

**Força de união dos sistemas adesivos total-etch e self-etch nas superfícies dentárias irradiadas por laser:
Uma revisão sistemática integrativa**

Marion GAMBINI

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária - Mestrado Integrado

Gandra, 08 de Julho de 2022

Marion GAMBINI

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária - Mestrado Integrado

**Força de união dos sistemas adesivos total-etch e self-etch nas superfícies dentárias irradiadas por laser:
Uma revisão sistemática integrativa**

Trabalho realizado sob a Orientação de Prof. Doutor Mário Barbosa

Declaração de integridade

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

Agradecimentos

Aos meus pais, *mes cocos*, que me deram a oportunidade de estudar e realizar meu sonho. A todas as noites passadas no FaceTime, a todas as vezes que você me ouviu falar sem nem mesmo entender o que eu estava dizendo. Obrigadíssima.

À minha irmã, Caroline, uma das pessoas mais fortes que conheço.

Aos meus avôs, minhas estrelas, espero que estejam orgulhosos. Às minhas avós, volto para casa vos dar um abraço.

À minha família de Corti e de Orezza, de sangue e de coração, obrigada por ser um apoio constante e nunca me deixou desistir.

Aos meus melhores amigos, Vico, Rox, Alicia, Tristan, Loulou e Jacky, obrigada do fundo do meu coração por estar sempre presente. Aos meus amigos de Moriani, que entraram na minha vida no momento certo. Não poderia ter desejado nada melhor.

Aos meus colegas de quarto de Marselha, obrigada por me fazerem rir.

Não podia também deixar de mencionar o meu binômio, Alex, que foi um amigo e um apoio, de dia e de noite, mesmo durante os momentos mais difíceis. Obrigada pela tua capacidade de escuta.

Para todas as pessoas que conheci durante esses sete anos, do mundo inteiro, foi um prazer crescer convosco. Um especial obrigado à minha amiga Agathe, que foi a minha confidente nestes últimos meses difíceis.

Aos meus amigos da Córsega, obrigada por trazerem comigo um pouco da nossa ilha no Portugal.

Ao Porto, a minha cidade adoptiva. Terão excedido todas as minhas esperanças e expectativas. Levo comigo cinco anos de memórias, insubstituíveis.

Agradeço ao meu Orientador, Mário Barbosa, pela sua gentileza, sua disponibilidade e seu apoio. Muito obrigada, Professor, por todas as horas dedicadas ao meu trabalho.

RESUMO

Introdução: O tratamento da superfície dentária e aplicação correta do sistema adesivo são etapas importantes na eficácia dos procedimentos conservadores. Nas décadas recentes, novos métodos de preparação de superfície dentária foram experimentados, exemplo são os lasers de érbio que oferecem algumas vantagens *versus* brocas na remoção do tecido cariado. Além disso novos sistemas adesivos foram criados com maior força coerciva, e simplificação da técnica operativa. No entanto, a interação do laser e os sistemas adesivos podem interferir na adesão.

Objectivos: Esta revisão sistemática integrativa tem como objetivo avaliar se os lasers de érbio influenciam a força de adesão dos sistemas adesivos, total-etch e self-etch.

Materiais e métodos: Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base de dados PubMed, num intervalo de 20 anos.

Resultados: Da pesquisa resultou a seleção de 128 artigos dos quais 18 foram aproveitados.

Conclusões: Os lasers condicionam a força de adesão dos adesivos ao substrato dentinário.

Palavras-chave :

Dental laser, dental adhesives, total-etch adhesives, self-etch adhesives.

ABSTRACT

Introduction: Dental surface treatment and correct application of the adhesive system are important steps in the effectiveness of conservative procedures. In recent decades, new methods of tooth surface preparation have been tried, for example erbium lasers which offer some advantages versus burs in carious tissue removal. In addition, new adhesive systems were created with greater coercive force and simplification of the operative technique. However, the interaction of laser and adhesive systems can interfere with adhesion.

Objectives: This integrative systematic review aims to assess whether erbium lasers influence the adhesion strength of adhesives, total-etch and self-etch systems.

Materials and methods: A bibliographic search was carried out in the PubMed database, with an interval of 20 years.

Results: The search resulted in the selection of 128 articles, 18 of which were used.

Conclusions: Lasers affect the adhesion strength of the adhesives to the dentin substrate.

Keywords :

Dental laser, dental adhesives, total-etch adhesives, self-etch adhesives.

Índice

1	Introdução	1
2	Objetivos	3
3	Materiais e métodos	3
4	Resultados	4
5	Discussão	15
5.1	Os lasers	15
5.1.1	Análise da superfície irradiada	16
5.1.2	Composição química da superfície irradiada	20
5.1.3	Comparação da preparação dentária com outros instrumentos : as brocas 20	
5.2	<i>Total-etch versus self-etch</i>	21
5.2.1	Sistema adesivo <i>total-etch single bottle</i>	21
5.2.2	Sistema adesivo <i>self-etch</i>	23
6	Conclusão	25
	Referências bibliográficas	26

Índice de abreviaturas

Laser Er, Cr : YSGG – Erbium, chromium-doped yttrium, scandium, gallium and garnet laser

Laser Er : YAG – Erbium-doped yttrium aluminium garnet laser

Laser Nd : YAG – Neodymium-doped yttrium aluminium garnet laser

Laser CO₂ – Dioxide carbon laser

10-MDP – 10- Methacryloyloxydecyl Dihydrogenphosphate

SEM – Scanning Electron Microscopy

TEM – Transmission Electron Microscopy

HMDS – Hexamethyldisilazane

pH – potential of hydrogen

MPa – Megapascal

mJ – Millijoule

W – Watts

Hz – Hertz

mm – Millimeter

µm – Micrometer

WS – Water storage

TC – Thermocycles

3D – Three-Dimensional

1 Introdução

As técnicas do tratamento dentário restaurador tradicional nomeadamente remoção de cárie são realizadas por meio de uma abordagem cirúrgica invasiva e traumática.

Nos últimos anos, o desenvolvimento científico apresentou novos tratamentos eficazes na remoção de tecido cariado que são mais suaves, confortáveis para pacientes e menos invasivos. Assim, a pesquisa tem levado ao desenvolvimento de técnicas alternativas para o tratamento de superfícies dentinárias como os lasers.

O laser foi utilizado pela primeira vez no dia 16 de Maio em 1960. Foi desenvolvido pelo cientista Theodore Maiman. Foi usado pela primeira vez em Medicina Geral para tratamento dermatológico, efectuando ablações nos tecidos-avos graça à energia emitida. Um laser emite uma radiação de fótons com um determinado comprimento de onda. Para cada tipo de tecido, mole ou duro, há um comprimento de onda específico para melhor desempenho. Por esse motivo foram desenvolvidos diferentes lasers para diferentes tecidos (1). Os tecidos duros dentários, esmalte e dentina, são compostos de água e materiais orgânicos com elevada capacidade de absorção da radiação do laser. Assim, o laser atuará como um bisturi luminoso. Dos lasers de elevada potência usados nos tecidos duros dentários, destacam-se o laser Er:YAG, e o laser Er,Cr:YSGG que são os mais usados em Medicina Dentária.

Ao contrário do método de remoção de cárie tradicional, a irradiação por laser compromete uma perda mínima de tecido dentário. Sem vibração, reduz a necessidade de anestesia local e diminui o desconforto do paciente tornando-se uma opção mais atraente (1).

Em 1955, Michael G. Buonocore enunciou o condicionamento ácido do esmalte como tratamento de superfície para potenciar a adesão dos materiais dentários. Apresentou uma nova perspectiva nos procedimentos restauradores dando início à Odontologia Adesiva. Na década de 70, Fusayama defendeu a técnica de condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37% para condicionar o esmalte e a dentina. O condicionamento ácido da dentina elimina a lama dentinária e expõe os canalículos dentinários. Esses poros na superfície promovem a retenção micromecânica pela penetração da resina, formando *tags* incrementando a adesão. O condicionamento ácido total permite também a formação da camada híbrida, quem é essencial para o estabelecimento de uma forte ligação entre a resina e o dente (2). Nakabayashi, em 1982, foi o primeiro a demonstrar a importância dessa camada, onde a

resina pode se infiltrar no dente condicionado com ácido para formar uma estrutura composta numa matriz resinosa envolvendo as fibras de colágeno (3).

A união entre o substrato dentário e a resina composta é assegurada pelo sistema adesivo. Ele diminui a micro-infiltração, responsável de cárie recidivante. Existem diferentes tipos de sistema adesivo. No início da década de 90, a introdução do sistema adesivo *total-etch* em três etapas representou uma revolução na Odontologia Adesiva. No entanto, o sistema adesivo *total-etch single bottle* em duas etapas (ácido > *primer* e *bonding*) foi introduzido no mercado e simplificou o protocolo de aplicação para diminuir a sensibilidade da técnica e reduzir o tempo de manipulação. A simplificação dos sistemas adesivos continua até ao aparecimento dos adesivos autocondicionantes. O sistema adesivo *self-etch*, composto de dois frascos; seguido do sistema adesivo *self-etch* comercializado no início do século, composto dum único frasco quem condiciona, e prepara no mesmo tempo a superfície dentária (3).

Diferentes métodos de preparo da superfície dentinária podem influenciar a eficácia dos sistemas adesivos, assim, a seleção do tipo de instrumento é extremamente importante pelo sucesso do tratamento restaurador.

