeito direto na descolagem das facetas, principalmente as vítreas, conforme a espessura da cerâmica diminui, o tempo de descolagem também diminui para um mesmo parâmetro de laser;
- Quando a profundidade do dente aumenta, a frequência e a energia do laser podem ser reduzidas para restaurações da mesma espessura;
- O cimento Variolink Veneer é o que necessita de menor quantidade de energia para iniciar a ablação;
- O laser apresenta efetividade inclusive em descolamento de restaurações cimentadas com ionômero de vidro modificado por resina;
- A irradiação não parece gerar efeitos deletérios aos tecidos dentários, contanto que os parâmetros seguros sejam respeitados;
- A pulverização de ar e água pode aumentar o risco de fratura da faceta durante a remoção, mas é essencial para manutenção da integridade pulpar;
- Após a remoção das restaurações, as porcelanas podem ser reutilizadas sem prejuízo à força de ligação;
- Laser é uma opção mais viável e conservadora para descolagem de facetas, a mantendo intacta assim como a estrutura do dente.

## REFERÊNCIAS

Buu, N., Morford, C., Finzen, F., Sharma, A., & Rechmann, P. (2010, March). Er: YAG laser debonding of porcelain veneers. In *Lasers in Dentistry XVI* (Vol. 7549, pp. 49-56). SPIE.

OZTOPRAK, M. O. et al. Effects of different application durations of scanning laser method on debonding strength of laminate veneers. *Lasers in Medical Science*, v. 27, n. 4, p. 713–716, 12 jul. 2011.

ISERI, U. et al. Effect of Er:YAG laser on debonding strength of laminate veneers. *European Journal of Dentistry*, v. 08, n. 01, p. 058–062, jan. 2014.

ZHANG, Y. et al. Er:YAG Laser Debonding of Porcelain Laminate Veneers. [www.preprints.org](http://www.preprints.org), 6 jun. 2018.

GÖZNELI, R. et al. Effects of Different Er:YAG Laser Parameters on Debonding Forces of Lithium Disilicate Veneers: A Pilot Study. *Marmara Dental Journal*, v. 1, n. 3, p. 8–13, 28 jun. 2019.

ALSHAFAY, Sherien S.; ZOHDY, Maged M.; MORSI, Tarek S. Efficiency of Er: YAG Laser in Veneers Debonding with Two Materials & Thicknesses-An in Vitro Study. *Mansoura J. Dent.*, v. 8, p. 17-24, 2021.

CULHAOGLU, A. K. et al. The efficiency of laser application for debonding laminate restorations manufactured of current CAD-CAM materials with different thicknesses. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, v. 24, n. 5, p. 705–711, 1 maio 2021.

RECHMANN, P. et al. Laser all-ceramic crown removal-A laboratory proof-of-principle study-Phase 1 material characteristics. *Lasers in Surgery and Medicine*, v. 46, n. 8, p. 628–635, 13 ago. 2014.



RECHMANN, P. et al. Laser all-ceramic crown removal-a laboratory proof-of-principle study-Phase 2 crown debonding time. *Lasers in Surgery and Medicine*, v. 46, n. 8, p. 636–643, 13 ago. 2014.

RECHMANN, P. et al. Laser all-ceramic crown removal and pulpal temperature—a laboratory proof-of-principle study. *Lasers in medical science*, v. 30, p. 2087-2093, 2015.

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). *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 30, n. 3, p. 223–228, 11 jan. 2018.

ZHANG, X. et al. Effects of laser debonding treatment on the optical and mechanical properties of all-ceramic restorations. *Lasers in Medical Science*, v. 36, n. 7, p. 1497–1504, 1 set. 2021.

KARAGOZ-YILDIRAK, M.; GOZNELI, R. Evaluation of rebonding strengths of leucite and lithium disilicate veneers debonded with an Er:YAG laser. *Lasers in Medical Science*, v. 35, n. 4, p. 853–860, 1 jun. 2020.

