

*Ana Sofia Meneses de Oliveira*

LASER na descolagem de *brackets* ortodônticos – Revisão  
Narrativa

Faculdade Ciências da Saúde

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 14 de julho 2022



*Ana Sofia Meneses de Oliveira*

LASER na descolagem de *brackets* ortodônticos – Revisão Narrativa

Faculdade Ciências da Saúde

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 14 de julho 2022

Título da dissertação: LASER na descolagem de *brackets* ortodônticos – Revisão Narrativa

Nome do Autor: Ana Sofia Meneses Oliveira

Nº de Aluna: 22131

Curso: Mestrado Integrado de Medicina Dentária

Data: 14 de julho 2022

Docente Orientador: Prof.<sup>a</sup> Doutora Mónica Morado Pinho

---

(Ana Sofia Meneses de Oliveira)

Dissertação apresentada à Universidade Fernando Pessoa como requisito para  
obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária, em junho de 2022

## Resumo

Ao longo dos anos, a Ortodontia tem sido uma das áreas com maior evolução, tendo como objetivo de reduzir o desconforto do paciente durante o tratamento ortodôntico. O LASER é utilizado em várias áreas de Medicina Dentária, sendo aplicado na Ortodontia para diminuir a dor, mas também para auxílio na descolagem de *brackets* ortodônticos metálicos e cerâmicos. Neste último caso, uma radiação proveniente do LASER é emitida de forma a incidir diretamente no *bracket* e no tecido duro (esmalte), tendo em vista a degradação da ligação de união entre o esmalte e o compósito aplicado no início do tratamento, permitindo consequentemente o deslocamento do *bracket*. Essa emissão de energia proveniente do LASER é influenciada por vários parâmetros que devem ser avaliados, tais como a temperatura da polpa dentária, o risco de fissuras/fraturas ou a força de união entre o esmalte o *bracket*. A presente pesquisa bibliográfica procurou analisar publicações relevantes na área de aplicação do laser como meio de tratamento dentário para a remoção de *brackets*, ambicionando uma terapêutica de maior qualidade para o paciente.

Palavras-chave: *Brackets* Ortodônticos, LASER, descolagem.

## Abstract

Over the years, Orthodontics has been one of the areas with greatest evolution, with the aim of reducing patient discomfort during orthodontic treatment. LASER is used in several areas of dentistry, being applied in orthodontics to reduce pain, but also to aid in detaching metal and ceramic orthodontic brackets. In this latter case, radiation from the laser is emitted to directly hit the bracket and the hard tissue (enamel), in order to degrade the bond between the enamel and the composite applied at the beginning of the treatment, consequently allowing the displacement of the bracket. This energy emission from the laser is influenced by several parameters that must be evaluated, such as the temperature of the dental pulp, the risk of cracks/fractures or the bond strength between enamel and bracket. The present review of the literature sought to analyse relevant publications in the area of the application of laser as a means of dental treatment for the removal of brackets, with the aim of providing a higher quality treatment for the patient.

Keywords: *Brackets* Orthodontic; LASER; Debonding.

## Dedicatórias

Aos meus avós (Abílio e Fernanda).

## Agradecimentos

Aos meus avós (Abílio e Fernanda) pois sem a sua preciosa ajuda não teria sido possível concretizar mais esta etapa. Agradeço-lhes o carinho, o afeto e os ensinamentos que me transmitiram ao longo destes anos.

À minha mãe e à minha irmã, pelo amor, pela paciência, pelo apoio e pela confiança.

Aos meus tios e primos pelo apoio ao longo destes anos de formação.

Em Especial ao João, que me acompanhou durante estes últimos anos, pelo apoio, pelo amor incondicional, pela amizade, pelo companheirismo e (não esquecer) pela paciência.

A todos os meus amigos que aceitaram a minha ausência (curta ou prolongada) e sempre me apoiaram.

À minha orientadora, Professora Doutora Mónica Morado Pinho pela ajuda e incentivo na conclusão deste projeto.

A todos os professores com quem tive o privilégio de aprender e sem eles era impossível terminar o mestrado.

À Universidade Fernando Pessoa, por me ter acolhido como estudante/trabalhador e contribuir para a minha formação pessoal e profissional.

# Índice

<b>I. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1. MATERIAIS E MÉTODOS	3
<b>II. DESENVOLVIMENTO</b>	<b>4</b>
1. TIPOS DE LASER	5
2. APLICAÇÕES DO LASER EM ORTODONTIA	6
3. PROCESSO DE DESCOLAGEM DE <i>BRACKETS</i>	7
<i>I. Ablação Térmica</i>	7
<i>II. Amolecimento Térmico</i>	7
<i>III. Fotoablação</i>	7
4. CONSEQUÊNCIAS CLÍNICAS	7
<i>a) Microfissuras do Esmalte (EMCs)</i>	7
<i>b) Lesões na Polpa Dentária (consequências na temperatura intrapulpar)</i>	8
<i>c) Força de Ligação (Resistência de Cisalhamento – SBS)</i>	8
<b>III. DISCUSSÃO</b>	<b>9</b>
<b>IV. CONCLUSÃO</b>	<b>15</b>
<b>V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>16</b>
<b>VI. ANEXOS</b>	<b>19</b>

# Índice de Figuras

FIGURA 1- SUMÁRIO DA HISTÓRIA DO DESENVOLVIMENTO DO LASER (KANG, RABIE E WONG, 2014). \_\_\_\_\_ 4

# Índice de Tabelas

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DOS LASERS DENTÁRIOS ( VERMA ET AL., 2012 ; NALCACI E COKAKOGLU, 2013; ARJUN KARRA, 2014; KANG, RABIE E WONG, 2014; SINGH ET AL., 2014; BORZABADI-FARAHANI E CRONSHAW, 2017; COLUZZI, DONALD J.E PARKER, 2017; PATRICIA M. SIMÕES, 2015; MOTE ET AL., 2020 ).	5
TABELA 2 – CLASSIFICAÇÃO DA APLICAÇÃO DOS LASER EM ORTODONTIA ( VERMA ET AL., 2012; NALCACI E COKAKOGLU, 2013; ARJUN KARRA, 2014; KANG, RABIE E WONG, 2014; SINGH ET AL., 2014; MOTE ET AL., 2020).	6
TABELA 3 - RESUMO DA ANÁLISE EFETUADA TENDO EM CONTA O PARÂMETRO DA TEMPERATURA PULPAR	19
TABELA 4 - RESUMO DA ANÁLISE EFETUADA TENDO EM CONTA O PARÂMETRO DE MICROFISSURAS/FRATURAS	21
TABELA 5 - RESUMO DA ANÁLISE EFETUADA TENDO EM CONTA O PARÂMETRO DE SBS (FORÇA DE UNIÃO) E ARI (ÍNDICE DE RUGOSIDADE)	22

# Índice de Abreviaturas

SBS – Força de Cisalhamento

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

Bis-GMA – Bisfenol A-Metacrilato de Glicidila

Er:YAG – Granada de alumínio de ítrio dopado com érbio

Nd:YAG – Granada de alumínio de ítrio dopado com neodímio

Er,Cr:YSGG - Granada de ítrio – escândio - gálio dopado com érbio e crómio

ARI – Índice remanescente de adesivo

## I. Introdução

Na ortodontia o tratamento de uma má-oclusão implica na grande maioria das vezes o uso de aparelhos fixos (sistemas multi-*bracket*) com *brackets* de cerâmica ou metal. Na aplicação desta abordagem terapêutica, os *brackets* ortodônticos necessitam de uma superfície acrílica, cerâmica, de resina composta ou de esmalte e de um sistema adesivo adequado para a sua fixação durante todo o tempo pretendido para o tratamento. Após esta fase, quando se efetua a descolagem dos *brackets* aplicados são necessárias técnicas capazes provocar a quebra das ligações entre a superfície do esmalte e o próprio *bracket* (Grzech-Leśniak *et al.*, 2018; Grazioli *et al.*, 2021).