2 Objetivos

Esta revisão sistemática integrativa tem como objetivo avaliar se os lasers érbio influenciam a força de adesão dos sistemas adesivos, *total-etch* e *self-etch*.

A hipótese nula é que a irradiação com laser érbio no substrato dentário não vai influenciar à adesão.

3 Materiais e métodos

The electronic bibliographic search was conducted in the PubMed (US National Library of Medicine National Institutes of Health) database, evaluating the most pertinent scientific articles, within a publication interval of 20 years (2002 to 2022), with the keywords : (*dental laser AND dental adhesives*); (((*dental laser*) AND (*total-etch adhesives*)) OR ((*dental laser*) AND (*self-etch adhesives*))).

A população, problema, intervenção, comparação/ controlo e *outcome* (PICO) foi usado para desenvolver uma estratégia de pesquisa, segundo os itens de relatório preferencial para revisões sistemáticas e meta-análise (PRISMA).

4 Resultados

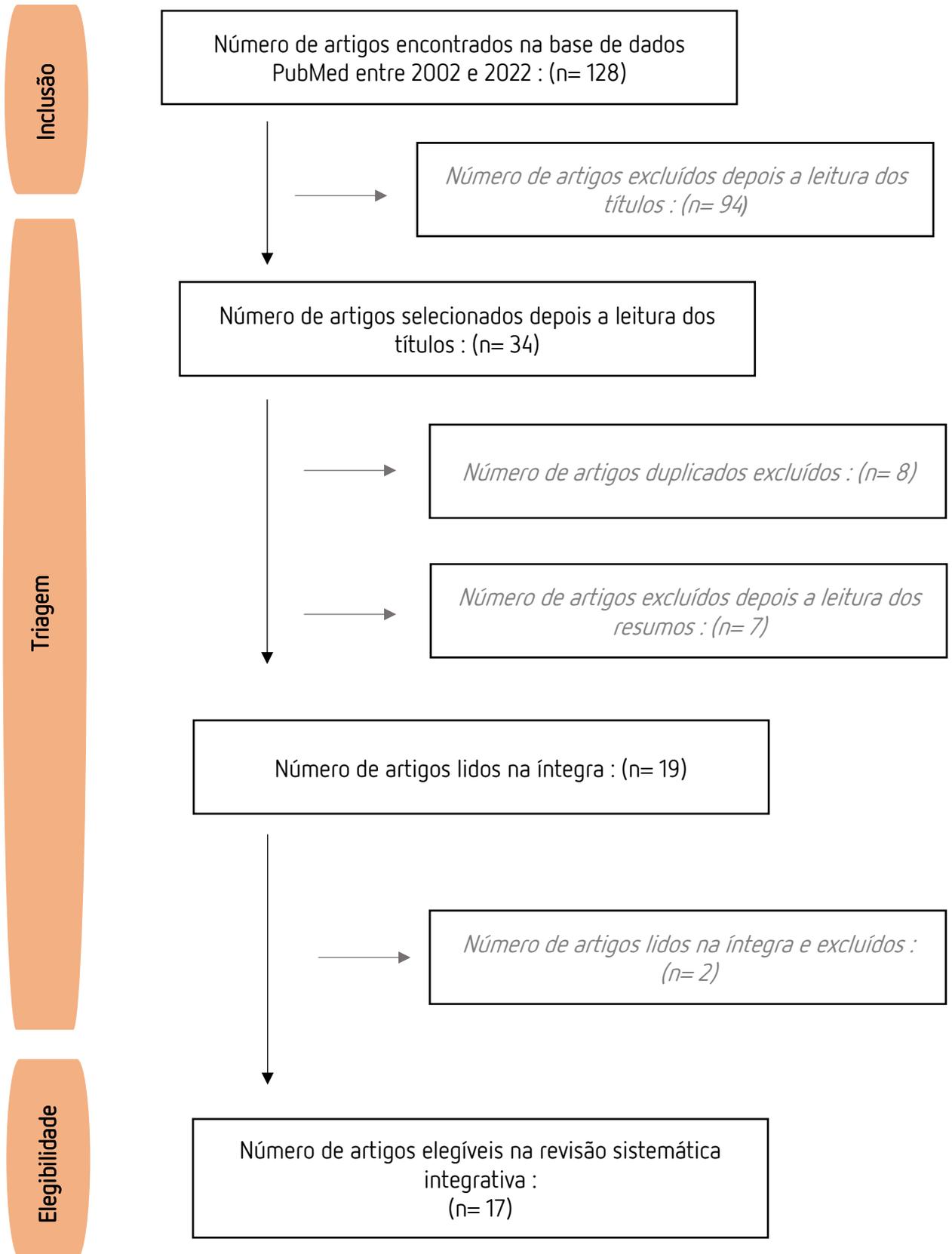


Figura 1. Seleção do estudo de acordo com a lista de verificação do PRISMA.

A *figura 1* resume brevemente a pesquisa e a seleção dos artigos, na base de dados PubMed num intervalo de 20 anos. Primeiramente, os títulos dos 128 artigos selecionados foram analisados, 34 artigos foram retidos de acordo com os critérios de inclusão :

- Artigos na base de dados PubMed em texto integral, gratuitos e de livre acesso;
- Artigos publicados nos últimos 20 anos;
- Artigos publicados em Inglês;
- Estudos clínicos randomizados e estudos clínicos;
- Estudos em dentes humanos;
- Estudos com título e resumo considerados relevantes.

Nos 34 artigos, 8 foram excluídos da revisão porque se encontravam duplicados, e 7 foram excluídos depois a leitura dos abstratos. Os 19 últimos artigos foram selecionados para análise do texto completo, dos quais 2 artigos foram excluídos por duas razões: não estavam disponíveis na internet e não se enquadravam nos critérios de inclusão.

Os 17 artigos restantes preencheram os critérios de inclusão, e assim foram incluídos nessa revista sistemática integrativa.

Foi utilizado artigo de apoio histórico na introdução, como o artigo referência bibliográfica número 3.

Os 17 artigos são apresentados na tabela a seguir (tabela 1), e podem ser divididos em dois grupos distintos:

- Grupo I: 9 artigos sobre o sistema adesivo *total-etch single bottle*. O grupo é dividido em 3 subgrupos; um subgrupo que compara as superfícies de controlo (sem pré-tratamento), as superfícies tratadas pelo laser, e as superfícies tratadas pelo laser seguido da aplicação do sistema adesivo (2 artigos), um subgrupo que compara as superfícies de controlo (sem pré-tratamento), e as superfícies tratadas pelo laser seguido da aplicação do sistema adesivo (4 artigos), e um subgrupo que compara as superfícies tratadas pela broca e as superfícies tratadas pelo laser -ambas seguidas da aplicação do sistema adesivo (3 artigos);
- Grupo II: 3 artigos sobre o sistema adesivo *self-etch*. O grupo é dividido em 2 subgrupos; um subgrupo que compara as superfícies de controlo (sem pré-tratamento), e as superfícies tratadas pelo laser seguido da aplicação do sistema adesivo (1 artigo), e um subgrupo que compara as superfícies tratadas pela broca e

as superfícies tratadas pelo laser -ambas seguidas da aplicação do sistema adesivo (2 artigos).

Nesses 17 artigos, existem 5 artigos que podem ser encontrados em ambos os grupos *total-etch* e *self-etch*: 4 artigos que comparam as superfícies tratadas pela broca e as superfícies tratadas pelo laser -ambas técnicas seguidas da aplicação do sistema adesivo, e 1 artigo que compara as superfícies de controlo (sem pré-tratamento) e as superfícies tratadas pelo laser seguido da aplicação do sistema adesivo.

A população estudada (P) é representada por 520 molares, 69 caninos, 60 pré-molares, extraídos e saudáveis, e por 63 molares extraídos e cariados; irradiados por laser érbio e preparados com sistemas adesivos *total-etch* e *self-etch*. A intervenção (I) foi de preparar os dentes através diferentes tratamentos de superfície, a fim de criar uma rugosidade necessária à aplicação e à eficiência do sistema adesivo. Foram selecionados os artigos que avaliam a força de adesão entre um tratamento de superfície, como por exemplo o laser, e os sistemas adesivos escolhidos (C). O *outcome* de interesse foi que a resistência de cisalhamento é aumentada com a utilização do laser, em pré-tratamento, independentemente do adesivo utilizado (O).

Artigo	Materiais e Métodos	Resultados
Bonding to Er-YAG-laser-treated dentin Ceballo L. <i>et al</i> Fevereiro 2002	60 sisos saudáveis : 30 seccionados ao nível da junção esmalte-dentina para trabalhar na dentina superficial, e 30 seccionados 1,1mm abaixo dessa junção para trabalhar na dentina mais profunda. Comparação de 3 tratamentos sobre os dentes : 1- ácido fosfórico a 35%; 2- laser Er:YAG (180mJ e 2Hz) a 20mm de distância; 3- laser Er:YAG e ácido fosfórico a 35%. Adesivo <i>total-etch</i> Single Bond foi usado nos 3 grupos, seguido da resina composta. <u>Técnicas usadas</u> : 1- Teste de resistência por meio de uma máquina de teste universal	O teste de resistência mostrou que o condicionamento ácido sozinho teve valores de resistência ao cisalhamento significativamente maiores. Ao contrario, o laser sozinho teve as mais pequenas valores (<i>não houve diferenças entre a dentina superficial e a dentina profunda</i>). No entanto, houve diferenças quando o laser seguido do ácido foi usado : a dentina superficial é mais resistente. O microscópio SEM mostrou falhas adesivas nos grupos com laser.