EID, Heba et al. Efficiency of Er: YAG laser versus Er; Cr: YSGG laser in debonding of different glass ceramic veneers: an in vitro study. *Lasers in Dental Science*, v. 5, n. 3, p. 167-175, 2021.

GIRALDO CIFUENTES, H. et al. Effect of an Er,Cr:YSGG Laser on the Debonding of Lithium Disilicate Veneers With Four Different Thicknesses. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, v. 11, n. 4, p. 464–468, 2020.

GURNEY, M. L. et al. Using an Er,Cr:YSGG laser to remove lithium disilicate restorations: A pilot study. *Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 115, n. 1, p. 90–94, 1 jan. 2016.

SAYED, Ahmed Sohail et al. The Effect of different power settings of Er, Cr: YSGG Laser on Tooth Structure Chemistry and Topography and time of Debonding of Laminate Veneers. *Journal of Fundamental and Clinical Research*, v. 1, n. 1, p. 17-32, 2021.

ZANINI, N. A. et al. Morphological, optical, and elemental analysis of dental enamel after debonding laminate veneer with Er,Cr:YSGG laser: A pilot study. *Microscopy Research and Technique*, v. 84, n. 3, p. 489–498, 25 set. 2020.

PHILLIPS, Wesley B. Thermal changes in the dental pulp during Er, Cr: YSGG laser removal of IPS e. max Press Lithium Disilicate Veneers. 2012. Tese de Doutorado. The Ohio State University.

ALIKHASI, M. et al. Debonding Time and Dental Pulp Temperature With the Er, Cr: YSGG Laser for Debonding Feldspathic and Lithium Disilicate Veneers. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, v. 10, n. 3, p. 211–214, 6 jul. 2019.

MCCALL, C. Non-Invasive Retrieval of Prefabricated Zirconia Crowns with Er,Cr:YSGG Laser from Primary and Permanent Teeth. *Theses and Dissertations*, 1 jan. 2020.

