

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Priscilla Silva Vieira

**EFEITO DE DIFERENTES CONDICIONAMENTOS DE SUPERFÍCIE NA
COLAGEM DE BRÁQUETES EM CERÂMICA DE DISSILICATO DE LÍTIO**

Belo Horizonte
2020

Priscilla Silva Vieira

**EFEITO DE DIFERENTES CONDICIONAMENTOS DE SUPERFÍCIE NA
COLAGEM DE BRÁQUETES EM CERÂMICA DE DISSILICATO DE LÍTIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Clínicas Odontológicas, Área Temática: Prótese Dentária.

Linha de Pesquisa: Propriedades físicas, químicas e biológicas dos materiais dentários.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes

Belo Horizonte

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

V658e	Vieira, Priscilla Silva Efeito de diferentes condicionamentos de superfície na colagem de bráquetes em cerâmica de dissilicato de lítio / Priscilla Silva Vieira. Belo Horizonte, 2020. 53 f. : il. Orientador: Alberto Nogueira da Gama Antunes Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia 1. Resistência ao cisalhamento. 2. Cerâmicas dentárias. 3. Ortodontia. 4. Técnicas In Vitro. 5. Materiais dentários. 6. Braquetes ortodônticos - Resistência. 7. Esmalte dentário. I. Antunes, Alberto Nogueira da Gama. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título. CDU: 616.314-089.23
-------	---

Priscilla Silva Vieira

**EFEITO DE DIFERENTES CONDICIONAMENTOS DE SUPERFÍCIE NA
COLAGEM DE BRÁQUETES EM CERÂMICA DE DISSILICATO DE LÍTIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas – Área Temática: Prótese Dentária.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Prof. Dr. Sérgio Carvalho Costa – UFMG
- 2- Prof. Dr. Pedro Américo Almeida Magalhães Júnior – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 28 de fevereiro de 2020

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado forças e persistência para vencer esta etapa e por ter me dado pais tão amorosos que me proporcionaram a possibilidade de realização deste sonho. Sem eles, nada disso seria possível.

A minha família e Rosália por sempre acreditarem em meu potencial.

Aos professores e colegas do Mestrado Acadêmico da PUC Minas por tanto conhecimento transmitido e experiências compartilhadas.

Ao Professor Alberto pela paciência, incentivo e tanto apoio para orientação deste trabalho.

Ao Pedro, Michel e Gustavo pela ajuda e risadas.

À Compass 3D pela flexibilidade ao me liberar para as aulas e pesquisa e, além disso, ter cedido, tão generosamente, todos os blocos de materiais e infraestrutura necessária de apoio à minha pesquisa.

RESUMO

Tendo em vista as dificuldades em condicionar quimicamente as cerâmicas cristalinas, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de diferentes condicionamentos de superfície na resistência de união de bráquetes ortodônticos metálicos (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil) aderidos à cerâmica IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), composta majoritariamente por dissilicato de lítio. Foram aplicados 7 diferentes tipos de condicionamentos, cada um representado por um grupo (n=20), sendo eles: Grupo T (grupo controle 1): Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, CA, Estados Unidos); Grupo FS (grupo controle 2): Condac Porcelana- Ácido fluorídrico a 10% (FGM, Joinville, SC, Brasil) + RelyX Ceramic Primer- Silano (3M ESPE, Mineápolis MN, Estados Unidos) + Transbond XT; Grupo SB (grupo controle 3): Condac Porcelana- ácido fluorídrico a 10% + Relyx Ceramic Primer- Silano + Adesivo Adper Scotch Bond (3M ESPE, Mineápolis, MN, Estados Unidos) + Transbond XT; Grupo S: Singlebond Universal (3M ESPE, Mineápolis, MN, Estados Unidos) + Transbond XT; Grupo P: Palfique Bond (Tokuyama Dental, Tóquio, Japão) + Transbond XT; Grupo PB: Prime&Bond Universal (Dentsply Sirona, York, Pensilvânia, Estados Unidos) + Transbond XT; Grupo ST: Adesivo Adper Scotch Bond + Transbond XT. Logo após a colagem, os grupos foram imersos em um recipiente contendo água destilada e armazenados a 37°C por 7 dias. Após término deste tempo, foram retirados do recipiente e submetidos à ensaio de cisalhamento (0,5mm/minuto). A tensão necessária para descolamento dos bráquetes foi medida em Newtons e, medindo-se a área de sua base, convertida para Mpa. As médias entre os grupos foram submetidas à análise de variância de um fator, *post hoc* de Bonferroni considerando $p < 0,05$. O IAR (Índice de Adesivo Remanescente) foi determinado submetendo os corpos de prova à microscópio óptico. Os grupos que apresentaram melhores resultados foram FS e SB, de valores estatísticos semelhantes; grupo S com o resultado mediano; e grupos T, P, PB e ST de valores estatísticos semelhantes e apresentando resultados menos satisfatórios. Foi possível concluir, considerando as limitações deste estudo, que: 1) A cerâmica de dissilicato de lítio necessita ser tratada para desenvolver quaisquer interações com o material de colagem; 2) O Single Bond Universal foi o único adesivo universal que promoveu um aumento da união de adesão quando comparado ao grupo controle, apesar de apresentar os piores resultados quando comparado aos grupos que utilizadas ácido fluorídrico e silano; 3) O padrão de fratura mais frequentemente observado foi o nº 05 (nenhuma resina na superfície da cerâmica).

Palavras-chave: Resistência ao cisalhamento. Cerâmicas. Ortodontia. Técnicas *in vitro*.