	<p>(Modelo 4411): dentes submetidos à uma força de tração até a falha. Observação das falhas com um microscópio SEM; 2- Protocolo TEM relatado por Tay <i>et al.</i> (1999) : 12 superfícies coloridas com ácido fosfotúngstico e acetato de uranila para examinar o estado das fibras de colágeno.</p>	<p>No grupo 2, o microscópio TEM mostrou que existe uma espessa camada superficial de dentina modificada, onde nenhuma fibra de colágeno é distinguível, e onde o adesivo não passa. No grupo 3, essa camada modificada por laser não existe graças ao ácido.</p>
<p>Shear bond strength to enamel of primary teeth irradiated with varying Er:YAG laser energies and SEM examination of the surface morphology: an in vitro study</p> <p>Wanderley RL. <i>et al</i></p> <p>Junho 2005</p>	<p>Estudo comparativo sobre 69 caninos saudáveis, com tratamentos diferentes : alguns dentes tratados com o ácido fosfórico a 35%, outros com o laser Er:YAG a diferentes níveis de energia (60, 80, 100mJ) a 17mm de distância seguido do ácido.</p> <p>Em todos os dentes, aplicação do adesivo <i>total-etch</i> Single Bond, seguido da resina composta Filtek Z250.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : 1- Teste de resistência com uma Máquina de Ensaio Universal (<i>Mod. MEM 2000</i>): dentes submetidos à uma força de tração até a falha. Observação das falhas com um microscópio SEM; 2- Análise das superfícies dos dentes imersos em Hexametildissilazano (HMDS) com o microscópio SEM.</p>	<p>O teste de resistência mostrou que a força de resistência ao cisalhamento diminui com o aumento das energias. O laser Er:YAG 60mJ com ataque ácido tem a mais grande resistência. Não existe falhas adesivas, mas coesivas, com o uso do laser. As falhas mistas são predominantes com o ácido sozinho.</p> <p>A análise com SEM mostrou que o ácido deixa uma superfície uniforme, exibindo um padrão de condicionamento tipo II. No entanto, as superfícies tratadas com o laser são heterógenas, sem padrão de condicionamento.</p>
<p>Influence of Er:YAG laser irradiation distance on the bond strength of a restorative system to enamel</p> <p>Chimello-Sousa DT. <i>et al</i></p> <p>Março 2006</p>	<p>Estudo comparativo de 2 tratamentos, sobre 30 sisos extraídos e saudáveis : dentes tratados com ácido fosfórico 35%, ou tratados com laser Er:YAG (80mJ, 2Hz) a diferentes distâncias (11 até 17mm) seguida da aplicação do ácido.</p> <p>Em todos os dentes, colocação do adesivo <i>total-etch</i> Single Bond e duma resina composta híbrida.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : Teste de resistência utilizando uma</p>	<p>O teste revelou que o grupo sem laser teve a maior média de resistência ao cisalhamento. O laser a 17mm da superfície, seguido do ácido, tem mais resistência do que os outros grupos com laser : assim, mais o laser é afastado do sitio, melhor é a adesão.</p> <p>Há menos falhas adesivas no grupo com laser a 17mm, do que no grupo sem laser.</p>

	<p>máquina universal de ensaios (<i>Mod. MEM 2000</i>): dentes submetidos à uma força de tração até a falha. Observação das falhas com um microscópio SEM.</p>	<p>A proporção das falhas adesivas diminui quando a distância aumenta.</p>
<p>Resin adhesion to caries-affected dentine after different removal methods</p> <p>Sattabanasuk V. <i>et al</i></p> <p>Junho 2006</p>	<p>Comparação de 2 tratamentos dentários sobre 13 sisos extraídos e cariados até a metade da dentina : 1- preparados com broca diamantada; 2- preparados com laser Er:YAG (180mJ e 2Hz). Em todas as peça dentárias, foi aplicado o adesivo <i>total-etch</i> Optibond Solo Plus, seguido da resina composta Clearfill AP-X.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : 1- Teste de resistência utilizando uma máquina universal de ensaios : dentes submetidos à uma força de tração até a falha. Observação das falhas com um microscópio SEM; 2- Análise com o SEM das superfícies dentárias irradiadas depois o condicionamento ácido : dentes imersos em HMDS durante 30 minutos.</p>	<p>O teste de resistência mostrou que não houve diferenças de adesão entre os dois métodos de preparação dentária.</p> <p>Os dentes irradiadas com o laser mostraram uma taxa mais elevada de falhas adesivas. Também, a dentina parece ser mais atingida pelo laser : presença de falhas coesivas dentárias.</p> <p>A análise com o SEM -depois o condicionamento- mostrou que não existe uma camada híbrida distinguível, que a superfície está rugosa, que a dentina peritubular está mais visível do que a intertubular, que a lama dentinária foi removida, e que a penetração da resina não foi completa - só 5 µm.</p>
<p>Effect of enamel preparation method on in vitro marginal microleakage of a flowable composite used as pit and fissure sealant</p> <p>Youssef MN. <i>et al</i></p> <p>Setembro 2006</p>	<p>Comparação de 3 tratamentos sobre 30 premolares extraídos e saudáveis : 1- preparados com broca diamantada; 2- preparados com laser Er:YAG (400mJ e 4Hz); 3- preparados com laser Er:YAG (80mJ e 4Hz). Os grupos 1 e 2 foram condicionados com ácido fosfórico a 37%, exceto o grupo 3.</p> <p>Em todos os três grupos, foi aplicado o adesivo <i>total-etch</i> Single Bond, e depois uma resina composta fluida.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : Determinar o grau de micro-infiltração numa</p>	<p>A penetração total do corante, número 7 na escala, é mais importante nos grupos com laser.</p>

	escala (0-7) : dentes imersos em solução de nitrato de prata a 50%, seccionados obtendo três cortes de 1 mm de espessura de cada dente e fatias imersos em solução foto-reveladora.	
<p>Shear bond strength of different adhesives to Er:YAG laser-prepared dentin</p> <p>Celik EU. <i>et al</i></p> <p>Outubro 2006</p>	<p>Comparação de 2 tratamentos sobre 40 molares extraídos e saudáveis : 1- tratados com laser Er:YAG (250mJ e 4Hz) a 10mm de distância; 2- tratados com uma broca diamantada.</p> <p>Sobre 20 dentes, aplicação do ácido fosfórico a 35%, seguido do adesivo Single Bond e uma resina para finalizar. Sobre os outros 20 dentes, aplicação do adesivo <i>self-etch</i> Clearfil Tri-S Bond, antes a resina composta.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : Teste de resistência, com uma máquina universal de testes (<i>Modelo AG-50kNG</i>): dentes submetidos à uma força de tração até a falha. Análise das falhas com um microscópio SEM.</p>	<p>Os valores de resistência com a broca e o laser Er:YAG sobre os dentes tratados com o sistema adesivo <i>total-etch</i> são iguais.</p> <p>Mas os dentes irradiados com o laser e tratados com o adesivo <i>self-etch</i> são mais resistentes.</p> <p>Com o sistema adesivo <i>total-etch</i>, o laser tem mais falhas mistas; e a broca tem falhas adesivas na maioria das vezes. Enquanto com o sistema adesivo <i>self-etch</i>, as falhas nos dois casos são mistas.</p>
<p>Influence of Er,Cr:YSGG laser treatment on microtensile bond strength of adhesives to enamel</p> <p>Cardoso MV. <i>et al</i></p> <p>Julho 2008</p>	<p>Comparação de 2 tratamentos sobre 16 sisos extraídos e saudáveis : 1- preparados com broca diamantada; 2- preparados com laser Er,Cr:YSGG a 1mm de distância de superfície (6W, 20Hz).</p> <p>Sobre 8 dentes, foi aplicado o adesivo <i>self-etch</i> Clearfil Tri-S, seguido de uma resina composta Z100. Sobre os outros 8 dentes, foi aplicado o adesivo <i>self-etch</i> Adper Prompt L-Pop, e a mesma resina anterior.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : 1- Comparação da resistência à força emitida sobre as superfícies tratadas, com uma máquina de teste universal. E observação das falhas com SEM; 2- Observação</p>	<p>O teste de resistência mostrou que o adesivo Clearfil Tri-S não apresentou de diferença significativa entre os dois métodos de preparação dentária. Ao contrário, o adesivo Adper Prompt L-Pop foi mais eficaz, associado com o laser. Entre os dois adesivos, Clearfil Tri-S foi o melhor.</p> <p>Presença de falhas adesivas com a utilização do laser, e de falhas mistas com a broca.</p> <p>O dente irradiado com o laser tem uma superfície irregular, com fissuras bem definidas, zonas de fusão e de recristalização. Os prismas de</p>