Título	Autor(Ano Laserestud	Objetivo	Cimento	Parâmetros Laser	Resultados e conclusões	
Er: YAG laser debonding of porcelain veneers	Buu N, et al. (2010)	Er:YAG	Análise, com FTIR, de qual comprimento de onda de laser é absorvido ou transmitido por facetas cerâmicas, evidenciar em um processo de descolamento da faceta em qual interface ocorre o descolamento e se o laser preserva a porcelana e a estrutura dentária.	Rely X; fotoativação por 20 seg	2940nm; 100us; 133mJ Refrigeração com jato de água e ar e um grupo apenas com jato de ar Distância laser-amostra: 3-6mm Modo não citado	Os espectros de FTIR determinaram que não há nenhuma banda característica de absorção de H <sub>2</sub> O/OH na faceta; O comprimento de onda de emissão do laser de Er:YAG (2.940 nm) não será absorvido pela faceta de porcelana testada; As amostras de facetas testadas permitiram uma transmissão de 11% a 18% da energia aplicada, o tempo médio de remoção das peças foi de 51 ± 68 seg; A pulverização de ar e água aumenta o risco de fratura, devido à introdução de água nas faceta pela rápida entrada de água na porcelana porosa gerando uma expansão/explosão rápida da água dentro do material pela energia do laser aplicada; As facetas recém-colocadas têm uma alta chance de remoção sem fratura quando apenas spray de ar é usado durante a descolagem a laser.
Effects of different application durations of scanning laser method on debonding strength of laminate veneers	Oztoprak MO, et. al (2012)	Er:YAG	Teste de 3 tempos diferentes de irradiação de laser de Er:YAG para decolagem de laminados cerâmicos do dente.	Variolink II; fotoativação por 40 seg	2940nm; 5W; 50Hz; 100mJ Distância laser-amostra: 2mm Irradiação por varredura	O valor médio da resistência ao cisalhamento para o grupo de controle foi de 27,5±1,44 MPa, enquanto os valores para o grupo experimental de 3, 6 e 9 seg foram 10,58±0,9, 8,47±0,8 e 3,54±0,46 MPa, respectivamente; O estudo mostra que a aplicação do laser Er:YAG com todas as três durações de varredura diferentes são eficazes e que a irradiação por 9 segundos gerou melhores resultados.
Effect of Er:YAG laser on debonding strength of laminate veneers	Ufuk I, et al. (2014)	Er:YAG	Análise da resistência à descolagem de facetas laminadas após o uso do laser de Er:YAG.	Variolink II; fotoativação por 20 seg	2940nm; 5W; 50Hz; 100mJ Refrigeração com jato de ar apenas Distância laser-amostra: 2mm Irradiação por varredura	Após a irradiação com laser a resistência ao cisalhamento das facetas de porcelana diminuiu de 27,28 ± 2,24 MPa para 3,44 ± 0,69 Mpa.
Er: YAG laser debonding of porcelain laminate veneers	Zhang Y, et al. (2018)	Er:YAG	Verificar se o laser de Er:YAG, em baixas fluências, é capaz de descolar facetas de porcelana, sem danificar as estruturas dentárias.	Rely X; não fotoativação	2940nm; 20Hz; 100mJ; 5.91J/cm <sup>2</sup> Refrigeração com jato de água e ar Distância laser-amostra: 1-2mm Modo não citado	O tempo médio de remoção foi das facetas foi de 328 segundos, não houve grupo controle para comparação; A observação SEM confirma que a estrutura dentária residual não é alterada ao usar baixas fluências; A remoção ocorreu sem ablação ou dano a qualquer estrutura dentária; O número de pulsos não está associado com a eficiência do laser.
Effects of different Er: YAG laser parameters on debonding forces of lithium disilicate veneers: A pilot study	Goznelli R, et al. (2019)	Er:YAG	Investigação dos efeitos de diferentes parâmetros do laser Er:YAG na resistência ao cisalhamento de restaurações de cerâmica pura cimentadas em diferentes superfícies dentárias (dentina e esmalte).	Variolink N; não cita tempo de fotoativação	2940nm; 1.2 W; 2Hz; 600mJ 2940nm; 4.95W; 30Hz; 165mJ Refrigeração com jato de água e ar Distância laser-amostra: 2-3mm Modo não citado	A resistência ao cisalhamento dos grupos irradiados com laser foi significativamente reduzida quando comparada com o grupo controle, 12.43 ± 0.30 para 5.41 ± 0.38 em esmalte e 5.08 ± 0.45 para 1.37 ± 0.03 em dentina; O aumento da potência do laser diminui a resistência de união das amostras ao esmalte; A frequência, a energia do laser e o tempo de aplicação devem ser alterados de acordo com a espessura da restauração de cerâmica e o tipo de superfície do dente; A aplicação do laser para descolagem de laminados evita danos à estrutura do dente e à cerâmica, quando utilizada com os parâmetros corretos; Quando a profundidade do dente aumenta, a frequência e a energia podem ser reduzidas para restaurações da mesma espessura.
Efficiency of Er: YAG Laser in Veneers Debonding with Two Materials & Thicknesses-An in Vitro Study	Alshafaay SS, et al. (2021)	Er:YAG	Avaliar a resistência ao cisalhamento de laminados após tentativa de descolagem usando: laser Er:YAG em dois materiais cerâmicos diferentes: cerâmica vítrea de dissilicato de lítio e zircônia cúbica, em duas espessuras: 0,3mm, 0,7 mm.	Rely X; fotoativação por 20 seg	2940nm; 5W; 9 seg Refrigeração com jato de água e ar Distância laser-amostra: 2mm Irradiação por varredura	O dissilicato de lítio teve uma transmissão de laser superior ao da zircônia cúbica; A espessura da cerâmica teve um efeito direto na descolagem das facetas em E-max, enquanto não mostrou o mesmo efeito nos espécimes de zircônia devido à menor transmissão do laser; Ambas as porcelanas tiveram uma diminuição da resistência de união depois do tratamento com laser; No grupo tratado com laser, o E-max mostrou maior resistência de união ao esmalte do que a zircônia cúbica independentemente da espessura; No grupo controle, o E-max também apresentou maiores valores de resistência comparado à zirconia. O laser Er:YAG se mostrou eficaz na descolagem de facetas de cerâmicas vítreas, no entanto, o efeito depende do material, uma vez que o dissilicato de lítio teve uma transmissão de laser superior à da zircônia cúbica;