ABSTRACT

In regards of the difficulties in the process of chemical etching in crystalline ceramics, this research had as its objective to evaluate the effect of the application of different surface etchings in shear bond strength of metallic brackets (Morelli, Sorocaba, SP, Brazil) bonded to IPS e.max CAD ceramic (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lientchesnstein), mostly composed by lithium disilicate. Were applied 7 different kinds of etchings, each one represented by one group (n=20): Group T (control group 1): Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, CA, USA); Group FS (control group 2): Condac Porcelana- Hydrofluoric acid at 10% (FGM, Joinville, SC, Brazil) + RelyX Ceramic Primer- Silane (3M ESPE, Minneapolis MN, USA) + Transbond XT; Group SB (control group 3): Condac Porcelana- Hydrofluoric acid at 10% + Relyx Ceramic Primer- Silane + Adper Scotch Bond Adhesive (3M ESPE, Minneapolis, MN, USA) + Transbond XT; Group S: Singlebond Universal (3M ESPE, Minneapolis, MN, USA) + Transbond XT; Group P: Palfique Bond (Tokuyama Dental, Tokyo, Japan) + Transbond XT; Group PB: Prime&Bond Universal (Dentsply Sirona, York, Pennsylvania, USA) + Transbond XT; Group ST: Adper Scotch Bond Adhesive + Transbond XT. Right after the bonding, the groups were submerged in a container with distilled water and kept for 7 days at a 37°C temperature. Then, they were taken out of this container and submitted to a shear bond strength test (0,5 mm/minute). The necessary tension for bracket detachment was measured in Newtons and, taking its base area, converted in Mpa. The average between the groups was submitted to the one way variance analysis, Bonferroni' post hoc considering $p < 0.05$. The ARI (Adhesive Remnant Index) was determined submitting the specimens to an optic microscope. The groups that showed the better results were FS and SB, with similar statistic values; group S with a median result; and groups T, P, PB and ST with similar statistic values and showing less satisfactory results. It was possible to conclude, considering the limitations of this study, that: 1) The lithium disilicate ceramic needs to be treated to gain any kind of interaction with the bracket bonding material; 2) The Single Bond Universal was the only universal adhesive that promoted an increase of bonding strength compared to the control group, though presenting the worst results when compared to the groups that used hydrofluoric acid and silane; 3) The fracture pattern more frequently found was n° 05 (no resin in the ceramic's surface).

Keywords: Shear strength. Ceramics. Orthodontics. In vitro Techniques.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral	17
2.2 Objetivos específicos	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Confecção dos corpos de prova	19
3.2 Tipos de condicionamento	20
3.3 Teste de resistência ao cisalhamento	26
3.4 Padrão de fratura	27
4 ARTIGO CIENTÍFICO	29
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

A adesão de materiais restauradores ao esmalte dentário foi tida como uma dificuldade comumente enfrentada na Odontologia por muito tempo até que BUONOCORE (1955) teve uma idéia de modificar a superfície em que o material resinoso entrasse em contato. Ele propôs que uma solução de ácido fosfórico a 85%, que já era utilizado para o tratamento de superfícies metálicas, fosse utilizada para condicionar a superfície do esmalte sem que fossem utilizadas retenções físicas ou preparos cavitários. O estudo concluiu que tal condicionamento desmineralizou a superfície do esmalte, criando micro retenções as quais o material restaurador preencheu e, após polimerização aderiu mecânicamente à estrutura hígida de forma mais eficaz.

A adesão ao esmalte passou, então, a considerada como segura e estável (VAN MEERBEEK *et al.*, 2001). No entanto, os procedimentos adesivos devem ser feitos na dentina, mesmo sabendo-se de suas limitações em função da maior quantidade de conteúdo orgânico do tecido dentinário e da grande quantidade de umidade presente, e na superfície dos materiais restauradores. Assim, parte da literatura dedica esforços para estudar o efeito da aplicação de materiais e técnicas de adesão sobre a superfície de ligas metálicas, cerâmicas e resinas indiretas.

Passado um tempo, com o surgimento da Ortodontia moderna e o aumento do número de pacientes adultos recorrendo à terapia ortodôntica, a colagem de dispositivos ortodônticos a materiais restauradores vem se tornando uma rotina nos tratamentos (ALHAIJA; AL-WAHADNI, 2007). Muitos desses pacientes adultos podem já ter sido submetidos a procedimentos restauradores. Isto representa um desafio a mais para o ortodontista, pois a fixação dos acessórios ortodônticos em superfícies artificiais, tais como as cerâmicas, não é tão bem-sucedida quando comparada com a colagem direta ao esmalte dentário (FINNEMA *et al.*, 2010; SAKAGUCHI; POWERS, 2012). Isso se deve à característica do esmalte ser facilmente condicionado e, posteriormente, coberto por material resinoso que será fotopolimerizado *in situ*. No caso das cerâmicas, a correta adesão depende de irregularidades criadas na superfície.

Com o objetivo de garantir um material mais estético, resistente a forças mecânicas oclusais, biocompatível e ainda que não fosse associado obrigatoriamente à metais, houve um desenvolvimento amplo de cerâmicas

odontológicas (ÖZKAN; ALKUMRU; GEMALMAZ, 2001). Estas são, normalmente, classificadas pela sua fase cristalina e podem conter até 99% desta em volume (SAKAGUCHI; POWERS, 2012). A crescente dos materiais restauradores e, conseqüentemente das cerâmicas, tem feito os ortodontistas buscarem outras formas de melhorar a adesão dos bráquetes nestes substratos, já que o protocolo de condicionamento convencional não gera resultados satisfatórios da mesma forma que no esmalte (ALHAIJA; ALWAHADNI, 2007).

Analisando separadamente a adesão das cerâmicas à superfície dentária, GOMES *et al.* (2008), em uma revisão de literatura, puderam concluir que o condicionamento ácido com ácido fluorídrico (condicionamento químico) e jateamento com óxido de alumínio (condicionamento mecânico) são eficazes para as cerâmicas feldspáticas. Porém para aquelas cerâmicas que possuem ausência de fase vítrea e redução da sílica em sua composição, nem o condicionamento com ácido fluorídrico ou o jateamento com óxido de alumínio são eficazes. Para estas, outras formas de condicionamento-jateamento com óxido de alumínio acrescido à cimento resinoso com monômeros de fosfato ou silanização juntamente com cimento resinoso seriam alternativas. Por outro lado, Sena *et al.* (2017) avaliaram o efeito de diferentes tratamentos de superfície, protocolos de polimerização no índice de adesão e o grau de conversão dos agentes de união. O estudo revelou que o tratamento de superfície e o protocolo de polimerização influenciam no grau de conversão durante o processo de adesão do bráquete ao esmalte. O tratamento de superfície com *primers* auto condicionantes é mais sensível a variações aos protocolos de polimerização do que os demais (devido à sua composição) e o uso apenas do ácido fosfórico não provê suficiente adesão dos bráquetes à superfície dentária.

Para as demais cerâmicas, compostas predominantemente por cristais alongados de dissilicato de lítio envoltos por uma matriz vítrea, o condicionamento com ácido fluorídrico à 10% por 120 segundos já diminui a resistência do material e sua respectiva vida útil. A recomendação dos fabricantes é do condicionamento por ácido fluorídrico à 5% durante 20 segundos, o que causa um aumento de porosidade moderado em sua superfície sem afetar significativamente sua resistência (MENEES *et al.*, 2014; XIAOPING *et al.*, 2014).