	das superfícies tratadas com o laser com SEM.	esmalte são expostos longitudinalmente.
<p>Tensile bond strength and SEM analysis of enamel etched with Er:YAG laser and phosphoric acid: a comparative study in vitro</p> <p>Sasaki LH. <i>et al</i></p> <p>2008</p>	<p>Comparação de 3 tratamentos sobre 18 sisos extraídos e saudáveis : 1- condicionados com ácido fosfórico a 37%; 2- preparados com laser Er:YAG (80mJ e 2Hz); 3- tratados com laser seguido por ataque ácido usando os parâmetros descritos acima.</p> <p>Em todos os dentes, aplicação do mesmo adesivo <i>total-etch</i> Single Bond, e depois duma resina Filtek Z250.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : 1- Observação num microscópio SEM para comparar as alterações morfológicas; 2- Teste de resistência com uma máquina de teste universal (<i>MTS 810.23M</i>): dentes submetidos à uma força de tração até a fratura.</p>	<p>O grupo laser e ácido é mais resistente à força de cisalhamento, do que os outros. O grupo, tratado unicamente com laser, tem as piores valores de resistência.</p> <p>No microscópio, a superfície tratada com laser e ácido é igual à superfície tratada só com ácido : regular e mais homogênea.</p>
<p>The effect of Er,Cr:YSGG laser and air abrasion on shear bond strength of a fissure sealant to enamel</p> <p>Moslemi M. <i>et al</i></p> <p>Maio 2010</p>	<p>Comparação de 2 tratamentos sobre 30 premolares extraídos e saudáveis : 1- tratados com ácido fosfórico a 37%; 2- tratados com laser Er,Cr:YSGG (2W e 20Hz) a 2mm da superfície, depois condicionados com o mesmo ácido.</p> <p>Em todos os dentes, aplicar o adesivo <i>total-etch</i> Adper Single Bond, e a resina fluída.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : Comparação da resistência à força emitida sobre as superfícies tratadas, com uma máquina de teste universal.</p>	<p>O laser e o ataque ácido sozinho apresentam valores de resistência similares.</p>
<p>Bond strengths of one-step self-etch adhesives to laser-irradiated and bur-cut dentin after water storage and thermocycling</p> <p>Akin GE. <i>et al</i></p>	<p>Comparação de 2 tratamentos sobre 72 terceiros molares maxilares extraídos e saudáveis : 1- preparados com laser Er:YAG a 10mm de distância (200mJ e 10Hz); 2- preparados com broca diamantada.</p>	<p>Os adesivos não foram afetados pelos métodos de escavação, nem pelas condições de envelhecimento. A única diferença é ao nível do adesivo AdheSE One, nos grupos WS e TC : houve</p>

<p>Abril 2012</p>	<p>Três tipos de adesivos <i>self-etch</i> foram utilizados : Clearfil Tri-S, AdheSE One e Adper Easy One. Depois, dentes divididos em 3 grupos : 1- controlo; 2- WS : envelhecimento em banho-maria; 3- TC : termociclagem.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : 1- Teste de resistência com uma máquina universal : os dentes foram seccionados para obter amostras em forma de bastão de 1mm², e depois submetidos à uma força até a falha. Análise das falhas com um microscópio; 2- Avaliação da estrutura anatômica com o SEM.</p>	<p>diferenças entre as duas técnicas. Em geral, a resistência de união do Clearfil Tri-S foi maior do que os outros.</p> <p>Presença de falhas adesivas, nos 3 grupos (controlo, WS e TC).</p> <p>O SEM mostrou que a superfície dentária irradiada com o laser está irregular, livre de lama dentinária com canalículos dentinários abertos.</p>
<p>In vitro study of microleakage of different techniques of surface preparation used in pits and fissures</p> <p>Javadinejad S. <i>et al</i></p> <p>Abril 2012</p>	<p>Comparação de 2 tratamentos sobre 20 sisos extraídos e saudáveis : 1- dentes irradiados com laser Er:YAG a 1mm de distância (120mJ e 4 Hz); 2- dentes sem tratamento. Em todas as peças dentárias, foi aplicado o adesivo <i>self-etch</i> Prompt L-Pop.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : Dentes imersos numa solução de fucsina básica a 0,5%, cortadas e observadas com SEM para ver se há presença de micro-infiltração.</p>	<p>Não houve diferenças importantes, exceto pelo grupo do laser onde houve micro-infiltrações.</p>
<p>Evaluation of micro-tensile bond strength of caries-affected human dentine after three different caries removal techniques</p> <p>Sirin Karaarslan E. <i>et al</i></p> <p>Outubro 2012</p>	<p>Comparação de 2 tratamentos sobre 30 molares, extraídos e cariados até a dentina profunda : 1- tratados com uma broca laminada; 2- tratados com laser Er:YAG (3,5W e 10Hz) a 1mm da superfície. Sobre 15 molares, foram aplicados um ácido fosfórico a 35%, seguido dum adesivo Adper Single Bond 2 e dum resina Filtek Z 250. Sobre os 15 restantes, foi aplicado o adesivo <i>self-etch</i> G-Bond, seguido da mesma resina.</p>	<p>No teste de resistência, em geral, o sistema adesivo <i>total-etch</i> é mais resistente do que o <i>self-etch</i>. A associação laser e <i>total-etch</i> é melhor do que laser e <i>self-etch</i>, mas com a broca é o contrário.</p> <p>Pelas falhas, os dois grupos apresentam na maioria das vezes, falhas adesivas. Mas com o G-Bond, o percentagem de falhas mistas aumenta.</p>

	<p><u>Técnicas usadas</u> : 1- Teste de resistência com uma máquina especial : os dentes foram seccionados para obter amostras em forma de bastão de 1mm², e depois submetidos à uma força até a falha. Análise das falhas com um microscópio; 2- Análise dos dentes imersos em HMDS com o SEM.</p>	<p>Nos molares tratados com a broca, a dentina foi coberta por uma lama dentinária, mascarando parcialmente os canalículos dentinários. Ao contrário da preparação com o laser, onde a dentina apresentou canalículos dentinários abertos, livre de lama dentinária.</p>
<p>Effect of laser and air abrasion pretreatment on the microleakage of a fissure sealant applied with conventional and self-etch adhesives</p> <p>Tirali RE. <i>et al</i></p> <p>Verão 2013</p>	<p>Comparação de 2 tratamentos, sobre 48 sisos extraídos e saudáveis : 1- laser Er,Cr:YSGG (3,5W e 20Hz); 2- dentes sem tratamento.</p> <p>Sobre 24 sisos, foram aplicados ácido a 35%, seguido do adesivo Prime&Bond NT e duma resina fluída. Sobre os 24 sisos restantes, foi aplicado o adesivo <i>self-etch</i> Clearfil Tri-S Bond, seguido da resina fluída.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : 1- Determinar a micro-infiltração entre o esmalte e a resina em milímetros : dentes imersos numa solução básica de fuscina 0,5% por 24 horas, dentes foram seccionados e analisados; 2- Análise da interface dente-restauração com o SEM.</p>	<p>Independentemente do pré-tratamento da superfície dentária, houve mais micro-infiltrações nos dentes com o adesivo <i>self-etch</i>, do que nos dentes com o adesivo <i>total-etch</i>. Além disso, independentemente do sistema adesivo, os dentes sem pré-tratamento mostraram uma taxa de micro-infiltrações mais elevada do que os dentes irradiados.</p> <p>O SEM mostrou que não existe um espaço bem visível entre o substrato dentário e o adesivo, quando utilizamos o adesivo <i>total-etch</i>. Mas existe um espaço bem visível quando os dentes não são tratados antes de colocar o adesivo <i>self-etch</i>. Espaço que não existe no caso do laser.</p>
<p>Effect of caries removal techniques on the bond strength of adhesives to caries affected primary dentin in vitro</p> <p>Yildiz E. <i>et al</i></p> <p>Setembro 2013</p>	<p>Comparação de 2 métodos de pré-tratamento sobre 20 molares extraídos e cariados até a dentina profunda : 1- com uma broca laminada; 2- com o laser Er:YAG (3,5W e 10Hz) a 1mm de distância da superfície dentária.</p> <p>Sobre 10 dentes, foram aplicados ácido a 35% e o adesivo Adper Single Bond; para restaurar o dente com uma resina Filtek</p>	<p>De forma geral, o laser Er:YAG parece menos resistente do que a broca. No entanto, não existe diferenças notáveis entre os dois sistemas adesivos. Os dois grupos apresentam mais falhas adesivas, em vez de falha coesiva e da falha mista. Mas o grupo com laser</p>