Os métodos convencionais de descolagem de *brackets* ortodônticos recorrem ao uso de alicates específicos, sendo aplicadas forças de compressão lentas e intermitentes para quebrar as ligações compósito/*bracket*. No entanto, as forças exercidas devem ser cuidadosamente controladas por parte do operador, dado que podem levar ao surgimento de fissuras no esmalte ou em casos mais extremos fraturas na estrutura dentária e/ou do *bracket* assim como níveis de dor relevantes. Este enquadramento tem levado a um processo evolutivo das técnicas inerentes ao processo de descolagem, de forma a evitar o desconforto do paciente na fase final do tratamento (Mollabashi *et al.*, 2019; Downarowicz *et al.*, 2020; Khalil, Tamish e Elkalza, 2022).

Neste sentido, vários estudos têm sido realizados ao longo do tempo envolvendo diversas técnicas para remoção dos *brackets* ortodônticos, tais como: i) o uso de alicates convencionais (descolagem mecânica); ii) uso de ultrassons; iii) descolagem eletrotérmica; ou iv) o uso de LASER. Tendo os procedimentos enumerados, o presente trabalho foca-se neste último tipo de abordagem que envolve a utilização do LASER como meio de remoção dos dispositivos dentários em causa ( Subramani e Bollu, 2020; Khalil, Tamish e Elkalza, 2022).

A “amplificação da luz de emissão de radiação estimulada” ou em termos conhecidos LASER foi introduzido em Medicina Dentária em 1989. Nos últimos tempos, o LASER tem sido utilizado em vários campos da Medicina Dentária como suplemento ou substituto de procedimentos convencionais, falando por exemplo de gengivectomia, frenectomia, remoção de cárie ou procedimentos cirúrgicos. Na Ortodontia, o LASER não ficou esquecido e abriu horizontes à aceleração dos movimentos dentários, no controlo da dor, na adesão de *brackets* ortodônticos bem como na sua descolagem (Downarowicz *et al.*, 2020; Hoteit, Nammour e

Zeinoun, 2020).

Esta técnica de descolagem de *brackets* ortodônticos através de LASER é um método com benefícios para o paciente dado que reduz o desconforto em comparação com as técnicas de remoção tradicionais em que existe a aplicação de forças para a descolagem. Além disso, existe inerentemente uma redução do risco de provocar fissuras ou mesmo fraturas no esmalte. Apesar destas vantagens, a utilização do LASER pode levar a um aumento da temperatura intrapulpal ou a fraturas/fissuras (resistência de ligação (SBS)). Dado o contexto apresentado, o presente trabalho tem como objetivo central a revisão bibliográfica dos trabalhos mais relevantes publicados na área da aplicação do LASER como meio de descolagem e remoção dos *brackets* com vista a um tratamento de maior qualidade e com menores danos para o paciente. A minha escolha recaiu sobre este tema por ser uma área que me desperta bastante interesse e onde eu gostaria de investir fazendo uma especialização.

## 1. Materiais e Métodos

Na concretização desta dissertação, foi realizada uma pesquisa no período compreendido entre março e abril de 2022. Essa pesquisa foi baseada em informação científica e obtida nas bases de dados online, recorrendo aos motores de busca: PubMed; MEDLINE e Sciencedirect. Para se obter o máximo de informação relativamente ao tema, foram usadas as seguintes combinações: “*Debonding orthodontic brackets with LASER or pliers*” ou “*LASER debonding orthodontic brackets*”; palavras-chaves como “*LASER*”; “*brackets orthodontics*”; “*debonding*”. Foram encontrados 31 artigos que obedeciam aos seguintes critérios de inclusão: publicados entre 2018 e 2022, ensaios *in vitro*, revisão sistemática, ensaio *ex-vivo*, casos clínicos.

Foram excluídos todos aqueles cujos resumos estavam fora dos objetivos do trabalho. Assim a primeira seleção foi feita baseada na correlação do tema deste trabalho com os títulos, resumos e palavras-chaves dos artigos. O segundo filtro foi selecionar só os artigos realizados em humanos e escritos em inglês. No total, foram selecionados **19** artigos que foram classificados segundo o tipo de artigo (revisão da literatura, revisão sistemática, casos clínicos, ensaios *in vitro*) e a data de publicação (2018-2022).

## II. Desenvolvimento

Em 1917, Albert Einstein gerou as 1<sup>as</sup> teorias e os 1<sup>os</sup> princípios sobre a tecnologia LASER, tal como os conceitos chaves relacionados, desenvolvendo a teoria de emissão de energia estimulada. Neste âmbito, a relação entre átomos, moléculas, energia absorvida e energia emitida foi devidamente explicada e fundamentada. Em 1960, o físico Theodore H. Maiman levou a cabo o desenvolvimento do LASER constituído por cristal de rubi. Entretanto, ao longo dos anos têm vindo a ser propostos e introduzidos na atividade prática vários LASERs, por exemplo: i) *Nd:YAG (Neodymium-doped Yttrium Aluminium Garnet)*; ii) LASER árgon; iii) LASER díodo; ou iv) LASER de CO<sub>2</sub>. No decorrer da evolução tecnológica, em 1989, *Keller e Hibst* demonstraram corte no osso, na dentina e no esmalte ao utilizar o LASER *Er:YAG*, conseguindo desta forma ir de encontro das necessidades dentárias. Durante os anos 90, a *Food and Drug Administration (FDA)* propôs o uso do LASER *Er:YAG*, e do LASER díodo como dispositivos médicos para o auxílio dos tratamentos de interesse. Na Figura 1, sumariza-se o desenvolvimento e introdução da tecnologia do LASER no âmbito dos procedimentos médicos de interesse ( Reza *et al.*, 2011; Nalcaci e Cokakoglu, 2013; Convissar, 2016; Maiman, 2018).

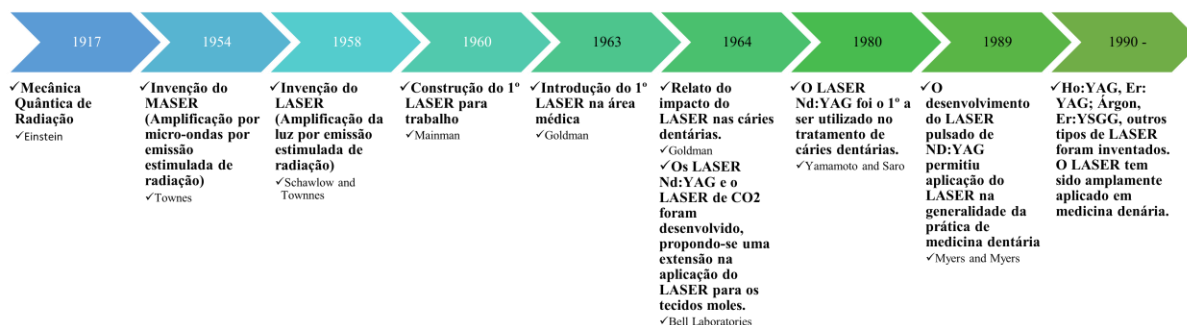


Figura 1- Sumário da História do desenvolvimento do LASER (Kang, Rabie e Wong, 2014).