The efficiency of laser application for debonding laminate restorations manufactured of current CAD-CAM materials with different thicknesses	Çulhaoğlu AK, et al. (2021)	Er:YAG	Teste da resistência ao cisalhamento em cerâmicas de feldspato (Vita Cerec, Zahnfabrik), dissilicato de lítio (IPS e.max; Ivoclar-Vivadent) e nanocerâmica composta (Lava Ultimate; 3M ESPE) de 0.5mm e 1 mm de espessura após a irradiação com Er:YAG e análise da estrutura dental remanescente.	Rely X; fotoativação por 20 seg	2940nm; 1.5W; 100Hz; 150mJ; 100us; 9 seg Refrigeração com jato de água e ar Distância laser-amostra: 2mm Irradiação por varredura	O laser enfraqueceu significativamente os valores de força de união para todos os grupos, a diminuição mais dramática foi observada para o dissilicato de lítio tratado com laser em ambas as espessuras (21 para 4 MPa), já na análise SEM ele foi o menos afetado pela irradiação; Não houve diferença na força para remoção da peça entre espessuras diferentes dentro do grupo não tratado com laser; Valores de força para remoção das peças dentro dos grupos tratados com o laser tem diferença dependendo da espessura da mesma, as de 1mm têm valores de resistência ao cisalhamento mais altos do as amostras de 0,5mm; O laser não foi tão eficiente para a resina composta cerâmica, especialmente na espessura de 1 mm; Foram observadas alterações gerais e áreas ablacionadas nas áreas tratadas com laser nas cerâmicas mais finas feldspáticas e principalmente na nanocerâmica composta, já nas cerâmicas mais grossas, de 1mm, não foram observadas grandes alterações.
Laser all-ceramic crown removal—A laboratory proof-of-principle study—Phase 1 material characteristics	Rechman n P, et al. (2014)	Er:YAG	Avaliar se cerâmicas poderiam ser extraídas de dentes com uso do laser de Er:YAG e testar com FTIR quais comprimentos de onda do laser são transmitidos pela cerâmica e por 4 cimentos diferentes irradiados diretamente e através da cerâmica.	Veneer, Variolink II Multilink Automix, and SpeedCEM; não cita tempo de fotoativação	2940nm; 10Hz, 100us; 126mJ/pulso variando até 300us e 508mJ/pulso Refrigeração com jato de água e ar Distância laser-amostra: 5mm Modo não citado	E.max CAD transmitiu a maior porcentagem de energia em qualquer espessura, seguido por EEs e E.max ZirCAD; A energia do laser Er:YAG é transmitida através dos materiais cerâmicos testados e a quantidade de energia transmitida depende da espessura da cerâmica e da composição; Todos os cimentos adesivos testados absorvem a irradiação do Er:YAG e é provável que ocorra uma ablação; A absorção do laser pela resina ocorre nos componentes orgânicos da resina, o mecanismo de ablação envolvido é a vaporização explosiva seguida por um processo hidrodinâmico de ejeção, o rápido derretimento da matéria orgânica cria grandes forças de expansão devido a variação de volume do material após a fusão; Enquanto o Multilink Automix, SpeedCEM e Variolink II precisavam de aproximadamente 4,4–4,7 J/cm <sup>2</sup> para ablação, o Variolink Veneer começou a ablação com aproximadamente 44% menos energia; A ZrO <sub>2</sub> ZirCAD de 1mm, por ser muito opaca, necessita de configurações de energia mais altas (700mJ) para causar ablação; O tempo de descolagem variou de 226 a 105 seg e 312 a 102 seg dependendo da cerâmica.
Laser all-ceramic crown removal—a laboratory proof-of-principle study—Phase 2 crown debonding time	Rechman n P, et al. (2014)	Er:YAG	Verificar se a remoção de facetas de dissilicato de lítio e zircônia com laser de Er:YAG poderiam danificar a estrutura dental.	Ivoclar Multilink Automix; não cita tempo de fotoativação	2940nm; 10Hz; 100ms; 126 mJ/pulso Refrigeração com jato de água e ar Distância laser-amostra: 10mm Modo não citado	Todas as coroas de cerâmica foram descoladas com o laser; Em média, a cerâmica de E.max de dissilicato de lítio foi descolada em 190 ± 92 segundos; O tempo de descolagem para coroas ZirCAD de preparo mais fino foi de 226 ± 105 segundos e para coroas ZirCAD com margens regulares foi de 312 ± 102 segundos; Nenhuma alteração da dentina remanescente subjacente foi identificada; Cerâmicas à base de ZrO <sub>2</sub> podem representar outro desafio para a descolagem a laser já que a zircônia transmite até 80% menos energia o E.max, fazendo com que o cimento aqueça e se deteriore e é menos provável que haja uma ablação explosiva, porém os testes anteriores mostraram que a zircônia pode permitir transmissão de energia laser suficiente para um efeito de descolamento.
Laser all-ceramic crown removal and pulpal temperature—a laboratory proof-of-principle study	Rechman n P, et al. (2014)	Er:YAG	Verificar a variação de temperatura intrapulpar durante a remoção de coroas totais do elemento dentário usando laser de Er:YAG e mensuração do tempo de descolagem.	Ivoclar Multilink Automix; não cita tempo de fotoativação	2940nm; 10Hz; 590mJ; 400us Refrigeração com jato de água e ar Distância laser-amostra: 5mm Modo não citado	O tempo de descolagem variou de 85 a 210 s. Todas as coroas foram removidas inteiras, nenhuma coroa fraturou; Durante o processo de descolamento, o aumento de temperatura na câmara pulpar foi em média de 5,4° ± 2,2 °C; Durante 8 das 20 remoções de coroa, o aumento de temperatura ultrapassou 5,5 °C, durando de 5 a 43 s; Um aumento de temperatura de 11,5 °C ocorreu apenas uma vez, enquanto sete vezes o aumento de temperatura foi limitado a 6,8±0,5 °C; Elevações de temperatura acima de 5,5 °C ocorreram apenas quando o laser foi aplicado de um lado e o resfriamento adicional do lado oposto à irradiação; A energia do laser Er:YAG pode ser usada com sucesso para descolar eficientemente coroas cerâmicas de dentes naturais; Aumentos de temperatura superiores a 5,5 °C ocorrem apenas quando um resfriamento adicional de ar/água de uma seringa odontológica é direcionado incorretamente.