	<p>Z250. Nos outros 10 dentes, foi aplicado o sistema adesivo <i>self-etch</i> G-Bond, antes a mesma resina composta.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : 1- Teste de resistência com uma máquina de micro-tração : os dentes foram submetidos à uma força de tração até a fratura. Observação dos tipos de falhas, com um microscópio ótico; 2- Análise dos dentes imersos em HMDS com um microscópio SEM.</p>	<p>apresenta também mais falhas mistas.</p> <p>Após a remoção da cárie com a broca laminada, a dentina foi coberta por uma lama dentinária, mascarando parcialmente os canalículos dentinários. No entanto, a dentina tratada pelo laser Er:YAG apresentou canalículos dentinários abertos distribuídos numa superfície escamosa livre de lama dentinária.</p>
<p>Microtensile bond strength analysis of adhesive systems to Er:YAG and Er,Cr:YSGG laser-treated dentin</p> <p>Ramos TM. <i>et al</i></p> <p>Março 2014</p>	<p>Comparação de 3 tratamentos, sobre 104 sisos extraídos e saudáveis : 1- broca diamantada; 2- laser Er:YAG (60mJ e 2Hz) a 12mm da superfície; 3- laser Er,Cr:YSGG (50mJ e 30Hz) a 2mm da superfície.</p> <p>Em todas as amostras, foram aplicados ácido, seguido do adesivo Single Bond e uma resina.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : 1- Dentes submetidos a uma força de micro-tração com uma máquina universal de ensaios. Observação com o SEM do tipo de falha presente, graça ao corante Ponceau S 2%; 2- Análise microscópica por SEM dos dentes imersos em HMDS.</p>	<p>A associação broca diamantada-adesivo Single Bond produz melhores resultados de resistência, do que as outras técnicas como os lasers. Pelos lasers, o laser Er,Cr:YSGG parece ser mais resistente do que o Er:YAG. Nos três grupos, o tipo de falha mais comum é a adesiva.</p> <p>O SEM mostrou que a superfície pós-tratada com a broca diamantada, estava regular coberta por lama dentinária, com os canalículos dentinários obliterados. No entanto, as superfícies com os lasers estavam irregulares, sem lama dentinária, com canalículos dentinários abertos e sem alargamento deles.</p>
<p>Does Erbium:yttrium-Aluminum-Garnet Laser to Enamel improve the Performance of Etch-and-rinse and Universal Adhesives?</p> <p>De Jesus Tavares RR. <i>et al</i></p>	<p>Comparação de 2 tratamentos sobre 32 molares extraídos e saudáveis : 1- dentes tratados com laser Er:YAG (60mJ e 10Hz) a 12mm de distância das superfícies; 2- dentes tratados sem laser.</p>	<p>O laser apresenta os melhores resultados de resistência à tensão.</p> <p>A falha adesiva foi o tipo de falha predominante nos grupos sem laser. Nos grupos com laser, foi a falha mista.</p>

<p>1 Março 2018</p>	<p>Em todas as amostras, foram aplicados ácido a 35% e adesivo Single Bond, antes de restaurar com uma resina composta.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : Teste de resistência com uma máquina universal de ensaios (<i>EMIC</i>): dentes foram submetidos à força de tração até a falha. Análise das falhas com um microscópio.</p>	
<p>Influence of Er: Cr: YSGG laser on adhesive strength and microleakage of dentin bonded to resin composite. In-vitro study</p> <p>Vohra F. <i>et al</i></p> <p>Setembro 2018</p>	<p>Comparação de 2 métodos de pré-tratamento sobre 80 sisos extraídos e saudáveis : 1- com uma broca diamantada; 2- com o laser Er,Cr:YSGG (4,5W e 50Hz) a 2mm de distância da superfície dentária.</p> <p>Sobre 40 molares, foram aplicados ácido a 35% e adesivo Harvard Bond, antes de restaurar com uma resina composta Multi Core Flow. Sobre 40 outros molares, foi aplicado o adesivo <i>self-etch</i> Harvard Bond SE Mono, num único passo, seguido da mesma resina composta.</p> <p><u>Técnicas usadas</u> : 1- Teste de resistência com uma máquina universal de ensaios (<i>Modelo 4411</i>): dentes foram submetidos à força de tração até a falha. Análise das falhas com um microscópio digitalizado 3D; 2- Classificação da micro-infiltração com uma escala de 0 até 4 : dentes foram imergidos no azul de metileno 2% durante 24 horas; 3- Avaliação da estrutura anatômica com o SEM.</p>	<p>Em geral, o sistema adesivo <i>total-etch</i> é mais resistente do que o <i>self-etch</i>. Mas não existe uma diferença de resistência entre o laser e a broca. Os 2 métodos de pré-tratamento apresentaram falhas adesivas.</p> <p>Houve mais presença de azul de metileno nos dentes tratados com o laser, do que nos dentes tratados com a broca. Assim, houve mais infiltrações no grupo do laser.</p> <p>O SEM mostrou que as superfícies dos dentes tratadas com laser eram altamente irregulares com evidência de canalículos dentinários abertos, sem lama dentinária. As superfícies tratadas com broca eram relativamente lisas e cobertas com lama dentinária.</p>

Tabela 1. Resumo dos resultados dos 17 artigos selecionados.

5 Discussão

A resistência de união entre o substrato dentário e os sistemas adesivos é um dos fatores mais importantes pelo sucesso do tratamento conservador (1). A variação da força de adesão de materiais dentários, como por exemplo as resinas, ao dente é multifatorial.

A adesão depende dos instrumentos de escavação escolhidos para criar uma cavidade de retenção pelas futuras restaurações ao limpar os tecidos cariados. Existe vários métodos de preparação de cavidade dentária; a mais comum é a broca laminada ou os lasers. Cada um desses métodos vai criar uma superfície diferente, que pode influenciar a adesão.

Além disso, podemos optar por diferentes sistemas adesivos *total-etch* ou *self-etch*. No entanto, não sabemos como a utilização dos lasers interfere na adesão dos tecidos dentários.

5.1 Os lasers

São um instrumento ótico-eletrônico que produz um raio de luz estreito e preciso, com um único comprimento de onda. O raio de luz concentra uma grande quantidade de energia, que após absorção pela água dos tecidos atua como um “bisturi luminoso”. Assim, o grau de absorção do feixe de luz por um tecido (mole ou duro) depende do comprimento de onda utilizado e da composição do tecido alvo.

O laser pode ser usado em Medicina Dentária para diferentes objectivos: remoção das cáries, condicionamento dos tecidos duros dentários, preparação de cavidade, extração de tecidos moles (como por exemplo os tumores benignos), ou tratamento dos canais dentários(4).

Ainda pouco usado pelos médicos dentistas, o laser apresenta várias vantagens em comparação aos métodos mais tradicionais sem os substituir completamente:

- Propiciona mais conforto do paciente: o som e a vibração das brocas são fatores de *stress* que estão ausentes nos lasers (5,6);
- o laser produz um efeito antibacteriano que diminui as possíveis complicações pós-operatórias (5,6);
- Yildiz E. *et al*/e Vohra F. *et al*/ propuseram um protocolo no qual não é necessário de anestésiar. No entanto, o mais importante na prática de cada dia é a não provocar dor: se o paciente sente em qualquer altura do processo a dor, o resto da

consulta vai complicar-se. Assim é necessário avaliar para cada tratamento a necessidade de anestésias (5,6);

- Além disso, Yildiz E. *et al* e Vohra F. *et al* apresentaram a ideia que o laser é mais preciso (5,6).

No entanto, foi igualmente demonstrado que existem algumas desvantagens. De fato, foi confirmado que os tecidos duros dentários irradiados pelo laser serão afetados pela temperatura emitida do feixe, foram observados alguns danos térmicos (2,4). Além disso, a estrutura dentária não parece ter sido totalmente removida: há zonas que não vão ser tratadas pelo laser (7).

Alguns autores observaram ainda que o tempo do tratamento com o laser é mais longo, do que o tratamento mais convencional. Isso pode ser prejudicial pelo conforto e pela paciência do paciente (8).

O laser foi sugerido para modificar as superfícies dos tecidos duros dentários na tentativa de preparar esses substratos à futura adesão de materiais resinosos. Vários tipos de lasers, como por exemplo o laser Nd:YAG e o laser a base de CO₂, foram comparados. Mas foram observados efeitos secundários térmicos, por exemplo fusão de tecidos e carbonização, que podem atravessar a dentina profunda e danificar a polpa. Os lasers mais eficazes foram o laser Er:YAG e o laser Er,Cr:YSGG (9,10).

5.1.1 Análise da superfície irradiada

Na maioria dos resultados dos artigos científicos encontrados de 2002 até 2022, as restaurações efetuadas sobre os tecidos dentários pré-tratados com o laser érbio são menos resistentes à fratura em comparação às restaurações nos dentes pré-tratados com uma broca (8). Esses resultados divergentes podem ser relacionados à uma diferença de estrutura morfológica.

Os tecidos dentários, tais como o esmalte e a dentina, e a água podem absorver radiações do infravermelho próximo a 2,9 μm . O comprimento de onda do laser Er:YAG é de 2,94 μm , e o comprimento de onda do laser Er,Cr:YSGG é de 2,79 μm (10). Assim, a capacidade do laser érbio de desgastar os tecidos dentários duros depende da concentração em água, e em cristais de hidroxiapatita que fazem parte da estrutura inorgânica do dente. A energia

emitida e absorvida vai aquecer os tecidos e aumentar a pressão do esmalte e da dentina, causando uma vaporização de água e micro-explosões de partículas orgânicas e inorgânicas. Todo esse processo conduziu à uma destruição não uniforme da superfície dentária (11). A radiação do laser érbio é acompanhada dum jato de água. É importante para baixar a temperatura dos tecidos tratados e dos tecidos adjacentes, o jato de água serve também a aumentar a eficiência de corte: de fato, o processo depende da concentração em água.

No entanto existem casos onde mesmo sob refrigeração adequada, pode acontecer que apareçam zonas de fusão e de recristalização, que podemos observar na figura 2 (8).