Diversos estudos abordando a adesão entre as resinas de colagem e cerâmicas vítreas (TIAN TIAN *et al.*, 2014) têm levado ao entendimento de que o

condicionamento com ácido fluorídrico e a silanização são de extrema importância para o sucesso clínico à longo prazo da colagem de bráquetes nestas superfícies. Porém, devido aos riscos do uso intra-oral do ácido é necessário o desenvolvimento de um substituto para o mesmo e avanço no desenvolvimento dos componentes químicos das resinas.

Tendo em vista a avaliação do índice de adesivo remanescente (IAR) comparando diferentes adesivos ortodônticos em superfícies restauradas e em dentes hígidos após descolamento de bráquetes, o estudo de HELLAK et al (2016) teve como objetivo determinar a resistência ao cisalhamento de acordo com cada adesivo utilizado. Puderam concluir que o Transbond XT é o que possui melhores resultados sob a superfície do esmalte, sendo o padrão ouro. Já o ScotchBond Universal teve melhores resultados em todos os outros tipos de superfícies, sem a necessidade de aplicação prévia de *primer*, e se bráquetes metálicos serão aderidos à superfícies metálicas um adesivo dual é recomendado.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da aplicação de diferentes condicionamentos de superfície na resistência de união de bráquetes ortodônticos metálicos (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil) aderidos à cerâmica IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lienchtenstein), composta majoritariamente por dissilicato de lítio.

2.2 Objetivos específicos

- a) avaliar o efeito apenas do adesivo ortodôntico Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, CA, Estado Unidos) na resistência ao cisalhamento dos bráquetes (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil) aderido à superfície da cerâmica IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lienchtenstein);
- b) avaliar o efeito da aplicação de diferentes adesivos universais na resistência de união entre bráquete, adesivo ortodôntico e a cerâmica;
- c) avaliar o padrão de fratura após o ensaio de cisalhamento para cada condição experimental (tratamento de superfície).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Confeção dos corpos de prova

Foram utilizados, no total, 35 blocos de medidas 15x12mm de cerâmica IPS e.max CAD- Componente principal: LS_2 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Os blocos de IPS e.max CAD foram doados por um laboratório que trabalha com tecnologia CAD/CAM (Compass 3D, Belo Horizonte, MG, Brasil) após fresagem e pré-sinterização. Portanto, a superfície foi submetida a um processo de polimento através de um Cortador de Gesso STD Standard DCL (Dentária Campineira, Campinas, SP, Brasil) e Folha de Lixa para Metal (D'água) Grão 600 Norton (Saint-Gobain Abrasivos, Courbevoie, França) (Fig. 1).

Após polimento da superfície destinada à colagem, as hastes metálicas para fixação em fresadora foram desafixadas dos blocos através da chama de um Maçarico Mini Ortogás (Jackwal- Gravataí, RS, Brasil) e um Alicate Bico Meia Cana 6" Polido Importado (sem fabricante) previamente à sinterização. Para que não houvesse contaminação do forno, a cola remanescente nos blocos após o descolamento das hastes metálicas foi retirada com auxílio de uma Broca Carbide Cirúrgica Esférica nº 03 FG (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil).

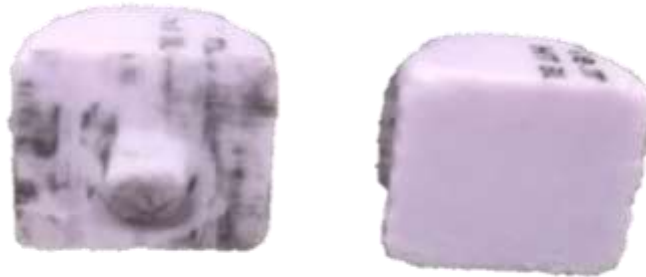
Para sinterização dos blocos foi utilizado o forno Programat P310 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) em programação previamente estabelecida pelo fabricante- P165 e.max CAD Crystall/Glaze- Cristalização Rápida.

Cada bloco foi fixado à uma tira de fita adesiva Scotch Silver Tape (3M, Maplewood, MN, Estados Unidos) juntamente com a estrutura do corpo de prova- Bucha de Redução em PVC soldável- Curta 32X25mm- Marrom (Fortlev, Serra, ES, Brasil), 35 unidades, para versão da resina acrílica quimicamente ativada- pó e líquido (JET Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo, SP, Brasil) previamente manipulada em sua fase arenosa. Após cristalização da resina acrílica, os corpos de prova foram descolados da fita adesiva. A cola remanescente da fita adesiva na superfície dos corpos de prova foi retirada com o líquido (monômero) do kit de resina acrílica e lavados com água corrente. A superfície destinada à colagem foi seca com jatos de ar e a estrutura do corpo de prova, com papel toalha (Fig. 2).

Os 35 corpos de prova foram divididos em 07 (sete) grupos (05 corpos de prova para cada), com 07 tipos de condicionamentos diferentes. A superfície dos

corpos de prova foi dividida em 04 (quatro) sítios para colagem dos bráquetes Max MBT para incisivos inferiores (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil), totalizando num $n= 20$ para cada grupo. Foram utilizados, no total, 140 bráquetes.

Figura 1: Blocos de IPS e.max CAD pré e pós polimento



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 2: Corpo de prova



Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 Tipos de condicionamento

Os 07 (sete) grupos com seus respectivos condicionamentos foram divididos da seguinte forma:

- a) **Grupo T:** Sobre superfície central da base do bráquete, apreendido com o auxílio de uma pinça ortodôntica (Ortodente, Belo Horizonte, MG, Brasil), foi aplicado o adesivo ortodôntico Transbond XT (3M Unitek, Monrovia,

CA, Estados Unidos). O bráquete foi posicionado sobre o sítio de colagem no corpo de prova e, com auxílio de um Hollembach 3S Millenium (Golgran, Caetano do Sul, SP, Brasil) foi retirado o excesso de adesivo extravasado para as laterais do bráquete. O adesivo foi fotoativado por 20 segundos- com o fotopolimerizador Valo (Ultradent, South Jordan, UT, Estados Unidos) com intensidade luminosa de 1.100 mW/cm^2 sobre suas 04 faces. Este foi considerado o grupo controle;