Laser all-ceramic crown removal and pulpal temperature—a laboratory proof-of-principle study	Rechman n P, et al. (2014)	Er:YAG	Verificar a variação de temperatura intrapulpal durante a remoção de coroas totais do elemento dentário usando laser de Er:YAG e mensuração do tempo de descolagem.	Ivoclar Multilink Automix; não cita tempo de fotoativação	2940nm; 10Hz; 590mJ; 400us Refrigeração com jato de água e ar Distância laser-amostra: 5mm Modo não citado	O tempo de descolagem variou de 85 a 210 s. Todas as coroas foram removidas inteiras, nenhuma coroa fraturou; Durante o processo de descolamento, o aumento de temperatura na câmara pulpar foi em média de $5,4 \pm 2,2$ °C; Durante 8 das 20 remoções de coroa, o aumento de temperatura ultrapassou 5,5 °C, durando de 5 a 43 s; Um aumento de temperatura de 11,5 °C ocorreu apenas uma vez, enquanto sete vezes o aumento de temperatura foi limitado a 6,8±1,5 °C; Elevações de temperatura acima de 5,5 °C ocorreram apenas quando o laser foi aplicado de um lado e o resfriamento adicional do lado oposto à irradiação; A energia do laser Er:YAG pode ser usada com sucesso para descolar eficientemente coroas cerâmicas de dentes naturais; Aumentos de temperatura superiores a 5,5 °C ocorrem apenas quando um resfriamento adicional de ar/água de uma seringa odontológica é direcionado incorretamente.
Efficiency of Er: YAG laser in debonding of porcelain laminate veneers by contact and non-contact laser application modes (in vitro study)	Albalkhi M, et al. (2018)	Er:YAG	Verificar a eficiência na descolagem de laminados cerâmicos usando laser de Er:YAG. Foi mensurado o tempo tempo de descolagem, aumento de temperatura intrapulpal e o tipo de falha adesiva usando diversos parâmetros de laser.	Variolink N; fotoativação por 20 seg	2940nm; 15Hz e 360 mJ (um grupo com contato e outro sem) 3 grupos com variação de frequência e energia para o teste do tipo de falha, sendo eles: 10Hz e 400 mJ, 15Hz e 270 mJ e 10Hz e 300 mJ. Distância laser-amostra: 2-3mm e um grupo em contato direto Irradiação por varredura	As amostras do grupo sem contato tiveram tempo de descolagem consideravelmente menor (12,6 segundos) do que as amostras com contato (96,3 segundos), porém a temperatura pulpar mostrou maior variação na técnica sem contato (4,2°C) do que na com contato (2,9 °C); Os maiores índices de falha foram entre o cimento e a porcelana ou no próprio cimento, o qual permaneceu metade na peça e metade no dente.
Effects of laser debonding treatment on the optical and mechanical properties of all-ceramic restorations	Zhang X, et al. (2021)	Er:YAG	Verificar o impacto do laser de Er:YAG nas propriedades ópticas (diferença de cor e transparência) e mecânicas das cerâmicas odontológicas.	Não houve cimentação Testes feitos diretamente na cerâmica	2940nm; 10 Hz; 100us variando a portência de 3W, 4W e 5W Distância laser-amostra: 3mm Irradiação por varredura	Os valores médios de resistência à flexão e dureza Vickers após a descolagem com laser Er:YAG não revelaram alterações significativas; O tratamento de descolagem com laser Er:YAG não afetou as propriedades mecânicas, mas alterou as propriedades ópticas das cerâmicas odontológicas dependendo da portência utilizada; As propriedades ópticas dos grupos de laser Er:YAG a 3W e 4W não foram influenciadas, enquanto no grupo de 5W houve uma perceptível mudança de cor e diminuição da translucidez da cerâmica; O laser a 5W causou microfissuras na amostra pela análise SEM, que enfraqueceu a sua estrutura do material.