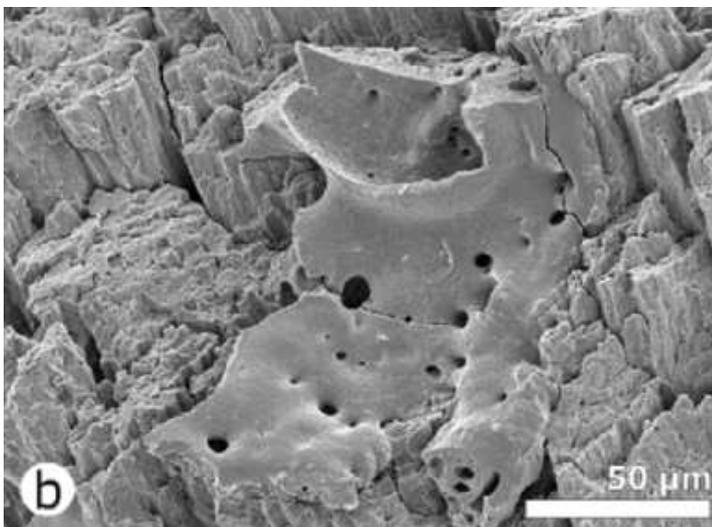


Figura 2, do artigo Bond strengths of one-step self-etch adhesives to laser-irradiated and bur-cut dentin after water storage and thermocycling com autorização dos autores (8): Superfície irradiada com o laser Er,Cr:YSGG : Zonas de fusão ao nível do enamel.

A totalidade das análises no microscópio eletrônica de varredura SEM, as superfícies dentárias tratadas com o laser érbio é livre de lama dentinária. Essa camada porosa é composta de pedaços de tecidos dentários, de bactérias e de restos de cáries (9). Assim, se a superfície está livre de lama dentinária, não há um verdadeiro obstáculo à penetração dos sistemas adesivos. Além disso, existe outras variáveis a considerar depois a irradiação: a superfície está rugosa e a energia dela está aumentada. Também, a dentina intertubular é mais afetada pelo laser do que a dentina peritubular: de fato, a dentina intertubular tem uma concentração de água maior do que a dentina peritubular, com os canalículos dentinários abertos (12). Isso pode contribuir para um aumento do grau de adesão (1,2).

Quando falamos de rugosidade, falamos na maioria dos casos das micro-irregularidades criadas pela ação do laser érbio; onde o sistema adesivo pode se infiltrar. Mas o microscópio SEM mostrou ao nível da dentina, que as fibras de colágeno da camada mais superficial

irradiada foram vaporizadas e/ou fusionadas. Por baixo dessa camada, existe uma camada modificada por ação do laser érbio nas partes mais profundas da dentina intertubular. A camada modificada é composta de fibras de colágeno desnaturadas pelo calor e mal aderidas ao substrato. Essas condições morfológicas podem afetar a futura adesão (2,13). Também foi demonstrado a presença de microfissuras subsuperficiais depois a irradiação dos tecidos. Essas microfissuras localizam-se por baixo dos tecidos dentários não afetados durante a irradiação com o laser érbio, como pode ser visto na figura 3 (4). Elas enfraquecem a adesão e aumentaram a ocorrência de fraturas durante os testes de resistência (4,7,14). Assim, existe um risco de cárie secundária quando o dente é irradiado pelo laser: de fato, foi observado leve micro-infiltração entre a superfície dentária e o sistema adesivo (15).

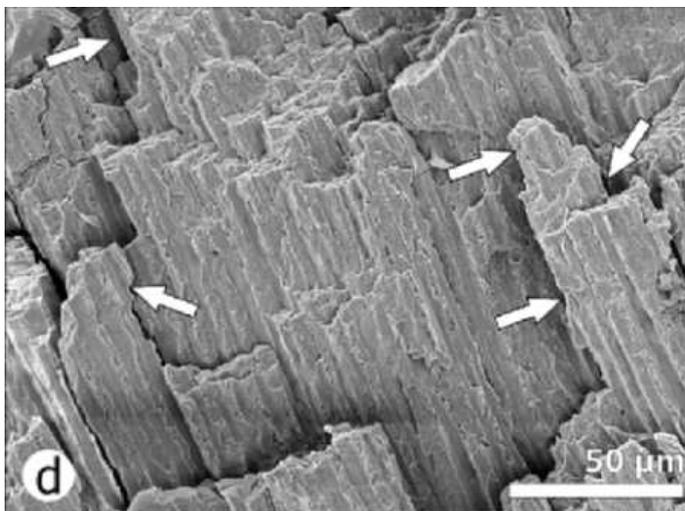


Figura 3, do artigo Influence of Er,Cr:YSGG laser treatment on microtensile bond strength of adhesives to enamel com autorização dos autores (4) : Dentina irradiada por laser érbio : as setas mostram as microfissuras presentes abaixo dos tecidos dentários afetados pelo laser mas não ejetados.

As modificações morfológicas dependem de vários fatores específicos do laser, são capazes de tornar a superfície mais retentiva ao sistema adesivo:

- Akin G.E. *et al*/observaram modificações das fibras de colágeno quando o pulso do laser é muito curto. Assim aconselham o uso dum intervalo de pulso mais longo (8). No entanto há um risco de deixar algumas áreas não condicionadas entre os pulsos (7);
- Chimello-Sousa D.T. *et al* sugeriram que as modificações da microanatomia do dente dependem da distância do laser ao substrato. Não deve haver contacto direto entre o laser e a superfície dentária; e quanto maior a distância (em milímetros), menos alterações morfológicas serem observadas. Foi provado que uma distância superior a 15 milímetros, reduz a ação do laser érbio sobre os tecidos dentários (7);

- Wanderley R.L. *et al*/afirmaram que os melhores resultados são alcançados quando o feixe do laser érbio é desfocado. De fato, a irradiação vai ser mais dispersa e vai atuar mais na superfície do dente do que em profundidade. Isso previne danos dos tecidos (11). No entanto, Chimello-Sousa D.T. *et al*/obtiveram melhores resultados de resistência à tração quando os dois modos (focado e desfocado) atuaram juntos (7);
- Variando a energia do laser érbio, é possível de alterar a superfície. Foi observado, por Wanderley R.L. *et al*, raras zonas de fusão quando o laser tem uma energia de 60 mJ, e zonas de fusão significativas quando a energia atinge 100 mJ (11).

Existem várias limitações quanto à comparação de resultados pelos diferentes autores nessa revisão sistemática integrativa. Primeiro, as diferentes características dos lasers são uma das limitações. De fato, na totalidade dos artigos científicos incluídos na revisão, foi comparado lasers de composição ligeiramente diferente, com energia, frequência, e distância de aplicação diferentes. Assim, os diversos protocolos experimentais podem limitar a comparação dos resultados entre artigos.

Além disso, todos os estudos são realizados *in-vitro*. Portanto, os resultados podem não refletir a realidade dum teste *in vivo*. Não há sensibilidade, dor, complicações, saliva ou mesmo sangue.

Devido às alterações morfológicas, todos os dentes tratados pelos lasers apresentaram os três tipos de falhas : adesivas (falhas ao nível da interferência entre o dente e o sistema adesiva), coesivas (falhas ao nível do substrato dentário e/ou ao nível do material restaurador) e mistas (são as falhas que associam as falhas adesivas e coesivas). No entanto, existe uma prevalência de falhas adesivas (1).

As falhas coesivas na dentina provaram a existência de fissuras na subsuperfície. Fissuras que não serão preenchidas pelo sistema adesivo, e que assim enfraquecerão a estrutura do dente (1,11). As falhas mistas podem estar ligadas ao aspecto da superfície irradiada, quem não é homogênea e quem não tem o padrão específico do condicionamento (7).

No entanto, mesmo se os métodos mais convencionais tinham melhores resultados em comparação com o laser érbio, os resultados de resistência à tração foram favoráveis à restauração e dentro do padrão aceitável; ou seja superiores ou iguais à 20 Mpa (1).

5.1.2 Composição química da superfície irradiada

Quando o dente está tratado com um laser érbio, como Er:YAG ou Er,Cr:YSGG, pode haver vantagens e desvantagens ao nível da morfologia mas também ao nível químico.

De fato, Chimello-Sousa D.T. *et al* demonstraram que os substratos dentários se tornam resistentes ao condicionamento ácido, quando eles são submetidos ao laser. Foi observado um aumento dos cristais de hidroxiapatita, com uma redução da taxa de carbonato, e uma formação de pirofosfato e de metafosfato. O pirofosfato e o metafosfato são dois componentes estáveis e menos solúveis. Assim, são esses dois novos componentes - devidos ao laser- que vão aumentar a resistência à desmineralização por o ácido fosfórico, comprometer a difusão do sistema adesivo e diminuir finalmente a adesão (7,16).

Sirin Karaarslan E. *et al* observaram dentro dos canalículos dentinários a presença dos componentes resistentes à desmineralização por ácido. Essa presença vai interferir na formação de *resina tags*, que têm um papel na retenção mecânica do sistema adesivo (12). No entanto, algumas modificações químicas podem estar em vantagem ao nível da adesão. De fato, Cardoso M.V. *et al* mostraram que depois a vaporização dos componentes orgânicos do dente, como a água e as fibras de colágeno, por o laser; uma quantidade importante de cálcio está disponível (4). O cálcio que se ligará ao sistema adesivo *self-etch*, e assim aumentará a adesão (14).

5.1.3 Comparação da preparação dentária com outros instrumentos : as brocas

Existe vários métodos de preparação de superfícies dentárias, nos protocolos de Dentisteria Conservadora. Os médicos dentistas têm a possibilidade de trabalhar com as técnicas mais convencionais -como por exemplo as brocas, ou com as técnicas mais recentes, como os lasers.