- b) **Grupo S:** Sobre a superfície do sítio destinado à colagem no corpo de prova foi aplicado ativamente com o auxílio de microbrush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), por 10 segundos, o Single Bond Universal (3M ESPE, Mineápolis, MN, Estados Unidos), seguido de evaporação com jato de ar contínuo por 20 segundos e fotoativação por 10 segundos em cada sítio com o fotopolimerizador Valo (Ultradent, South Jordan, UT, Estados Unidos) com intensidade luminosa de 1.100 mW/cm^2 . Para colagem do bráquete foi realizado o mesmo procedimento do Grupo T;
- c) **Grupo FS:** Sobre a superfície do sítio destinado à colagem no corpo de prova foi aplicado Condac Porcelana- Ácido fluorídrico a 10% (FGM, Joinville, SC, Brasil), aguadado 20 segundos, enxágue com água corrente por 20 segundos e evaporação com jato de ar contínuo por 10 segundos. Em seguida, foi aplicado ativamente por 10 segundos, em cada sítio de colagem com o auxílio de microbrush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), o RelyX Ceramic Primer- Silano (3M ESPE, Mineápolis, MN, Estados Unidos), evaporação com jato de ar contínuo por 10 segundos e aguardo por 60 segundos; Para colagem do bráquete foi realizado o mesmo procedimento do Grupo T;
- d) **Grupo P:** Sobre a superfície do sítio destinado à colagem no corpo de prova foi aplicado ativamente com o auxílio de microbrush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), por 20 segundos, o Palfique Bond (Tokuyama Dental, Tóquio, Japão), aguardo por 10 segundos, seguido de evaporação com jato de ar contínuo por 5 segundos e fotoativação por 10 segundos em cada sítio com o fotopolimerizador Valo (Ultradent, South Jordan, UT, Estados Unidos) com intensidade luminosa de 1.100 mW/cm^2 . Para colagem do bráquete foi realizado o mesmo procedimento do Grupo T;

- e) **Grupo PB:** Sobre a superfície do sítio destinado à colagem no corpo de prova foi aplicado ativamente com o auxílio de microbrush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), por 20 segundos, o Prime & Bond Universal (Dentsply Sirona, York, Pensilvânia, Estados Unidos), seguido de evaporação com jato de ar contínuo por 5 segundos e fotoativação por 20 segundos em cada sítio com o fotopolimerizador Valo (Ultradent, South Jordan, UT, Estado Unidos) com intensidade luminosa de 1.100 mW/cm^2 . Para colagem do bráquete foi realizado o mesmo procedimento do Grupo T;
- f) **Grupo SB:** Sobre a superfície do sítio destinado à colagem no corpo de prova foi aplicado Condac Porcelana- Ácido fluorídrico a 10% (FGM, Joinville, SC, Brasil), aguadado 20 segundos, enxágue com água corrente por 20 segundos e evaporação com jato de ar contínuo por 10 segundos. Em seguida, foi aplicado ativamente por 10 segundos em cada sítio de colagem com o auxílio de microbrush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), o RelyX Ceramic Primer- Silano (3M ESPE, Mineápolis, MN, Estados Unidos), evaporação com jato de ar contínuo por 10 segundos e aguardo por 60 segundos. Logo após, foi aplicado ativamente por 10 segundos em cada sítio de colagem com o auxílio de microbrush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), o Adesivo Adper Scotch Bond (3M ESPE, Mineápolis, MN, Estados Unidos), evaporação com jato de ar contínuo por 10 segundos e fotoativação por 40 segundos em cada sítio com o fotopolimerizador Valo (Ultradent, South Jordan, UT, Estados Unidos) com intensidade luminosa de 1.100 mW/cm^2 . Para colagem do bráquete foi realizado o mesmo procedimento do Grupo T;
- g) **Grupo ST:** Sobre a superfície do sítio destinado à colagem no corpo de prova foi aplicado ativamente por 10 segundos com o auxílio de microbrush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), o Adesivo Adper Scotch Bond (3M ESPE, Mineápolis, MN, Estados Unidos), evaporação com jato de ar contínuo por 10 segundos e fotoativação por 40 segundos em cada sítio com o fotopolimerizador Valo (Ultradent, South Jordan, UT, Estados Unidos) com intensidade luminosa de 1.100 mW/cm^2 . Para colagem do bráquete foi realizado o mesmo procedimento do Grupo T.

Imediatamente após a colagem, os corpos de prova foram armazenados em um recipiente contendo água destilada. Este recipiente foi submetido à estufa 315 SE (Fanem, São Paulo, SP, Brasil) à 37°C durante 7 dias de modo a simular o ambiente intra-oral. Após término deste tempo, foram retirados do recipiente e secos com papel toalha.

Todos os materiais utilizados estão descritos na Tabela 1, os grupos com seus respectivos condicionamentos na Tabela 2.

Tabela 1: Materiais utilizados, composição química e fabricantes

Material	Tipo/material	Composição	Fabricante
IPS e.max CAD	Cerâmica de dissilicato de lítio	Dissilicato de lítio, óxido de lítio, óxido de potássio, óxido de fósforo, óxido de zircônio, óxido de zinco, óxido de alumínio, óxido de magnésio óxidos corantes	Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Transbond XT (Somente a resina)	Resina composta fotopolimerizável	Quartzo tratado com silano, bis-GMA, difenil iodínio hexa-fluorofosfato	3M Unitek, Monrovia, CA, EUA
Bráquete para incisivos inferiores	Prescrição MBT-Metálico	Aço inoxidável (cromo, níquel, cobre, manganês, silício e nióbio)	Morelli, Sorocaba, SP, Brasil
Single Bond Universal	Adesivo universal de frasco único	MDP monômero fosfato, dimetacrilato, HEMA, copolímero de Vitrebond, preenchedor, etanol, água, iniciadores, silano	3M ESPE, Mineápolis, MN, EUA
Condac Porcelana 10%	Gel de baixa viscosidade de ácido fluorídrico	Ácido fluorídrico a 10%, água, espessante	FGM, Joinville, SC, Brasil
RelyX Ceramic Primer	Primer de silano	Álcool etílico, metacriloxipropiltrimetoxisilano, água	3M ESPE, Mineápolis, MN, EUA
Palfique Bond	Adesivo monocomponente autocondicionante	Monômero de ácido fosfórico, bis-GMA, trietilenoglicol dimetacrilato, HEMA, canforoquinona, álcool e água purificada	Tokuyama Dental, Tóquio, Japão
Prime&Bond Universal	Agente de adesão/Silanização	Dilamina bis-acrílica, água, Propanol, dihidrogênio fosfato metacrilato, penta, propilamina bisacrílica, canforoquinona, hexafluorofosfato, benzonitrila dimetilamino, hidroquinona	Dentsply Sirona, York, Pensilvânia, EUA
Adesivo Adper Scotch Bond	Sistema adesivo fotopolimerizável	Bis-GMA, HEMA, peróxido benzoílico, trifenilantimônio, trifenilfosfina, hidroquinona	3M ESPE, Mineápolis, MN, EUA