Em termos gerais, o LASER é uma técnica com propriedades diferenciadoras que distinguem o feixe de luz emitido da luz normal. Neste sentido, as ondas de luz emitidas e que compõe o LASER têm um comprimento de onda mais estreito, o que se traduz na emissão de uma só cor, designando-se por isso como **monocromático** face às ondas de luz que constituem a designada luz visível, i.e., a luz convencional ou luz branca que é vista pelo ser humano, tendo diversas amplitudes e comprimentos de onda amplos. Ademais, a **colimação** caracteriza o feixe emitido na tecnologia LASER tendo este apenas uma direção, assim como a **coerência** dado que as respetivas ondas de luz são todas idênticas (Kang, Rabie e Wong, 2014; Yeragi *et al.*, 2019).

## 1. Tipos de LASER

Diferentes abordagens à tecnologia LASER começaram a ser utilizados na década de 60 do século passado, sendo a 1ª Geração empregue para o tratamento de tecidos moles. Relativamente às aplicações de LASER em tecidos duros, surgiram primeiramente problemas como o aumento da temperatura pulpar que provocaram fenômenos inflamatórios. Contudo, ao longo dos anos ocorreu um aperfeiçoamento tecnológico, sendo atualmente os LASERS classificados por categoria de aplicação (Tecidos Moles/ Tecidos Duros/ Diversos) como descritos na tabela 1 (Verma *et al.*, 2012 ; Nalcaci e Cokakoglu, 2013; Arjun Karra, 2014; Kang, Rabie e Wong, 2014; Singh *et al.*, 2014; Borzabadi-farahani e Cronshaw, 2017; Coluzzi, Donald J.e Parker, 2017; Patricia M. Simões, 2015; Mote *et al.*, 2020).

Tabela 1 - Classificação dos LASERS dentários ( Verma *et al.*, 2012 ; Nalcaci e Cokakoglu, 2013; Arjun Karra, 2014; Kang, Rabie e Wong, 2014; Singh *et al.*, 2014; Borzabadi-farahani e Cronshaw, 2017; Coluzzi, Donald J.e Parker, 2017; Patricia M. Simões, 2015; Mote *et al.*, 2020 ).

<i>Categoria</i>	<i>Aplicação</i>	<i>Tipo de LASER</i>
<i>Tecidos Moles</i>	Gengivectomia / Gengivoplastia	<i>Nd:YAG; LASER dído; CO<sub>2</sub>; Er:YAG; Er,Cr:YSGG</i>
	Frenectomia	<i>CO<sub>2</sub>; Er:YAG; Nd:YAG, LASER dído</i>
	Exposição de um lente impactado	<i>Er:YAG; Er,Cr:YSGG, CO<sub>2</sub>; Nd:YAG; LASER dído</i>
<i>Tecidos Duros</i>	Suporte de união/ Colagem de <i>brackets</i>	<i>CO<sub>2</sub>; Nd:YAG; Er:YAG;</i>
	Descolamento de <i>brackets</i>	<i>CO<sub>2</sub>; Er:YAG; Nd:YAG; LASER dído; Er,Cr:YSGG</i>
<i>Diversos</i>	Dessensibilização	<i>CO<sub>2</sub>; Argon</i>
	Remoção de tecido cariado	<i>Er:YAG; Nd:YAG</i>
	Controlo da dor	<i>LASER de baixo nível / LASER dído</i>
	Movimento Dentário	<i>LASER de baixo nível</i>
	Cicatrização óssea após expansão	<i>LASER de baixo nível</i>

## 2. Aplicações do LASER em ortodontia

Relativamente à aplicação dos LASERS na área de ortodontia, os diversos tipos de LASER são denominados em função dos elementos químicos, moléculas ou compostos utilizados. Desta forma, os cinco tipos de LASER mais utilizados estão descritos resumidamente na tabela 2. (Verma *et al.*, 2012; Nalcaci e Cokakoglu, 2013; Arjun Karra, 2014; Singh *et al.*, 2014; Kang, Rabie e Wong, 2014; Mote *et al.*, 2020).

Tabela 2 – Classificação da aplicação dos LASER em ortodontia ( Verma *et al.*, 2012; Nalcaci e Cokakoglu, 2013; Arjun Karra, 2014; Kang, Rabie e Wong, 2014; Singh *et al.*, 2014; Mote *et al.*, 2020).

<b>Nome</b>	<b>Elemento ativo</b>	<b>Comprimento de onda</b>	<b>Espectro de luz</b>	<b>de Aplicação Clínica</b>
<b>LASER Díodo</b>	Semicondutor	635nm; 670nm; 810nm; 830nm; 980 nm	Visível; infravermelho	Desbridamento sulcular (Periodontia)/ Cirurgia/ Tecidos Moles
<b>Er:YAG</b> (Granada de alumínio de ítrio dopado com érbio)	Sólido	2780nm	Infravermelho	Remoção de cáries e preparação dos dentes; Cirurgia de tecidos Moles
<b>CO<sub>2</sub> LASER</b>	Dióxido de Carbono (Gás)	9300nm; 9600nm; 10600nm	Infravermelho	Cirurgia de tecidos moles/ Modificação da superfície de esmalte
<b>Nd:YAG</b> (Granada de alumínio de ítrio dopado com neodímio)	Sólido	1064nm	Infravermelho	Remoção de superfície de esmalte cariada/ cirurgia de tecidos moles
<b>Er:Cr:YSGG</b> (Granada de ítrio - escândio- gálio dopado com érbio e crómio)	Sólido	2780nm	Infravermelho	Tecidos Duros

### 3. Processo de Descolagem de *brackets*

Nas abordagens possíveis para este tipo de procedimento, três tipos de intervenções podem ser empregues para o amolecimento do adesivo, nomeadamente:

#### I. Ablação Térmica

Provoca um aumento exponencial de temperatura, levando ao descolamento do *bracket* do dente (Heidari e Torkan, 2013; Ngan *et al.*, 2020);

#### II. Amolecimento Térmico

Como o nome indica existe uma redução da aderência do compósito por amolecimento, provocando a fácil descolagem do *bracket*, sendo este um processo lento que pode provocar um aumento temperatura do dente e do *bracket* em causa (Heidari e Torkan, 2013; Ngan *et al.*, 2020);

#### III. Fotoablação

Consiste no aumento de energia ao nível dos átomos do compósito provocando a dissociação do material (Heidari e Torkan, 2013; Ngan *et al.*, 2020).

Adicionalmente, importa realçar que dos três processos acima descritos, a Ablação Térmica e a Fotoablação são procedimento rápidos de impulso de energia, existindo pouca difusão de calor o que leva a que quer a temperatura do *bracket* quer a temperatura do dente se mantenham próximas das fisiológicas, algo que não se verifica no Amolecimento Térmico, como referido. No tipo de processos enumerados são utilizados diferentes tipos de LASER, nomeadamente, LASER de CO<sub>2</sub>, LASER *Er:YAG*, LASER díodo ou LASER *Nd:YAG*.