A utilização das brocas com as peças de mão é substituída gradualmente por outras técnicas, por causa da ansiedade gerada pelos pacientes : de fato o ruído, a vibração desses instrumentos e a sensibilidade dentária causada por eles não ajudam (6).

Sirin Karaarslan E. *et al* observaram uma inflamação neurogênica local na polpa, depois a passagem da broca (12).

Além disso, ao contrário das superfícies tratadas pelo laser, o dente preparado com as brocas é recoberto por uma lama dentinária espessa, quem vai obstruir os canalículos

dentinários e assim impedir à penetração do sistema adesivo (9,13). Essa camada está bem aderida à superfície dentária, e nos canalículos dentinários : ela não pode ser removida unicamente com um jato de água, de fato a sua decomposição pelo ácido é uma etapa decisiva na adesão (12,13).

Os prismas do esmalte tratados com as brocas são expostos transversalmente. No entanto, os prismas do esmalte irradiados pelo laser érbio são expostos longitudinalmente. Podemos observar essas diferenças morfológicas nas figuras 4 e 5 (4).

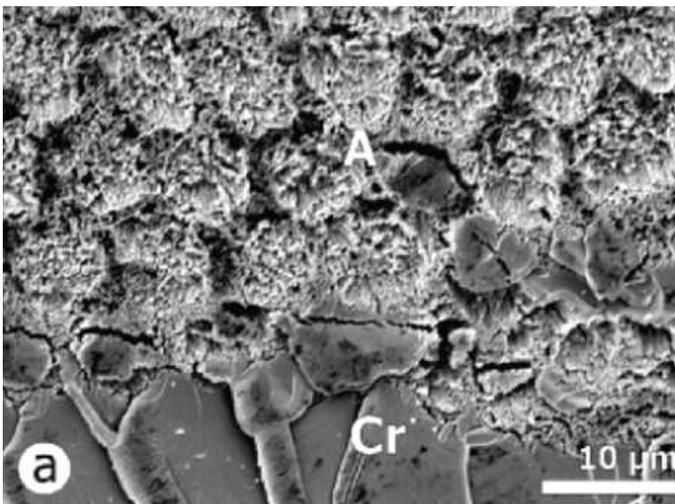


Figura 4, tirada do artigo [Influence of Er,Cr:YSGG laser treatment on microtensile bond strength of adhesives to enamel](#) com autorização dos autores (4) : Superfície dentinária preparada com uma broca diamantada : os prismas transversais do esmalte.

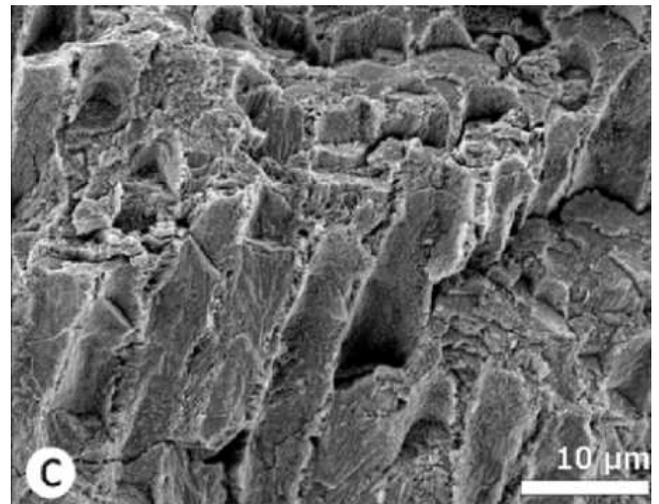


Figura 5, tirada do artigo [Influence of Er,Cr:YSGG laser treatment on microtensile bond strength of adhesives to enamel](#) com autorização dos autores (4) : Superfície dentinária irradiada com o laser : os prismas longitudinais do esmalte.

5.2 *Total-etch versus self-etch*

5.2.1 Sistema adesivo *total-etch single bottle*

A evolução da técnica de aplicação dos sistemas adesivos introduzidos foi no sentido da simplificação. Eles combinam num único frasco o que foi apresentado nos sistemas anteriores em dois: o *primer* e o *bonding*. Requerem sempre o condicionamento total prévio com ácido fosfórico. Denomina-se sistema adesivo *total-etch single bottle*.

Quando os dentes são preparados e limpos com as brocas forma-se uma camada: a lama dentinária. Foi demonstrado, pelos autores Sattabanasuk V. *et al*/e pelos autores de Jesus Tavarez R.R. *et al*, que o uso do ácido fosfórico isolado antes da aplicação do frasco *primer*

e *bonding* é capaz de remover mais lama dentinária na superfície e também nos canalículos dentinários e desagregar parcialmente a dentina peritubular (13,14). Além disso, o condicionamento ácido remove de maneira seletiva os cristais de hidroxiapatita. Assim, as fibras de colágeno são expostas o que facilitaria a penetração da resina adesiva e forma a camada híbrida. Na área dos canalículos dentinários, a micro-retenção é obtida com a formação de *resina tags* que representa um incremento na adesão (7).

Uma das ações do laser érbio é de ser autocondicionante. A literatura científica afirma que não é necessário condicionar as superfícies dentárias com o ácido fosfórico quando o laser é usado nessas superfícies. No entanto, os estudos posteriores provaram que a etapa do condicionamento com o ácido fosfórico é sempre necessário, porque a irradiação com o laser érbio resulta na formação duma superfície irregular, sem padrão de condicionamento (11,12,15). De fato, o ácido fosfórico garante uma uniformidade da superfície, exibindo um padrão de condicionamento ideal, como pode ser visto na figura 6 (10). Assim, a associação de ambas técnicas permite um condicionamento mais completo das superfícies dentárias e mais vantajosa pela adesão. Sirin Karaarslan E. *et al*/ demonstraram que os valores de resistência à tensão aumentaram quando as superfícies foram irradiadas com o laser Er:YAG, e condicionadas pelo ácido fosfórico (12). Ceballo L. *et al*/ também estabeleceram que existe um aumento na resistência à tensão, quando o ácido fosfórico foi aplicado após a utilização do laser Er:YAG. Foi demonstrado que o ácido fosfórico permite de eliminar a camada modificada, criada pelo laser (2).

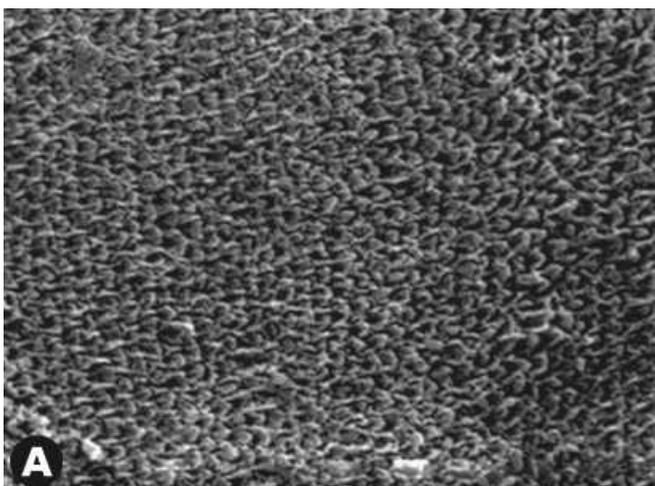


Figura 6, tirada do artigo Tensile bond strength and SEM analysis of enamel etched with Er:YAG laser and phosphoric acid: a comparative study in vitro com autorização dos autores (10) : Superfície dentária depois o condicionamento ácido.

Sasaki L.H. *et al*/sugeriram que o aumento da resistência pode ser devido ao uso de ácido fosfórico que vai tratar as zonas das superfícies dentárias, quem não foram irradiadas por laser nos intervalos dos pulsos (10). Sirin Karaarslan E. *et al*/defenderam a ideia que, depois

o condicionamento ácido sobre as superfícies irradiadas os canalículos dentinários são alargados; o que permitirá a infiltração profunda da resina adesiva e assim, a formação da camada híbrida e de *resina tags*. De fato, a presença de *resina tags* representam 15% da força de união (12).

No entanto, alguns autores avaliaram uma taxa mais elevada de micro-infiltrações nas superfícies tratadas com o laser, com diferentes sistemas adesivos *total-etch single bottle* (6,15,17). Esses resultados podem estar diretamente relacionados à ação do laser érbio sobre o dente, e/ou à desmineralização excessiva do ácido fosfórico. Ramos T.M. *et al* observaram que a associação laser e sistema adesivo *total-etch single bottle* tinha os menores valores de resistência à tração do que as amostras tratadas só com ácido fosfórico. De fato, o condicionamento ácido remove a lama dentinária, desmineraliza excessivamente os tecidos duros nas superfícies dentárias irradiadas que já não possuem lama dentinária. Portanto, o tempo do condicionamento ácido, definido pelo fabricante por um tratamento mais convencional ou seja entre 15 até 30 segundos, nos dentes previamente irradiados, pode danificar a superfície e dificultar a formação da camada híbrida e por fim a infiltração da resina adesiva. Esses resultados poderiam explicar porque a resistência está ligeiramente mais vantajosa com as brocas (1).

5.2.2 Sistema adesivo *self-etch*

O sistema adesivo *self-etch* faz parte dos últimos sistemas adesivos, chegados no mercado odontológico desde duas décadas. Esse sistema adesivo agrupa os três procedimentos (ácido, *primer* e *bonding*) num único frasco. O sistema adesivo *self-etch* é teoricamente propenso a condicionar e infiltrar o esmalte e a dentina, formando uma camada de resina capaz de se unir ao compósito por fotopolimerização.