Fonte: Dados dos fabricantes

Tabela 2: Distribuição dos grupos de acordo com o tratamento

Grupo	Tratamento
T	Transbond XT
S	Single Bond Universal + Transbond XT
FS	Ácido fluorídrico 10% + RelyX Ceramic Primer + Transbond XT
P	Palfique Bond + Transbond XT
PB	Prime&Bond Universal + Transbond XT
SB	Ácido fluorídrico 10% + RelyX Ceramic Primer + Adesivo Adper Scotch Bond + Transbond XT
ST	Adesivo Adper Scotch Bond + Transbond XT

Fonte: Elaborado pelo autor

3.3 Teste de resistência ao cisalhamento

Os corpos de prova foram presos a um dispositivo apropriado para realização dos ensaios de cisalhamento (Odeme, Luzema, SC, Brasil). O dispositivo foi adequadamente fixado à base inferior de uma máquina universal de ensaios Modelo 500 (Emic, São José dos Pinhais, PR, Brasil). Uma ponta de aço inoxidável biselada em formato de cinzel com 1 mm de altura e 10 mm de largura do gume ativo foi fixada à célula de carga de 500 N da máquina de ensaios. Em seguida foi posicionada e apoiada na base do bráquete para testar a força de união deste com a cerâmica para cada grupo de condicionamento descrito anteriormente (Fig. 3). A máquina foi então acionada com velocidade de 0,5 mm por minuto, provocando uma tensão de cisalhamento na interface base do bráquete/resina até o rompimento da união adesiva. Os valores foram registrados diretamente em Newtons (N) no monitor digital da máquina de ensaios. Posteriormente, o valor em Newtons de cada corpo de prova foi dividido pela área da base do bráquete para conversão em Megapascal (MPa).

As médias entre os grupos foram submetidas à análise de variância de um fator *post hoc* de Bonferroni considerando $p < 0,05$.

Figura 3: Corpo de prova sendo submetido à teste de resistência ao cisalhamento



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 Padrão de fratura

Após descolamento, os corpos de prova foram examinados em microscópio óptico AxioCam ERc 5s- (ZEISS, Oberkochen, Alemanha) com aumento de 05 vezes.

As imagens foram obtidas através do software AxioVision LE64 (ZEISS, Oberkochen, Alemanha). As configurações utilizadas foram: clareza = 0,53; balanço preto/branco = 1,67 e exposição = 0,87.

A quantidade de resina remanescente na cerâmica foi classificada de acordo com o Índice de Adesivo Remanescente (IAR), conforme Tabela 3 (ARTUN; BERGLAND; 1984).

Tabela 3: Critério para avaliação do Índice de Adesivo Remanescente (IAR)

IAR	Critério
1	Toda resina permaneceu na cerâmica
2	Mais de 90% permaneceu na cerâmica
3	Entre 10 e 90% da resina permaneceu na cerâmica
4	Menos de 10% da resina permaneceu na cerâmica
5	Nenhuma resina permaneceu na cerâmica

Fonte: Adaptado de Artun e Bergland (1984)

4 ARTIGO CIENTÍFICO

Effect of different surface etchings for bracket bonding on lithium disilicate ceramic

Artigo preparado dentro das normas do periódico **The Journal of Adhesive Dentistry** (Qualis A2).

Normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no endereço eletrônico: https://jad.quintessenz.de/jad/downloads/authorguidelines_jad.pdf

**Effect of different surface etchings for bracket bonding on lithium disilicate
ceramic**

Priscilla Silva Vieira^a / Michel Sena Fernandes Faria Lima^b / Pedro Paulo Alves Sá^b /
Gustavo Henrique Silva Corrêa^b / Alberto Nogueira da Gama Antunes^c

^a Student, Masters Program in Clinic Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

^b Student, Scientific Initiation in Graduation, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

^c Associate Professor, Graduate Program in Dental Prosthesis, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

Correspondence: Alberto Nogueira da Gama Antunes, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Avenida Dom José Gaspar, 500 Prédio 46 / Sala 106, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, 30535-901, Telephone +55 31 3319-4414, email: antunes1978@gmail.com

Abstract

Purpose: To evaluate the effect of the application of different surface etchings in shear bond strength of metallic brackets (Morelli) bonded to IPS e.max CAD ceramic (Ivoclar Vivadent), mostly composed by lithium disilicate.

Materials and methods: 7 kinds of etchings were represented by one group (n=20): Group T: Transbond XT (3M); FS: Condac Porcelana- Hydrofluoric acid at 10% (FGM) + RelyX Ceramic Primer- Silane (3M ESPE) + Transbond XT; SB: Condac Porcelana + Relyx Ceramic Primer- Silane + Adper Scotch Bond Adhesive (3M ESPE) + Transbond XT; S: Single Bond Universal (3M ESPE) + Transbond XT; P: Palfique Bond (Tokuyama Dental) + Transbond XT; PB: Prime&Bond Universal (Dentsply Sirona) + Transbond XT; ST: Adper Scotch Bond Adhesive + Transbond XT. The groups were submerged on a container with distilled water and kept for 7 days at 37°C. Then, were submitted to a shear bond strength test (0.5mm/minute). The necessary tension for bracket detachment was measured in Newtons and converted in Mpa.

Results: The groups that showed the best results were FS and SB; S with a median result; followed by T, P, PB and ST.

Conclusion: It was possible to conclude that: 1) The lithium disilicate ceramic needs to be treated to gain any kind of interaction with the bracket bonding material; 2) The Single Bond Universal was the only universal adhesive that promoted an increase of bonding strength compared to the control group; 3) The fracture pattern more frequently found was n° 05 (no resin in the ceramic's surface).

Keywords: Shear strength. Ceramics. Orthodontics. In vitro Techniques.

INTRODUCTION

With the modern Orthodontics emergence and the increase of adult patients using orthodontic therapy, the bonding of orthodontic attachments to restorative materials has become a treatment's routine¹. Many of these adult patients have already submitted themselves to restorative procedures. This represents one more challenge to the orthodontist because the attachments' bonding in artificial surfaces, such as ceramics, is not so well succeeded when compared to the direct bonding to the dental enamel^{2,3}. This happens due to the enamel's characteristic being easily conditioned and, after that, covered with resinous material that will be light cured *in situ*. With the ceramics, the right bonding depends on the irregularities made on the surface.

With the aim to guarantee a more esthetic material, resistant to occlusal mechanical forces, biocompatible and yet not mandatorily associated to metals, there was a huge development of dental ceramics⁴. These are classified, usually, by their crystalline phase, having up until 99% of it in volume³. The growing of the restorative materials and, consequently of the ceramics, has made the orthodontists search for other ways in order to improve the brackets adhesion on these surfaces, as the conventional etching protocol doesn't result in satisfactory bonding as on the enamel¹.