### 4. Consequências clínicas

Face a todas as propriedades e características a ter em conta nas aplicações envolvendo a tecnologia a LASER, existem diversas lesões possíveis (Subramani e Bollu, 2020; Khalil, Tamish e Elkalza, 2022), distinguindo-se estas de acordo com os seguintes parâmetros:

#### a) Microfissuras do Esmalte (EMCs)

As forças a serem aplicadas para provocar a descolagem do *bracket* ortodôntico, conduzem a alterações morfológicas, que podem ser ou não visíveis a olho nu, podendo assim ser

comprometida a integridade do esmalte (Dumbryte *et al.*, 2018; Dumbryte e Malinauskas, 2021).

b) Lesões na Polpa Dentária (consequências na temperatura intrapulpar)

A incidência do LASER produz uma onda de calor na superfície dentária, fazendo com que haja um aumento da temperatura da polpa dentária. Diversos autores referem que este aumento de temperatura da polpa dentária ronda os 5.5 °C. Contudo, deve-se ter algum cuidado quando avaliamos este parâmetro visto que existe diferentes estudos com diferenças entre a temperatura pulpar vital (Nasiri *et al.*, 2019).

c) Força de Ligação (Resistência de Cisalhamento – SBS)

O SBS na literatura é referido como apoio as forças oclusais e ortodônticas e previne o dano no esmalte. Assim quanto mais força é aplicada para descolar o *bracket* mais aumenta a possibilidade de fratura do esmalte. (Ghazanfari, Nokhbatolfoghahaei e Alikhasi, 2016; Hoteit, Nammour e Zeinoun, 2019).

### III. Discussão

Como referido anteriormente, este trabalho pretende analisar artigos relevantes publicados no período compreendido entre 2018 e 2021 que abordam a problemática da descolagem de *brackets* ortodônticos com a tecnologia de LASER, tendo em conta parâmetros como a temperatura pulpar, as microfissuras de esmalte, força de cisalhamento (SBS) e o índice de rugosidade (índice remanescente de adesivo) proveniente do descolamento do *bracket*. Em anexo encontram-se tabelas com os resumos dos artigos avaliados nesta revisão.

*Dumbryte et al.*, efetuaram uma revisão sistemática que incluiu estudos de 2001 a 2017, avaliando a descolagem de *brackets* cerâmicos e metálicos em dentes humanos, usando alicates específicos. Entre as investigações analisadas encontram-se vários estudos que avaliaram os efeitos em pré-molares, outro que analisou as consequências em dentes incisivos e outro que investigou os efeitos em vários grupos denários. Após a remoção, verificou-se um aumento de microfissuras comparando com os estados da estrutura dentária antes da descolagem. No entanto, vale a pena salientar uma inconsistência na pesquisa efetuada, dado que os valores analisados não são suficientes para determinar um valor específico relativo à microfissuração. Ademais, o aumento de microfissuras no esmalte é realçado como uma consequência inevitável do processo de descolagem (*Dumbryte et al.*, 2018).

Em 2018, *Arima et al.*, efetuaram um estudo *in vitro* em dentes incisivos mandibulares de bovinos, aplicando *brackets* cerâmicos com compósito de Bis-GMA fotopolimerizável (contendo microcápsulas expansíveis ao calor) e tendo em conta vários parâmetros na descolagem de *brackets* com LASER de CO<sub>2</sub>. Em geral, os autores concluíram que a utilização do LASER de CO<sub>2</sub> sobre o compósito Bis-GMA fotopolimerizável é uma mais valia, dado que durante a aplicação do LASER a temperatura da câmara pulpar não atingiu o limite, não levando a qualquer dano pulpar (*Arima et al.*, 2018).

*Palmer et al.*, realizaram um estudo *in vitro* e reportaram que a utilização do *Er:YAG* não é adequada como técnica de remoção de *brackets*, dado que se verifica um aumento da rugosidade no esmalte dentário (*Palmer et al.*, 2018).

Em 2018, *Yassaei, Aghili e Ebrahimi-Nik*, analisaram 90 *brackets* colocados em outros tantos dentes pré-molares, usando diferentes modos de irradiação de LASER díodo. Após esta investigação, conclui-se que a irradiação contínua ou pulsada do LASER não pode ser

desligada do aparecimento de fraturas/fissuras no esmalte, nem do aumento de temperatura pulpar, embora este acréscimo seja extremamente baixo (Yassaei, Aghili e Ebrahimi-Nik, 2018).

*Nalbantgil, Tozlu e Oztoprak*, realizaram um estudo *in vitro*, indicando que o principal objetivo do mesmo foi encontrar o nível de energia adequado do laser *Er:YAG* para uso clínico, não causando também qualquer tipo de lesão iatrogénica. Assim, *Nalbantgil*, refere que quanto maior a potência aplicada com LASER *Er:YAG*, menor terá de ser a força exercida para a descolagem. Adicionalmente, relata-se que quando a força de cisalhamento era inferior, os resíduos provenientes do adesivo (ARI) eram superiores. Sobre as técnicas usadas na descolagem, indicou-se que a ablação térmica exige mais tempo de incidência de luz, provocando um aumento de temperatura pulpar, algo que não foi reportado quando usada a fotoablação. Conclui assim que o nível de energia mais eficaz e mais seguro para proceder à descolagem de *brackets* ortodônticos é a potencia de 4W (Nalbantgil, Tozlu e Oztoprak, 2018).

*Eid e Abd El Halim*, concluíram que o LASER *Er:YAG* quando aplicado para descolagem de *brackets* ortodônticos provocam baixa quebra de ligação deixando a superfície de esmalte mais rugosa, exigindo assim maior tratamento de restaurabilidade por parte da equipa clínica. (Eid e Abd El Halim, 2018)

Em 2018, *Grzech- Lesniak et al.*, verificaram que o LASER *Er:YAG* diminui o risco de fissuras no esmalte. O aumento da temperatura da polpa só foi detetado após o uso de *LASERs* de alta potência, relatando assim um aumento de 1,8°C, algo que não provou danos pulpares. Entre as conclusões alcançadas, vale a pena realçar que a utilização do LASER *Er:YAG* na remoção de *brackets* metálicos e cerâmicos se revelou segura. Apesar dos resultados, indicou-se que são necessários mais estudos para avaliar o impacto do LASER na superfície dentária, na SBS e na temperatura pulpar *in vitro* (Grzech-Leśniak *et al.*, 2018).