Evaluation of rebonding strengths of leucite and lithium disilicate veneers debonded with an Er: YAG laser	Karagoz-Yildirak M, et al. (2019)	Er:YAG	Avaliou a eficiência na descolagem de facetas de dissilicato de lítio e leucita usando laser de Er:YAG e a mudança nos valores da resistência após a peça ser recimentada tanto em esmalte quanto em dentina.	Variolink N; não cita tempo de fotoativação	2940nm; 10Hz; 300mJ; 100us; 9 seg Refrigeração com jato de água e ar Distância laser-amostra: 7-8mm Irradiação por varredura	Enquanto os valores de SBS necessários para grupos de controle estavam entre 30,04 e 24,66 MPa, os valores para grupos irradiados com laser foram entre 6,60 e 4,09 MPa; Não houve diferença significativa entre os grupos controle e os recimentados; O laser de Er:YAG é um método eficaz para remover restaurações totalmente cerâmicas sem afetar a força de cimentação caso as peças sejam usadas novamente; A maioria das falhas no grupo controle e nos grupos de religação eram adesivas ocorridas entre o cimento resinoso e a superfície do dente, na maioria a resina permaneceu na superfície do dente.
Efficiency of Er: YAG laser versus Er; Cr: YSGG laser in debonding of different glass ceramic veneers: an in vitro study	Eid H, et al. (2021)	Er:YAG e Er,Cr:YSGG	Comparar a eficiência do laser de Er:YAG e Er,Cr:YSGG na remoção de facetas de dissilicato de lítio em espessuras de 0.3 e 0.7 mm a partir do tempo de descolagem.	MOJO TM Veneer Cement; não cita tempo de fotoativação	Er,Cr:YSGG - 2780nm; 6W; 20Hz; 300mJ; 60us; 15 seg Er:YAG - 2940nm; 6W; 20Hz; 300mJ; 600um; 107J/cm2 Ambos com refrigeração com jato de água e ar Distância laser-amostra: 2mm Irradiação por varredura	O tempo médio de descolagem, após a aplicação do laser Er,Cr:YSGG na cerâmica de dissilicato de lítio de espessura de 0.3mm e de 0.7mm, mostrou-se estatisticamente menor do que a cerâmica à base de leucita (9.5 para 6.3 e 13 para 7, respectivamente); A aplicação do laser Er:YAG na cerâmica de dissilicato de lítio 0.3mm e 0.7mm de espessura, mostrou um menor tempo de descolagem do que a cerâmica à base de leucita (8.25 para 3.5 e 12 para 5.6, respectivamente); O laser Er,Cr:YSGG mostrou um tempo de descolagem mais longo do que o laser Er:YAG em todos os grupos; A cerâmica à base de leucita não mostrou uma diferença tão significativa entre os tempos médios comparando os dois lasers, enquanto o dissilicato de lítio apresentou maior diferença entre os dois tipos de laser; Laser é a opção mais viável e conservadora para descolagem de facetas, a mantendo intacta assim como a estrutura do dente; Ambos os lasers de Er,Cr:YSGG e Er:YAG são eficazes na descolagem de facetas vitrocerâmicas; O Er:YAG é mais rápido e eficiente que o de Er,Cr:YSGG na descolagem de facetas de dissilicato de lítio; A espessura da cerâmica é diretamente proporcional ao tempo de descolamento com o laser Er:YAG, conforme a espessura diminuiu, o tempo de descolagem também diminuiu; É recomendado aumentar as configurações de energia no laser Er,Cr:YSGG para ter a mesma velocidade e eficiência no descolamento que o Er:YAG .