Analyzing separately the ceramic adhesion on the dental surface, the most effective conditioning on feldspathic ceramics is with hydrofluoric acid and blasting with aluminum oxide. However, for those that don't the glass phase and reduced silica in their composition, not even the etching with hydrofluoric acid nor the blasting are efficient. For these, other conditioners - blasting with aluminum oxide and resinous cements containing phosphate monomers or silanization with the same

cement are other alternatives⁵.

For the other ceramics composed mainly by elongated lithium disilicate crystals wrapped on a glass matrix, the hydrofluoric acid at 10% conditioning for 120 seconds already reduces the material resistance and its lifespan. The manufacturer recommendations are etching with hydrofluoric acid at 5% for 20 seconds, what causes a porosity increase on its surface without affecting significantly its resistance^{6,7}.

Many studies approaching the adhesion between the bonding resins and the glass ceramics⁸ have led to the comprehension that the hydrofluoric acid etching and the silanization have a main role on the bracket bonding long term clinic success on these surfaces. Although, due to the risks of the intraoral uses of this acid, it is necessary to develop a substitute for it and the advance of the resins chemical components.

Owing to these limitations, this study has as its objective to evaluate the effect of the application of different surface etchings in shear bond strength of metallic brackets (Morelli, Sorocaba, SP, Brazil) bonded to IPS e.max CAD ceramic (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), mostly composed by lithium disilicate.

MATERIALS AND METHODS

Thirty-five IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) blocks (15x12mm) donated by a CAD/CAM lab (Compass 3D, Belo Horizonte, MG, Brazil) were polished by a plaster cutter STD Standard DCL (Dentaria Campineira, Campinas, SP, Brazil) and metal sandpaper 600 grain Norton (Saint-Gobain Abrasives, Courbevoie, France). After polishing, the metallic rods were unpinned through the fire of Ortogas torch (Jackwal- Gravatai, RS, Brazil) with the help of a half

reed plier previously the sintering. So there would not be a furnace contamination, the reminiscent glue was removed with the help of a spherical surgical carbide drill n 03 FG (KG Sorensen, Cotia, SP, Brazil). For the sintering process was used the Programat P310 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lienchtenstein) with the previously recommended program by the manufacturer- P165 e.max CAD Crystall/Glaze- Fast Crystallization. Each block was fixed to a strip of Scotch Silver Tape (3M, Maplewood, MN, USA) with the structure of the specimen - PVC joint 32X25 mm- Brown (Fortlev, Serra, ES, Brazil), 35 units, so that the acrylic resin (JET Artigos Odontologicos Classico Ltda, São Paulo, SP, Brazil) could be poured in its sandy phase.

The 35 specimens were divided into 07 different groups (05 each group) with 07 different conditionings. The specimens' surface was divided into 04 sites destined to bracket bonding- Max MBT for inferiors incisors (Morelli, Sorocaba, SP, Brazil), resulting in $n = 20$ for each group and a total of 140 brackets.

The groups were:

- a) Group T – On the central surface of the base of the bracket, taken by an orthodontic tweezer (Ortodente, Belo Horizonte, MG, Brasil), was applied the orthodontic adhesive Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, CA, USA). The bracket was put on the bonding site and, with the help of a Hollemback 3S Millenium (Golgran, Caetano do Sul, SP, Brazil) the adhesive excess was removed from the sides of the bracket. The adhesive was light cured for 20 seconds with Valo (Ultradent, South Jordan, UT, USA) with lighting intensity of $1,100 \text{ mW/cm}^2$ on its four faces. This was considered the control group.

- b) Group S - On the site surface of the ceramic destined to the bonding was applied Single Bond Universal (3M ESPE, Minneapolis, MN, USA) actively using a micro brush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brazil) for 10 seconds, followed by evaporation with continuous air jet for 20 seconds and photo activation for 10 seconds in each site with Valo (Ultradent, South Jordan, UT, USA) with lightning intensity of $1,100 \text{ mW/cm}^2$. For bracket bonding, the same procedures as the ones for group T were done;
- c) Group FS - On the site surface of the ceramic destined to the bonding was applied Condac Porcelana- Hydrofluoric acid at 10% (FGM, Joinville, SC, Brazil), waited 20 seconds, washed with running water for 20 seconds and evaporation with continuous air jet for 10 seconds. Then, the RelyX Ceramic Primer- Silane (3M ESPE, Minneapolis, MN, USA) was actively applied, for 10 seconds in each bonding site using a micro brush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brazil), evaporated with continuous air jet for 10 seconds and waited for 60 seconds. For bracket bonding, the same procedures as the ones for group T were done;
- d) Group P - On the site surface of the ceramic destined to the bonding was actively applied Palfique Bond (Tokuyama Dental, Tokyo, Japan) using a micro brush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) for 20 seconds, waited for 10 seconds followed by evaporation with continuous air jet for 5 seconds and photoactivation for 10 seconds on each site with Valo (Ultradent, South Jordan, UT, USA) with lightning intensity of $1,100 \text{ mW/cm}^2$. For bracket bonding, the same procedures as the ones for group T were done;
- e) Group PB - On the site surface of the ceramic destined to the bonding was actively applied Prime&Bond Universal (Dentsply Sirona, York,

Pensilvannia, USA) using a micro brush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brazil) for 20 seconds followed by evaporation with continuous air jet for 5 seconds and photoactivation for 20 seconds on each site with Valo (Ultradent, South Jordan, UT, USA) with lightning intensity of $1,100 \text{ mW/cm}^2$. For bracket bonding, the same procedures as the ones for group T were done;

- f) Group SB - On the site surface of the ceramic destined to the bonding was applied Condac Porcelana- Hydrofluoric acid at 10% (FGM, Joinville, SC, Brazil), waited for 20 seconds, washed with running water for 20 seconds and evaporation with continuous air jet for 10 seconds. Then, RelyX Ceramic Primer- Silane (3M ESPE, Minneapolis, MN, USA) was actively applied for 10 seconds on each bonding site with a micro brush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), evaporated with continuous air jet for 10 seconds and waited for 60 seconds. Right after, the Adper Scotch Bond Adhesive (3M ESPE, Minneapolis, MN, USA) was actively applied for 10 seconds on each bonding site using a micro brush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brazil), evaporated with continuous air jet for 10 seconds and photoactivated for 40 seconds on each site with Valo (Ultradent, South Jordan, UT, USA) with lightning intensity of $1,100 \text{ mW/cm}^2$. For bracket bonding, the same procedures as the ones for group T were done;
- g) Group ST - On the site surface of the ceramic destined to the bonding was actively applied the Adper Scotch Bond Adhesive (3M ESPE, Minneapolis, MN, USA) with a micro brush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), evaporated with continuous air jet for 10 seconds and photoactivated for 40 seconds on each site with Valo (Ultradent, South Jordan, UT, USA)

with lightning intensity of 1,100 mW/cm².