*Stein et al.*, investigaram o aumento de temperatura da polpa dentária resultante da descolagem de *brackets* cerâmicos utilizando o LASER díodo com emissão de 445 nm, realizando um estudo *in vitro*. O LASER díodo é utilizado normalmente com radiações com comprimentos de 810-990 nm, sendo por isso a absorção da energia por parte do esmalte elevada, o que provoca um aumento de temperatura que tem origem nas interações entre a energia emitida pelo díodo e a água presente no esmalte. Ademais, num dos grupos avaliados verificou-se também um aumento de temperatura da camara pulpar de 2,23°C, embora não

tenha sido provocada necrose pulpar. Com base nos estudos apresentados, conclui-se que a vitalidade da polpa dentária não é afetada durante a descolagem de *brackets* ortodônticos. (Stein *et al.*, 2018)

De forma a completar a sua pesquisa, Stein *et al.*, iniciou um novo estudo para determinar o parâmetro da resistência da força de ligação (SBS), relacionado esta investigação com os resultados das anteriores. Neste estudo adicional foram apresentados os LASERs utilizados a descolagem de *brackets* ortodônticos e os respectivos comprimento, a avaliação teve como base o aumento da temperatura pulpar dentária, após a remoção dos *brackets*. Nesta investigação, testou-se a aplicação do LASER antes da descolagem de *brackets* ortodônticos para verificar a força de cisalhamento (SBS), diminuindo assim o risco de microfissuras/fraturas. Os autores concluíram que a aplicação do LASER de diodo com o comprimento de onda de 445 nm antes da descolagem dos *brackets* ortodônticos provoca uma quebra de ligação de união entre o *bracket* e o esmalte, reduzindo os valores SBS e conseqüentemente o não aparecimento de fraturas (Stein *et al.*, 2018).

Em 2019, Nasiri *et al.* reportaram que os LASERs diodo diminuem a força de ligação necessária para a descolagem dos *brackets* sem interferir com a temperatura da polpa. Sobre o LASER *Er:YAG*, concluiu-se que este é eficaz para a diminuição das forças de ligação do *bracket* com o esmalte. De igual forma, o LASER *Nd:YAG* mostrou não afetar a força de ligação (SBS), não sendo por isso adequado para o respectivo uso neste procedimento, podendo também provocar um aumento da temperatura pulpar. Concluíram que *Nd:YAG* não alterava o SBS, não provocava alteração na ligação de união e por isso não é recomendado a sua utilização nos *brackets* metálicos. A utilização do LASER *Nd:YAG* a 2W, provoca um aumento considerável na temperatura pulpar, assim como pode afetar a superfície de esmalte. Indicam que sem mais estudos sobre aplicação deste LASER, não conseguem avaliar se a técnica será útil na prática (Nasiri *et al.*, 2019).

Mirhashemi *et al.*, avaliaram o efeito dos LASER *Er:YAG* e *Er,Cr:YSGG* na descolagem de *brackets* cerâmicos de blocos de compósito. Quando se efetuou a comparação com os restantes LASERs, tanto o LASER de CO<sub>2</sub> como o LASER *Nd:YAG*, com potências compreendidas entre 5W-8W, não apresentaram redução no SBS. Adicionalmente, a utilização do LASER diodo na aplicação de *brackets* monocristalinos revelou-se eficaz, no entanto em policristalinos não se verificaram melhorias. No estudo em causa não se demonstraram evidências da diminuição do valor de SBS após aplicação dos LASERs, contudo é necessário estudos adicionais para

diferentes tipos de LASERs e respectivas, de forma a conseguir chegar a uma conclusão abrangente (Mirhashemi *et al.*, 2019).

Em 2020, Koide, Tanaka e Endo, avaliaram o tempo de remoção de *brackets* com aplicação do LASER *Er,Cr:YSGG* usando também alicates específicos, concluindo que a utilização dos referidos alicates é vantajosa ao nível de tempo despendido na operação. A utilização do *Er,Cr:YSGG* foi sugerida para coadjuvar tratamento, auxiliando a remoção do resto de adesivo presente na superfície de esmalte. Sobre a temperatura atingida na superfície dentária e na câmara pulpar, não existem referencias bibliografias que ajudem a determinar se este tipo de LASER é adequado ao procedimento em causa (Koide, Tanaka e Endo, 2020).

Ferreira *et al.*, avaliou a rugosidade do adesivo após a remoção de *brackets* ortodônticos por diferentes métodos, efetuando-se um estudo *in vitro* com incisivos permanentes mandibulares de bovinos. Os resultados alcançados indicaram que a técnica jato de areia de óxido de alumínio (AOS) leva a um maior desgaste na superfície de esmalte, enquanto que a técnica de LASER *Er:YAG* conduz a um maior índice de rugosidade (Ferreira *et al.*, 2020).

Em 2020, Subramani e Bollu, dividiram a sua revisão sistemática em duas partes, avaliando todos os métodos existentes para proceder à descolagem de *brackets* ortodônticos. Focando-se a segunda parte do trabalho, todos os tipos de LASER disponíveis foram abordados, indicando-se o LASER é uma tecnologia valiosa no tratamento ortodôntico. No entanto, verificou-se também que não existe um consenso em determinar qual o LASER ideal para realizar o descolamento de *brackets* sem produzir nenhum dano ao paciente (Subramani e Bollu, 2020).

Em 2020, Ngan *et al.* apresentaram um inquérito a todos os ortodontistas, sendo o mesmo revisto pela Associação Americana de ortodontistas. O questionário em causa tinha como âmbito a pesquisa das técnicas utilizadas pelos ortodontistas no deslocamento de *brackets*, revelando que a maioria desconhecia a utilidade e a aplicação do LASER nesse procedimento. Entre os que conheciam os princípios básicos, conclui-se que a terapêutica não era utilizada devido ao custo, pelo desconhecimento pormenorizado acerca do funcionamento da técnica ou pelas implicações associadas ao calor excessivo (Ngan *et al.*, 2020).

Hoteit, Nammour e Zeinoun, avaliaram a topografia do esmalte da face do dente antes e após a aplicação de LASER com diferentes configurações na descolagem de *brackets* ortodônticos. Depois de avaliar a superfície de esmalte, conclui-se a utilização indevida do LASER pode

provocar fissuras/fraturas no esmalte e até mesmo perda de esmalte. Em relação aos valores de SBS, constata-se que estes não podem ser determinados, já que estão dependentes de diversos fatores. Contudo a aplicação do *Er,Cr:YSGG* ajudou a proteger o esmalte após a descolagem de *brackets* (Hoteit, Nammour e Zeinoun, 2020).

Em 2020, *Downarowicz et al.* analisaram experimentalmente o efeito térmico da aplicação dos LASERs *Er:YAG* e *Er,Cr:YSGG* na descolagem de *brackets* ortodônticos. Os referidos autores, verificaram que o LASER *Er:YAG* com dois comprimentos de onda diferentes, não provoca danos na polpa dentária nem no esmalte, dado tratar-se de um LASER que atinge menos tecido num intervalo temporal menor (*Downarowicz et al.*, 2020).

Em 2021, *Ajwa et al.* analisou a descolagem de *brackets* com o LASER *Er:YAG*, comparativamente por um procedimento de descolagem convencional com alicates específicos. Parâmetros como a superfície de esmalte, o tempo de duração de aplicação do LASER e a sua temperatura foram devidamente avaliados. No processo de descolagem com o referido tipo de LASER verificou-se que existe um dano reduzido no esmalte (quer fraturas, quer fissuras), havendo, no entanto, um aumento de rugosidade que leva a um maior tempo de recuperação do dente, requerendo outros processos de reabilitação oral. Sobre a temperatura da câmara pulpar, não se verificou nenhum aumento relevante que provocasse algum dano pulpar (*Ajwa et al.*, 2021)

*Grazioli et al.*, efetuaram uma revisão sistemática da bibliografia existente sobre os métodos para remoção de compósitos residuais na recolocação de *brackets* ortodônticos, verificando-se que o LASER CO<sub>2</sub> não é adequado para retirar o adesivo e recolocação de *brackets*. Já o LASER *Er:YAG* mostrou-se bastante eficaz na operação pretendida, alertando-se que devem ser tomadas medidas adicionais na utilização deste método (*Grazioli et al.*, 2021).