Er,Cr:YSGG Laser in Girdalobonding of Porcelain on Vitro H, et al. (2020)	Er,Cr:YSG	Teste da força necessária para descolagem de facetas feldspáticas de elementos dentários usando 2 parâmetros de fluência diferentes do laser de Er,Cr:YSGG.	Variolink N LC; fotoativação por 60 seg	2780nm; um grupo com 4J/cm2 e outro grupo com 2,7J/cm2; ambos por 60 seg e refrigeração com jato de água e ar Distância laser-amostra: 4mm Irradiação por varredura	A força necessária para a descolagem das facetas foi de 8,19 MPa no controle, 0,91 MPa no grupo experimental 1 e 0,48 MPa no grupo experimental 2; A diferença entre o controle e ambos os grupos experimentais foi estatisticamente significativa; O laser de Er,Cr:YSGG a 4 ou 2,7 J/cm2 requer significativamente menos força para descolar facetas de cerâmica, sendo que o segundo teve um resultado melhor.
	Er,Cr:YSG	Comparar a resistência de 4 espessuras (0,4, 0,8, 1,2 e 1,6 mm) de facetas de silicato de lítio após a ação com laser de Er,Cr:YSGG e o tipo de na remoção	Variolink Esthetic N LC; fotoativação por 40 seg	2780nm; 4W; 50Hz; 5,33J/cm2; 60 seg Refrigeração com jato de água e ar Distância laser-amostra: 4mm Irradiação por varredura	A resistência de descolamento do grupo 3 foi a maior (5,62 MPa), seguida do grupo 4 (5,20 MPa), depois do grupo 2 (0,85 MPa) e finalmente do grupo 1 (0,0 MPa); O tipo de falha mais frequente foi a falha coesiva no cimento (CC) para todos os grupos, com 73,53% ( $P \leq 0,083$ ), sugerindo que a irradiação com laser Er,Cr:YSGG influencia a descolagem de facetas de dissilicato de lítio com diferentes espessuras: a menor espessura apresentou maior descolagem; A espessura das facetas não foi associada ao tipo de falha, mas sim à facilidade da remoção.
de		Multilink Automix; cita o de	2780nm; 25Hz	Variações de potência de 3,0, 3,5, 4,0 e 5,0W Variações de tempo de 30, 60 e 90 seg Refrigeração com jato de água	A aplicação de laser em 3,5 e 4W foi melhor para remover coroas de forma conservadora; O tempo médio para remover a coroa de dissilicato de lítio com um instrumento rotatório com ponta diamantada foi de 6 minutos, e a remoção exigiu em média 1,8 instrumentos; Neste estudo, 30 e 60 segundos de aplicação de laser foram mais eficazes na remoção da restauração completa da restauração com espessura de 1,5 mm.
de		laser-amostra: não		redura	O tempo de descolagem mais curto foi encontrado na irradiação com 6W (17,3seg) de potência com uma diferença estatisticamente significativa para o de 2W (75,77seg) e 4W (35,44); O laser Er,Cr:YSGG não tem efeito na rugosidade da superfície da faceta laminada ou do dente após a descolagem e nem sobre o teor de cálcio e fósforo do esmalte; uma relação inversa entre a potência do laser Er,Cr:YSGG e o tempo de descolagem; a ideal do laser é de 4W, já que 2W precisa de mais tempo e 6W causou uma linha de carbonização tra.
de					s a descolagem revelou um aumento significativo de silano e carbono, bem como o e fosfato; to residual na maioria dos grupos experimentais, a análise morfológica apenas nos grupos que usaram os cimentos RelyX Veneer e etérias resultantes da irradiação, no entanto, foi observado à presença do cimento remanescente; potências utilizadas, é eficiente para remoção de
de					m um aumento na temperatura seguro para a polpa