For bracket bonding, the same procedures as the ones for group T were done.

Immediately after the bonding, the body proofs were kept in a container with distilled water. This container was submitted to a heater 315 SE (Fanem, Sao Paulo, SP, Brazil) at 37°C for 7 days to simulate the intraoral environment. All the materials used are described in Table 1 and the groups with their respective conditionings in Table 2.

Then the specimens were then adapted to the shear test advice (Odeme, Luzema, SC, Brazil). The device was attached to the bottom of a universal testing machine (Emic Modelo 500, Sao Jose dos Pinhais, PR, Brazil). A chisel-shaped beveled stainless steel tip was attached to the 5kN load to test the shear bond strength between the ceramic and the bracket base. A crosshead speed of 0.5mm per minute was used to test the shear bond strength, thereby developing a shear stress at the bracket/resin base interface until the moment of the detachment failure. The values were recorded directly in Newtons on the digital monitor of the testing machine. Subsequently, this value was divided by the base area of the bracket (11.375 cm) obtaining the values in Megapascal (MPa).

After the detachment, the specimens were examined at the optic microscope AxioCam ERc 5s- (ZEISS, Oberkochen, Germany) with a 5x magnification to obtain the ARI (Adhesive Remnant Index) (Table 3). The imagens were obtained through AxioVision LE64 software (ZEISS, Oberkochen, Germany). The settings were: clarity = 0.53; black/white balance = 1.67 and exposure = 0.87. The average between the groups was submitted to the one way variance analysis, Bonferroni' post hoc considering $p < 0.05$.

RESULTS

Table 4 shows the quantity of lost brackets for each group without any strength applied (they detached while in the distilled water), the average shear bond strength applied until the detachment for each group and this value converted into MPa. The group that lost more brackets and, consequently, had the lowest average value for shear bond strength was group T (control), followed by the PB and P groups. Statistically, there was no relevant difference between T, P, PB and ST groups, classified as the worst results. The group S had, statistically, the median results and the best ones laid on groups FS and SB.

Table 5 shows the classification of ARI for each bracket on the groups. The one that showed the best values (more brackets on the first index) was SB. The classification was made based on the captures on figures 1, 2, 3 and 4.

DISCUSSION

This study evaluated the shear bond strength of a bonding resin material (Transbond XT) in contact with a ceramic surface mostly used in sites submitted to extreme occlusal pressure. The resinous component interaction with the lithium disilicate ceramic without any surface treatment had the medium of just 0.09MPa⁹.

This result defines that this ceramic needs to be etched/conditioned in order to increase its interaction with the resinous bonding resin. No treatment should be done on the bracket base because the presence of the metallic mesh already guarantees enough physical retention. This fact is evidenced by the result that this study did not have any brackets with the resin total detachment. Traditionally, the ceramics that have silicon in their composition should be treated with hydrofluoric acid at 5 and 10%. This aggressive acid shouldn't be used at the intraoral environment. Even

though, the experimental condition developed by this study incorporated this method (groups FS and SB) so that could be possible to observe the porosity effect created by the hydrofluoric acid (commonly used on the intern surface of the ceramic before the cementation) and the Transbond XT capacity of penetration in two distinct situations. The same effect could be observed by using manual abrasive drills, but with a high risk of turning the surface into unduly irregular, what could interfere on the bonding resin thickness and, by that, generating even more irregular and scattered results. Ergo, the acid use is just justified by its effect on the ceramic and not for its clinic use¹⁰.

The groups FS and PB presented the highest shear bond strength values (13.79 and 17.67 MPa) being, statistically, different from the other groups. This result is explained by the silane presence and the surface porosity^{11,12}. It is relevant to highlight that the silane application manner was the same for both groups. The using or absence of Scotch Bond Adhesive did not produce the effect of increasing the shear strength. One can deduce that Transbond XT has the appropriate fluidity to fill the small porosities without a fluid solution help as happens with the Scotch Bond Adhesive.

This fluidity, on the other hand, is not enough to produce high values of shear bond strength as observed in the groups T and ST. One of the available options is to modify the ceramic with the silane agent as a way to increase the shear strength between the resinous bonding material and the ceramic surface⁹. Another alternative is to use adhesive systems that have monomers as phosphate radicals in order to, as the same way as the silane, chemically modify the ceramic surface and allow a bonding between the resinous portion and the ceramic. The ones called “Universal adhesives” have, as their composition base, these previously quoted monomers. The

MDP is one of the most used monomers added to these compositions in order to increase the chemical interaction with ceramic surfaces¹³. Of the tested materials in this study, the Single Bond Universal has MDP, just as the Prime&Bond. This last one has a non-specified combination of MDP and PENTA (di-pentaeritriol pentacrylate). The Palfique Bond manufacturer does not show details of its composition.

In this study, the ceramic treatment with Single Bond Universal reached shear bond strength of 7.20MPa, being statistically different of groups P and PB but inferior when compared with the groups SB and FS (the ones that have the silane and hydrofluoric acid combination). In Single Bond Universal composition there is the presence of silane and MDP. Therefore is probable that these two components have promoted a higher chemical interaction, thru secondary bonding. The MDP has being studied in adhesive procedures on the ceramic surfaces¹³.

The Prime&Bond Adhesive did not produce good bonding strength values. In fact, the observed values (0.28) were even lower than the ones for group S and with a high number of lost brackets (6). It's probable that the difference at phosphate monomers quantity caused a lower performance of these two materials. The reached results for them are comparable as using a conventional adhesive, without any phosphate monomers (group ST: 0.94MPa). This last group didn't performed the premature bracket lost.

The inorganic particles presence could also contribute for creating an adhesive layer that resisted better than the other groups to the shear strength.

This study analyzed just the initial bonding strength. Futures studies using similar products should test the bonding strengths thru the time on humid environment. The thermocycling process can also be used as an artificial aging

method to get closer to the reality on the intraoral environment.

CONCLUSION

It was possible to conclude, considering the limitations of this study, that:

- 1) The lithium disilicate ceramic needs to be treated to gain any kind of interaction with the bracket bonding material;
- 2) The single Bond Universal was the universal adhesive that promoted an increase of bonding strength compared to the control group, though presenting the worst results when compared to the groups that used hydrofluoric acid and silane;
- 3) The fracture pattern more frequently found was n° 5 (no resin on the ceramic's surface).