*Matos et al.*, estudaram a descolagem de *brackets* cerâmicos com o LASER de CO<sub>2</sub>, avaliando os seguintes parâmetros: o SBS, o ARI, o modo de adesão e de fratura com diferentes compósitos. Os autores concluíram que quando aplicado o LASER de CO<sub>2</sub>, a potência variada, existem poucas indicações sobre o possível o aquecimento da temperatura pulpar. Após a análise, verificou-se que se obteve 4,7° C de aquecimento da camara pulpar, com um valor limite de 5,5°C detetado. Ademais, determinou-se que o LASER de CO<sub>2</sub> quebrou as ligações entre o compósito e os *brackets* ao esmalte facilitando a sua descolagem, contudo só foram avaliados os efeitos da irradiação de energia (10W) com um determinado tempo, tendo o estudo

um foco em diferentes compósitos. Acerca do índice de SBS, não se conseguiram determinar valores, contudo indicou-se que o LASER de CO<sub>2</sub> diminui o referido índice. Relativamente ao parâmetro da temperatura pulpar, obtiveram-se poucos dados além dos já referidos, não sendo por isso possível determinar se existe ou não aumento da temperatura da câmara pulpar durante a aplicação do LASER CO<sub>2</sub> (Matos *et al.*, 2021).

Em 2022, Mesaros, Mesaro e Buduru, realizaram uma revisão sistemática dos trabalhos realizados nos últimos 30 anos sobre a remoção de *brackets* utilizando LASER. Após este trabalho, conclui-se que a utilização de vários tipos de LASER provaram ser benéficos, não conseguindo no entanto indicar claramente qual o tipo de LASER mais adequado e mais seguro a utilizar (Mesaroş, Mesaroş e Buduru, 2022).

Khalil, Tamish e Elkalza avaliaram-se vários parâmetros no estudo da avaliação química e ultrassónica após a aplicação do LASER díodo e do LASER *Er:YAG* na descolagem de *brackets* cerâmicos, sendo esta investigação realizada *in vitro*. Nesta análise foram considerados vários parâmetros que excluimos do presente trabalho, contudo determinou-se que na descolagem de *brackets* cerâmicos com o LASER díodo e LASER *Er:YAG*, este último é mais eficaz na descolagem de *brackets* cerâmicos, existindo no entanto um aumento de Índice de Adesivo Remanescente e uma redução de SBS. No que diz respeito ao LASER díodo, demonstrou-se a sua utilidade no auxílio na descolagem dos *brackets*, diminuindo o SBS, e não revelando diferenças em relação ao índice de ARI (Khalil, Tamish e Elkalza, 2022).

## IV. Conclusão

Embora na pesquisa efetuada não tenha sido possível determinar qual o LASER mais adequado na descolagem de *brackets* ortodônticos, dado que não existe consenso na literatura da especialidade, foi possível determinar que:

- Os LASERs da família *Erbium* poderão ser capazes de efetuar a descolagem de *brackets* ortodônticos numa determinada potência, respeitando o limite da temperatura pulpar;
- O LASER diodo demonstram também conseguir cumprir esse objetivo, quando emitidos num comprimento de onda de 445nm;
- Em relação ao índice de SBS, o LASER *Er:YAG* não se revela eficaz (avaliando o ARI) na remoção total de adesivo remanescente, levando à necessidade de mais tratamentos restauradores para efetuar a completa remoção, algo que tem como consequência um tratamento para o paciente mais extenso e demorado;
- O LASER *Er,Cr:YSGG* revela-se útil como coadjuvante no tratamento, auxiliando na remoção do adesivo residual.

Apesar do referido, existem diversas variáveis que não foi possível analisar na totalidade e com o devido suporte de literatura, nomeadamente, parâmetros como: tipo de *bracket*, tipo de adesivo utilizado na adesão dos *brackets*, temperatura pulpar após aplicação da emissão do LASER, índice de adesivo remanescente ou força de cisalhamento proveniente da união do *bracket* – esmalte. Assim, é necessário efetuar mais investigações e estudos para conseguir analisar todos os parâmetros listados.

## V. Referências Bibliográficas

- Ajwa, N. *et al.*(2021). The Effect of Erbium-Doped Yttrium Aluminum Garnet Laser in Debonding of Orthodontic Brackets: A Systematic Review of the Literature. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*, 39(11), pp. 725-733.
- Arima, S. *et al.* (2018). Easy Debonding of Ceramic Brackets Bonded with a Light-Cured Orthodontic Adhesive Containing Microcapsules with a CO<sub>2</sub> Laser. *Photomedicine and Laser Surgery*, 36(3), pp 1-7.
- Coluzzi, D. e Parker, S. P. A (2017). *Laser in Dentistry - Current Concepts*. Suíça. Springer.
- Convissar, R. A.(2016). *Principles and Practice of LASER Dentistry*. Missouri, Elsevier ed.
- Downarowicz, P. *et al.*(2020). Thermal effect of Er:YAG and Er,Cr:YSGG used for debonding ceramic and metal orthodontic brackets: An experimental analysis. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 29(5), pp. 557- 563.
- Dumbryte, I. *et al.* (2018). Enamel microcracks in the form of tooth damage during orthodontic debonding: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *European Journal of Orthodontics*, 40(6), pp. 636–648.
- Dumbryte, I. e Malinaukas, M. (2021). In vivo examination of enamel microcracks after orthodontic debonding: Is there a need for detailed analysis? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 159(2), pp. e103–e111.
- Eid, H.e Abd El Halim, S. (2018). Effect of Laser Etching on Bonding and Debonding of Orthodontic Bracketse. *Egyptian Dental Journal*, 64, pp.61-68.
- Ferreira, J. T. L. *et al.* (2020). Evaluation of enamel roughness in Vitro after orthodontic bracket debonding using different methods of residual adhesive removal. *Turkish Journal of Orthodontics*, 33(1), pp. 43-51.
- Freitas, P. M. e Simões, A.(2015). *Laser in Dentistry - Guide for clinical practice*. Oxford , Wiley Backwell.
- Ghazanfari, R., Nokhbatolfoghahaei, H., Alikhasi, M.(2016). Laser-Aided ceramic bracket debonding: A comprehensive review. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 7(1), pp. 2–11.
- Grazioli, G. *et al.* (2021). Residual adhesive removal methods for rebonding of debonded orthodontic metal brackets: Systematic review and meta-analysis. *Materials*, 14(20), pp. 2-11.
- Grzech-LeŚniak, K. *et al.* (2018). Er:YAG Laser for Metal and Ceramic Bracket Debonding: An In Vitro Study on Intrapulpal Temperature, SEM, and EDS Analysis. *Photomedicine and Laser Surgery*, 36(11), pp. 1-6.