É a simplificação da técnica adesiva. De fato, o sistema adesivo *self-etch* tem menos etapas operatórias, é uma técnica menos sensível, e o tempo de cadeira é mais curto (6,18).

Quando os dentes são preparados com as brocas, uma camada chamada lama dentinária estabelece-se na superfície. Alguns autores como Sirin Karaarslan E. *et al* e Vohra F. *et al* afirmaram que a lama dentinária pode integrar-se dentro da camada híbrida e participar na adesão (6,12). Cardoso M.V. *et al* observaram que a presença e a quantidade da lama dentinária pode influenciar a união entre o sistema adesivo *self-etch* e o substrato dentário (4). Essa dificuldade de união pode ser devida ao facto que os sistemas adesivos *self-etch*,

como por exemplo o Clearfil Tri-S Bond, não exigirem a etapa isolada do condicionamento ácido. Alguns autores concluíram que a combinação das três etapas num único frasco pode ter dificuldade em condicionarem a lama dentinária (4,12,13). No entanto, existem também diferenças nos resultados intra-estudos dentro do grupo *self-etch*. As diferenças de resultados podem estar relacionadas com o fato da utilização de marcas comerciais diversas. Por exemplo, foi demonstrado pelos autores Cardoso M.V. *et al* que o adesivo *self-etch* Clearfil Tri-S foi mais eficaz do que o adesivo *self-etch* Adper Prompt L-pop nas superfícies dentárias irradiadas pelo laser érbio (4).

Assim, a força de união depende de vários fatores, tais como a presença da lama dentinária mas também do tipo de sistema adesivo *self-etch* usado.

Os resultados de resistência à tração com o sistema adesivo *self-etch* eram mais elevados quando utilizado o laser érbio. De fato, as superfícies irradiadas ficam desprovidas da lama dentinária mas apresentam uma percentagem mais elevada de cálcio na sua estrutura. O cálcio vai ligar-se com um componente do sistema adesivo, o 10-MDP. Essa molécula tem a capacidade de se ligar aos tecidos duros dentários e formar uma ligação química estável com o cálcio remanescente (4,14). De Jesus Tavares R.R. *et al* demonstraram que a associação 10-MDP/cálcio aumenta a resistência à biodegradação, produz forças de ligação maiores, com micro-infiltrações reduzidas (14). São afirmações aprovadas pelos autores Celik E.U. *et al*, Tirali R.E. *et al* e Ramos T.M. *et al* (1,9,18).

Cardoso M.V. *et al* observaram que o sistema adesivo Clearfil Tri-S Bond pode penetrar nas fissuras criadas pelo laser, reforçando o substrato dentário afetado. Assim, a adesão ocorre através interações químicas e micromecânicas (4).

6 Conclusão

- Com a utilização de adesivos *total-etch*, o laser tem a capacidade de promover alterações morfológicas vantajosas: promover a rugosidade das superfícies dentárias, eliminar a lama dentinária e abrir os canalículos dentinários formando *tags* de resina.
- Com a utilização de adesivos *self-etch*, o laser é vantajoso porque pode alterar a estrutura química do dente, aumentando a percentagem de cálcio na superfície que se liga preferencialmente com a molécula 10-MDP presente na maioria dos sistemas adesivos *self-etch*.
- No entanto os resultados acima referidos são condicionados em grande medida pela intensidade da irradiação e pulso. Se mal utilizado (é difícil calcular para cada situação a quantidade de irradiação e pulso), o laser pode alterar os tecidos dentários de modo a torna-los resistentes à ação do ácido dos sistemas adesivos calculando-se que a taxa de micro-infiltrações é mais elevada nos dentes irradiados pelo laser *versus* os dentes em que aplicou o condicionamento tradicional.

Referências bibliográficas

1. Ramos TM, Ramos-Oliveira TM, Moretto SG, de Freitas PM, Esteves-Oliveira M, de Paula Eduardo C. Microtensile bond strength analysis of adhesive systems to Er:YAG and Er,Cr:YSGG laser-treated dentin. *Lasers Med Sci* [Internet]. 2014 [cited 2022 May 26];29(2):565–73. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23354743/>
2. Ceballos L, Toledano M, Osorio R, Tay FR, Marshall GW. Bonding to Er-YAG-laser-treated dentin. *J Dent Res* [Internet]. 2002 [cited 2022 May 26];81(2):119–22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11827256/>
3. E S, A S, G P, G T, U R, G M. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma)* [Internet]. 2017 [cited 2022 May 26];8(1):1. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28736601/>
4. Cardoso MV, de Munck J, Coutinho E, Ermis RB, van Landuyt K, Real De Carvalho RC, et al. Influence of Er,Cr:YSGG laser treatment on microtensile bond strength of adhesives to enamel. *Oper Dent* [Internet]. 2008 Jul [cited 2022 May 26];33(4):448–55. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18666504/>
5. Yıldız E., Sirinkaraarslan E., Yegin Z., Cebe M.A., Tosun G. Effect of caries removal techniques on the bond strength of adhesives to caries-affected primary dentin in vitro - PubMed [Internet]. 2013 [cited 2022 May 26]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24295006/>
6. Vohra F, Alghamdi A, Aldakkan M, Alharthi S, Alturaigi O, Alrabiah M, et al. Influence of Er: Cr: YSGG laser on adhesive strength and microleakage of dentin bonded to resin composite. In-vitro study. *Photodiagnosis Photodyn Ther* [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2022 May 26];23:342–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30077649/>
7. Chimello-Sousa DT, de Souza AE, Chinelatti MA, Pécora JD, Palma-Dibb RG, Milori Corona SA. Influence of Er:YAG laser irradiation distance on the bond strength of a restorative system to enamel. *J Dent* [Internet]. 2006 Mar [cited 2022 May 26];34(3):245–51. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16153764/>
8. Akin GE, Herguner-Siso S, Ozcan M, Ozel-Bektas O, Akin H. Bond strengths of one-step self-etch adhesives to laser-irradiated and bur-cut dentin after water storage

- and thermocycling. *Photomed Laser Surg* [Internet]. 2012 Apr 1 [cited 2022 May 26];30(4):214–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22420776/>
9. Celik EU, Ergücü Z, Türkün LS, Türkün M. Shear bond strength of different adhesives to Er:YAG laser-prepared dentin. *J Adhes Dent* [Internet]. 2006 Oct [cited 2022 May 26];8(5):319–25. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17080880/>
 10. Sasaki LH, Lobo PDC, Moriyama Y, Watanabe IS, Villaverde AB, Tanaka CSI, et al. Tensile bond strength and SEM analysis of enamel etched with Er:YAG laser and phosphoric acid: a comparative study in vitro. *Braz Dent J* [Internet]. 2008 [cited 2022 May 26];19(1):57–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18438561/>
 11. Wanderley RL, Monghini EM, Pecora JD, Palma-Dibb RG, Borsatto MC. Shear bond strength to enamel of primary teeth irradiated with varying Er:YAG laser energies and SEM examination of the surface morphology: an in vitro study. *Photomed Laser Surg* [Internet]. 2005 Jun [cited 2022 May 26];23(3):260–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15954812/>
 12. Sirin Karaarslan E, Yildiz E, Cebe MA, Yegin Z, Ozturk B. Evaluation of micro-tensile bond strength of caries-affected human dentine after three different caries removal techniques. *J Dent* [Internet]. 2012 Oct [cited 2022 May 26];40(10):793–801. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22687577/>
 13. Sattabanasuk V, Burrow MF, Shimada Y, Tagami J. Resin adhesion to caries-affected dentine after different removal methods. *Aust Dent J* [Internet]. 2006 [cited 2022 May 26];51(2):162–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16848265/>
 14. de Jesus Tavares R.R., Rodrigues L.L. DAC, Lage L.M., Torres C.R., Bandeca M.C., Firoozmand L.M. Does ErbiumYttrium-Aluminum-Garnet Laser to Enamel improve the Performance of Etch-and-rinse and Universal Adhesives? - PubMed [Internet]. 2018 [cited 2022 May 26]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29603698/>
 15. Youssef MN, Youssef FA, Souza-Zaroni WC, Turbino ML, Vieira MMF. Effect of enamel preparation method on in vitro marginal microleakage of a flowable composite used as pit and fissure sealant. *Int J Paediatr Dent* [Internet]. 2006 [cited 2022 May 26];16(5):342–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16879331/>

16. Moslemi M, Erfanparast L, Fekrazad R, Tadayon N, Dadjo H, Shadkar MM, et al. The effect of Er,Cr:YSGG laser and air abrasion on shear bond strength of a fissure sealant to enamel. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2010 [cited 2022 May 26];141(2):157–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20123873/>
17. Nejad SJ, Razavi M, Birang R, Atefat M. In vitro study of microleakage of different techniques of surface preparation used in pits and fissures. *Indian J Dent Res* [Internet]. 2012 Mar [cited 2022 May 26];23(2):247–50. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22945718/>
18. Tirali RE, Çelik C, Arhun N, Berk G, Cehreli SB. Effect of laser and air abrasion pretreatment on the microleakage of a fissure sealant applied with conventional and self etch adhesives. *J Clin Pediatr Dent* [Internet]. 2013 Apr 1 [cited 2022 May 26];37(3):281–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23855173/>