Debonding time and dental pulp temperature with the Er, Cr: YSGG laser for debonding feldspathic and lithium disilicate veneers	Alikhasi M, et al. (2019)	Er,Cr:YSG	Teste do tempo de descolagem e variação de temperatura intrapulpar na remoção de facetas de cerâmica feldspática, dissilicato de lítio MO e dissilicato de lítio HT, usando laser de Er,Cr:YSGG.	Variolink N LC; fotoativação por 20 seg	2780nm; 2.5W; 25Hz; 60us Distância laser-amostra: 2mm Irradiação por varredura	O tempo médio de descolagem foi de 103,68 (26,76), 106,58 (47,22) e 103,84 (32,90) segundos respectivamente para a cerâmica feldspática, dissilicato de lítio MO e dissilicato de lítio HT; Não houve diferença significativa entre os grupos (P valor = 0,96) para o tempo de descolagem; O aumento da temperatura intrapulpar foi inferior a 1°C em todos os grupos, mostrando que o laser de Er,Cr:YSGG pode ser usado com sucesso e segurança para descolagem de facetas dissilicato de lítio e feldspáticas.
Non-Invasive Retrieval of Prefabricated Zirconia Crowns with Er, Cr: YSGG Laser from Primary and Permanent Teeth	McCall CW (2020)	Er,Cr:YSG	Teste do tempo de descolagem e variação de temperatura intrapulpar na remoção de coroas de zirconia cimentadas com CIV modificado por resina em molares permanentes e decíduos.	lovômero de Vidro Modificado por Resina BioCem; não cita tempo de fotoativação	2780nm; 4.5W e 15Hz; 5W e 15Hz Ambos por 2 min Refrigeração com jato de água e ar Distância laser-amostra: 2-5mm Irradiação por varredura	O tempo médio para remoção da coroa do molar permanente por meio do laser de molar permanente foi de 3 minutos e 47,7 segundos e do molar decíduo foi de 2 minutos e 5 segundos; As mudanças de temperatura para os dentes permanentes foi de 2,48°C e 3,8°C para configurações de laser mais altas; e 3,14°C para dentes decíduos; O tempo para descolagem foi correlacionado de forma positiva com a área de superfície interna, volume interno, volume externo e o volume de cimento.