- Grzech-LeŚniak, K. e Matys, J. (2021). The effect of Er:YAG lasers on the reduction of aerosol formation for dental workers. *Materials*, 14(11), pp. 1- 13.
- Heidari, S. e Torkan, S. (2013). Laser applications in orthodontics. *Journal of Lasers in Medical Sciences*. 4(4), pp. 151–158.
- Hoteit, M., Nammour, S. e Zeinoun, T. (2019). Assessment of microcracks and shear bond strength after debonding orthodontic ceramic brackets on enamel priorly etched by different Er,Cr:YSGG and Er:YAG laser settings without acid application: An in vitro study. *International Orthodontics*, 17(4), pp. 744–757.
- Hoteit, M., Nammour, S. Zeinoun, T. (2020). Evaluation of enamel topography after debonding orthodontic ceramic brackets by different Er,Cr:YSGG and Er:YAG lasers settings. *Dentistry Journal*, 8(1), pp. 1-15.
- Kang, Y., Rabie, A. B. e Wong, R. W. (2014). A review of laser applications in orthodontics. *International journal of orthodontics (Milwaukee, Wis.)*, 25(1), pp. 47-56.
- Karra, A. e Begum, M. (2014). Lasers in orthodontics. *International Journal of Contemporary Dental and Medical Reviews*, pp. 1–5.
- Khalil, A. S., Tamish, N. M.e Elkalza, A. R. (2022). Assessment of chemical, ultrasonic, diode laser, and Er:YAG laser application on debonding of ceramic brackets. *BMC Oral Health*, 22(1), pp. 1-11.
- Koide, K., Tanaka, S. e Endo, T. (2020). Use of the Er,Cr:YSGG laser for removing remnant adhesive from the enamel surface in rebonding of orthodontic brackets. *Springer*, 108(2), pp. 1-9.
- Maiman, T.H. (2018). *The Laser Inventor. Memoirs of Theodore H. Maiman*. Vancouver, Canada. Springer Biographies.
- Matos, D. S. *et al.* (2021) CO<sub>2</sub> Laser Irradiation for debonding ceramic orthodontic brackets. *Brazilian Dental Journal*, 32(2), pp. 45–52.
- Mesaros, A., Mesaros, M. e Buduru, S. (2022). Orthodontic Bracket Removal Using LASER-Technology— A Short Systematic Literature Review of the Past 30 Years. *Materials*, 15(2), pp. 1–12.
- Mirhashemi, A. H. *et al.* (2019). Effect of Er:YAG and Er,Cr:YSGG lasers on ceramic bracket debonding from composite blocks. *Frontiers in Dentistry*, 16(2), pp. 88-95 .
- Mote, N. *et al.* (2020). Lasers in orthodontics - A review. *Orthodontic Journal of Nepal*, 10(3), pp. 62-65.
- Nalbantgil, D., Tozlu, M. e Oztoprak, M. O. (2018). Comparison of Different Energy Levels of Er:YAG Laser Regarding Intrapulpal Temperature Change during Safe Ceramic Bracket Removal. *Photomedicine and Laser Surgery*, 36(4), pp.209–213.

- Nalcaci, R. e Cokakoglu, S. (2013). Lasers in orthodontics. *European Journal of Dentistry*, 7, pp. S119-S125.
- Nasiri, M. *et al.* (2019). Evaluation of the shear bond strength and adhesive remnant index in debonding of stainless steel brackets assisted with nd:Yag laser irradiation. *Frontiers in Dentistry*, 16(1), pp. 37-44).
- Ngan, A. Y. *et al.* (2020). Survey on awareness and preference of ceramic bracket debonding techniques among orthodontists. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 12(7), pp. e656- e662.
- Palmer, J. A. *et al.* (2018). Analysis of enamel surface roughness after different adhesive removal techniques for orthodontic bracket debonding. *Lasers in Dental Science, Springer*, 2(2), pp.1-7.
- Reza, F. *et al.*(2011). Laser in Orthodontics.. *In: Naretto, S. (Ed.) Principles in Contemporary Orthodontics*. Rijeka, Croácia / Shanghai, China, InTech, pp.129-180.
- Singh, H.*et al.* (2014). Lasers : An Emerging Trend in Dentistry. *Internacional Journal of Advanced Health Science*, 1(4), pp. 5–13.
- Stein, S.*et al.* (2018). Intrapulpal Temperature Increases Caused by 445-nm Diode Laser-Assisted Debonding of Self-Ligating Ceramic Brackets during Simulated Pulpal Fluid Circulation. *Photomedicine and Laser Surgery* , 36(4), pp. 185–190.
- Stein, S.*et al.* (2018). Effects of 445-nm Diode Laser-Assisted Debonding of Self-Ligating Ceramic Brackets on Shear Bond Strength. *Photomedicine and Laser Surgery*, 36(1), pp. 31–36.
- Subramani, K. e Bollu, P. (2020). Debonding of Orthodontic Ceramic brackets: A comprehensive review of the literature – Part 1. *IP Indian Journal of Orthodontics and Dentofacial Research*, 6(3), pp. 109–113.
- Subramani, K. e Bollu, P. (2020). Debonding of Orthodontic Ceramic brackets: A comprehensive review of the literature – Part 2. *IP Indian Journal of Orthodontics and Dentofacial Research*, 6(3), pp. 114–119.
- Verma, S.K. *et al.* (2012). Laser in dentistry: An innovative tool in modern dental practice. *National Journal of Maxillofacial Surgery*, 3, pp. 124-132.
- Yassaei, S., Aghili, H. e Ebrahimi-nik, Z.(2018). Different modes of diode laser irradiation: Effects on enamel surface and intrapulpal temperature at debonding. *Laser Therapy*. 27(3), pp. 214–218.
- Yeragi, E. *et al.* (2019). LASER Physics& its Application in Dentistry-A Review. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)*, 18(11), pp. 33–46.

## VI. Anexos

Tabela 3 - Resumo da análise efetuada tendo em conta o parâmetro da temperatura pulpar

Autor	Ano	Tipo de Estudo	Tipo de Laser utilizado	Conclusão
Arima <i>et al.</i>	2018	Estudo <i>In vitro</i>	LASER CO <sub>2</sub>	Utilizando o compósito BIS-GMA fotopolimerizável como ligação entre o <i>bracket</i> e o dente, concluíram que o LASER de CO <sub>2</sub> , não atinge o limite da câmara pulpar.
Yassaei, Aghili e Ebrahimi-Nik	2018	Estudo <i>In vitro</i>	LASER díodo	Concluíram que utilizando quer luz pulsada quer luz contínua existe um aumento de temperatura, contudo não é significativa.
Nalbantgil, Tozly e Oztoprak	2018	Estudo <i>In vitro</i>	<i>Er:YAG</i>	Sobre este parâmetro, os autores referem que existe um aumento de temperatura pulpar na aplicação prolongado do LASER quando é utilizada a técnica de ablação térmica. Já não se verifica quando estamos presentes a fotoablação.
Grzech-Lesniak <i>et al.</i>	2018	Estudo <i>In vitro</i>	<i>Er:YAG</i>	Verificaram que o aumento da temperatura da câmara pulpar foi de 1,8 esse aumento não foi suficiente para provocar danos.
Stein <i>et al.</i>	2018	Estudo <i>In vitro</i>	LASER Díodo (emissão de 445nm)	Neste Estudo <i>Stein</i> , verificou que houve um aumento de 2,23 Graus, contudo não provocou danos pulpare.

Tabela 3 - Resumo da análise efetuada tendo em conta o parâmetro da temperatura pulpar (continuação).

Autor	Ano	Tipo de Estudo	Tipo de LASER utilizado	Conclusão
Nasiri <i>et al.</i>	2019	Estudo <i>In vitro</i>	<i>Nd:YAG</i>	Concluíram que existe um aumento de temperatura pulpar com a utilização do LASER com potência de 2W, no entanto não conseguiram avaliar esse parâmetro nesse estudo.
Koide, Tanaka e Endo	2020	Estudo <i>In vitro</i>	<i>Er,Cr:YSGG</i>	Neste estudo, Koide, Tanaka e Endo não conseguiram determinar a temperatura da câmara pulpar.
Downarowicz <i>et al.</i>	2020	Estudo <i>In vitro</i>	<i>Er:YAG</i> <i>Er,Cr:YSGG</i>	Avaliaram com dois LASERs com 2 comprimentos de onda diferentes. Um LASER n.º 1 ( <i>Er,Cr:YSGG</i> ) verificaram que a temperatura não aumentou, já o LASER do grupo 2 ( <i>Er:YAG</i> ) aumentou a temperatura durante 3°C
Ajwa <i>et al.</i>	2021	Estudo <i>In vitro</i>	<i>Er: YAG</i>	Depois de analisar vários parâmetros verificaram que não existe variação de temperatura na câmara pulpar que provocasse qualquer tipo de dano.

Tabela 4 - Resumo da análise efetuada tendo em conta o parâmetro de microfissuras/fraturas

Autor	Ano	Tipo de estudo	Tipo de LASER utilizado	Conclusão
Dumbryte <i>et al.</i>	2018	Revisão sistemática	-	Analisou estudos entre 2001-2017, concluiu que existe um aumento de microfissuras/fraturas após a descolagem de <i>brackets</i> com alicates.
Yassaei, Aghili e Ebrahimi-Nik	2018	Estudo <i>In vitro</i>	LASER Díodo	Concluíram que era extremamente provável existência de fraturas/fissuras após a descolagem com o LASER Díodo.
Grzech-Lesniak <i>et al.</i>	2018	Estudo <i>In vitro</i>	<i>Er:YAG</i>	A aplicação do LASER <i>Er:YAG</i> na descolagem de <i>brackets</i> provocava menos força aplicada, assim diminuía o risco de fissuras e fraturas.
Stein <i>et al.</i>	2018	Estudo <i>In vitro</i>	LASER Díodo	Os autores concluíram aplicação do LASER díodo com comprimento de onda de 445nm reduziam o aumento de fissuras/fraturas.
Hoteit, Nammour e Zeinoun	2020	Estudo <i>In vitro</i>	<i>Er,Cr:YSGG</i>	Avaliaram a topografia do esmalte, verificaram que o uso indevido do LASER pode provocar fissuras, perda de superfície de esmalte. Concluíram que o <i>Er,Cr:YSGG</i> protege a superfície de esmalte.
Ajwa <i>et al.</i>	2021	Estudo <i>In vitro</i>	<i>Er:YAG</i>	Ajwa <i>et al.</i> Verificaram que com aplicação do LASER <i>Er:YAG</i> havia baixa probabilidade de provocar fissuras e fraturas.
Matos <i>et al.</i>	2021	Estudo <i>In vitro</i>	LASER CO <sub>2</sub>	Analisaram as fraturas a nível mecânico e químico, concluíram que as fraturas com maior domínio são as adesivas.

Tabela 5 - Resumo da análise efetuada tendo em conta o parâmetro de SBS (Força de cisalhamento) e rugosidade do esmalte após a descolagem.

Autor	Ano	Tipo de estudo	Tipo de LASER utilizado	Conclusão
Palmer <i>et al.</i>	2018	<i>Estudo In vitro</i>	<i>Er:YAG</i>	Indicaram que utilizar o <i>Er:YAG</i> aumenta a rugosidade no esmalte dentário após a descolagem de <i>brackets</i> .
Eid e Abd El Talim	2018	<i>Estudo In vitro</i>	<i>Er:YAG</i>	Avaliaram que existe uma baixa ligação entre o <i>bracket</i> e o adesivo. Após a descolagem existe assim um aumento a nível de rugosidade, provocando um aumento na restauração final dos dentes.
Stein <i>et al.</i>	2018	<i>Estudo In vitro</i>	LASER Díodo (emissão de 445nm)	Para completar o seu estudo anterior, <i>Stein</i> concluiu que o LASER de díodo reduz os valores de SBS, diminuindo a probabilidade de provocar fissuras/fraturas aquando da descolagem dos <i>brackets</i> .
Nasiri <i>et al.</i>	2019	<i>Estudo In vitro</i>	<i>Nd:YAG</i> <i>Er:YAG</i>	Reportaram que existe uma diminuição na quebra de ligação por parte do LASER <i>Er:YAG</i> . Sobre o LASER <i>Nd:YAG</i> , este não tem qualquer alteração na quebra de ligação.
Mirhashemi <i>et al.</i>	2019	<i>Estudo In vitro</i>	<i>Er:YAG</i> ; <i>Er,Cr:YSGG</i>	Avaliaram diferentes potências para reduzir o SBS, contudo quer a potência de 5W quer a potência de 8W não provocou nenhuma alteração.

Tabela 5 - Resumo da análise efetuada tendo em conta o parâmetro de SBS (Força de cisalhamento) e rugosidade (continuação)

Autor	Ano	Tipo de estudo	Tipo de LASER utilizado	Conclusão
Koide, Tanaka e Endo	2020	Estudo <i>In vitro</i>	<i>Er,Cr:YSGG</i>	Indicaram que utilizar o LASER <i>Er,Cr:YSGG</i> como coadjuvante do tratamento de descolagem dos <i>brackets</i> auxilia na remoção do adesivo da superfície de esmalte.
Ferreira <i>et al.</i>	2020	Estudo <i>In vitro</i>	<i>Er:YAG</i>	Face ao parâmetro de rugosidade da superfície de esmalte determinaram que o LASER <i>Er:YAG</i> aplicado aumenta o índice de rugosidade.
Hoteit, Nammour e Zeinoun	2020	Estudo <i>In vitro</i>	<i>Er,Cr:YSGG</i>	Sobre o SBS, não conseguiram determinar, pelo facto de ser dependente de outros fatores.
Ajwa <i>et al.</i>	2021	Estudo <i>In vitro</i>	<i>Er:YAG</i>	Verificaram um aumento de rugosidade após a aplicação do LASER de <i>Er:YAG</i> face à descolagem de <i>brackets</i> com alicates específicos, provocando assim maior tempo para a recuperação dos dentes requerendo outra áreas de intervenção para reabilitação.
Matos <i>et al.</i>	2021	Estudo <i>In vitro</i>	LASER CO <sub>2</sub>	Concluíram que o LASER de CO <sub>2</sub> quebraram a força de ligação do <i>bracket</i> com o adesivo, facilitando a descolagem. Sobre o SBS não determinaram valores, contudo indicam que o Índice Remanescente de adesivo é diminuído.

Tabela 5 - Resumo da análise efetuada tendo em conta o parâmetro de SBS (Força de cisalhamento) e rugosidade (continuação)

Autor	Ano	Tipo de estudo	Tipo de LASER utilizado	Conclusão
Khalil, Tamish e Elkalza	2022	Estudo <i>In vitro</i>	LASER díodo <i>Er:YAG</i>	<p>Avaliaram bastantes parâmetros no seu estudo que não foram contemplados nesta revisão.</p> <p>Contudo, concluíram que o LASER díodo aplicado como auxílio na descolagem de <i>brackets</i> diminui o a força de ligação entre o <i>bracket</i> e o adesivo e não altera a rugosidade após a descolagem</p>