REFERENCES

1. Alhaija ES, Al-Wahadni AM. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded to different ceramic surfaces. *European J of Orthod*. 2007 Aug; 29(4): 386-9.
2. Finnema KJ, Ozcan M, Post WJ, Dijkstra PU. *In- vitro* orthodontic bond strength testing: a systematic review and meta-analysis. *Amer J of Orthod and Dentof Orthop*. 2010 May; 137(5): 615-22.
3. Sakaguchi RL, Powers J. *Craig's Restorative Materials*. Elsevier. 2012 Oct; 13: 253-75.
4. Özcan M, Alkumru HN, Gemalmaz D. The effect of surface treatment of the shear bond strength of luting cement to a glass-infiltrated alumina ceramic. *The Inter J of Prost*. 2001 Jul-Aug; 14(4): 335-9.

5. Gomes EA, Assunção WG, Rocha EP, Santos PH. Cerâmicas odontológicas: o estado atual. *Cerâmica* 54. 2008; 319-25.
6. Menees TS, Lawson NC, Beck PR, Burgess JO. Influence of particle abrasion or hydrofluoric acid etching on lithium disilicate flexural strength. *J Prosthet Dent*. 2014 Nov; 112 (5): 1164-70.
7. Xiaoping L, Dongfeng R, Silikas N. Effect of etching time and resin bond on the flexural strength of IPS e.max Press glass ceramic. *Dent Mater*. 2014 Dec; 30 (12): 330-6.
8. Tian I, Tsoi JK, Matinlinna JP, Burrow MF. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dent Mater*. 2014 Jul; 30 (7): 147-62.
9. Pannes DD, Bailey DK, Thompson KY, Pietz DM. Orthodontic bonding to porcelain: a comparison of bonding systems. *J Prosthet Dent*. 2003 Jan; 89 (1): 66-9.
10. Sundfeld D et al. The effect of hydrofluoric acid and resin cement formulation on the bond strength to lithium disilicate ceramic. *Braz Oral Res*. 2018 May; 32 (43).
11. Taguchi S, Komine F, Kubochi K, FushikiR, Kimura F, Matsumura H. Effect of a silane and phosphate functional monomer on a shear bond strength of a resin-based luting agent to lithium disilicate ceramic and quartz materials. *J Oral Sci*. 2018 Sep; 60 (3): 360-66.
12. Dimitriadi M, Zafiropoulou M, Zinelis S, Silikas N, Eliades G. Silane reactivity and resin bond strength to lithium disilicate ceramic surfaces. *Dent Mater*. 2019 Aug; 35 (8): 1082-94.
13. Cardenas AM et al. Effect of MDP- containing Silane and Adhesive Used Alone

or in Combination on the Long-term Bond Strength and Chemical Interaction with Lithium Disilicate Ceramics. *J Adhes Dent.* 2017 Sep. 19 (3): 203-12.

14. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod.* 1985 Apr; 85 (4): 333-40.

FIGURE DESCRIPTIONS

Fig 1 Adhesive Remnant Index (ARI) 1

Fig 2 Adhesive Remnant Index (ARI) 3

Fig 3 Adhesive Remnant Index (ARI) 4

Fig 4 Adhesive Remnant Index (ARI) 5

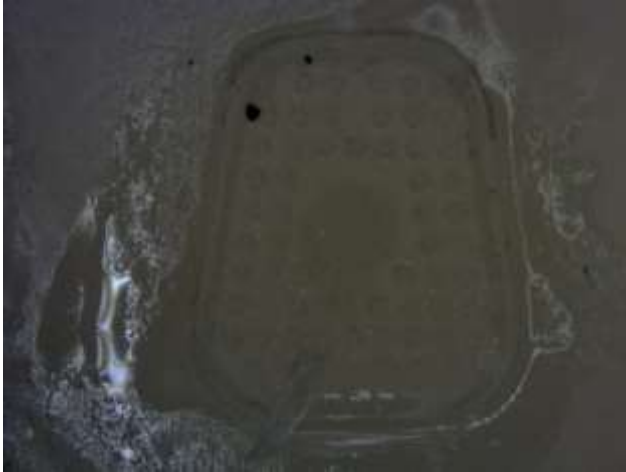


Fig 1



Fig 2



Fig 3



Fig 4

Table 1 Materials used on this study

Material	Type	Composition	Manufacturer
IPS e.max CAD	Lithium disilicate ceramic	Lithium disilicate, lithium oxide, potassium oxide, phosphor oxide, zirconium oxide, zinc oxide, aluminium oxide, magnesium oxide, coloring oxides	Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Transbond XT	Composite resin	Silane treated quartz, bis-GMA, difenil iodinium hex-fluorophosphate	3M Unitek, Monrovia, CA, USA
Bracket for inferior incisor	MBT prescription- Metallic	Stainless steel (chrome, nickel, copper, manganese, silicon and niobium)	Morelli, Sorocaba, SP, Brazil
Single Bond Universal	Universal adhesive	MDP phosphate monomer, dimethacrylate resins, HEMA, Vitrebond copolymer, filler, ethanol, water, initiators, silane	3M ESPE, Minneapolis, MN, USA
Condac Porcelana 10%	Low viscosity gel of hydrofluoric acid	Hydrofluoric acid at 10%, water, thickener	FGM, Joinville, SC, Brazil
RelyX Ceramic Primer	Silane primer	Ethyl alcohol, water, metacriloxypropyltrimetoxisilane	3M ESPE, Minneapolis, MN, USA
Palfique Bond	Autoconditioning single component adhesive	Phosphoric acid monomer, bis-GMA, triethylene glycol dimethacrylate, HEMA, camphorquinone, alcohol and purified water	Tokuyama Dental, Tokyo, Japan
Prime&Bond Universal	Adhesion agent/Silanization	Bisacrylic dilamine, water, propanol, dihydrogen phosphate methacrylate, penta, bisacrylic propylamine, camphorquinone, hexafluorophosphate, benzonitrile dimethylamino, hydroquinone	Dentsply Sirona, York, Pennsylvania, USA
Adper Scotch Bond Adhesive	Light curing adhesive system	Bis-GMA, HEMA, benzoyl peroxide, triphenylantimony, triphenylphosphine, hydroquinone	3M ESPE, Minneapolis, MN, USA

Table 2. Groups distribution according to treatment

Group	Treatment
T	Transbond XT
S	Single Bond Universal + Transbond XT
FS	HF at 10% + RelyX Ceramic Primer + Transbond XT
P	Palfique Bond + Transbond XT
PB	Prime&Bond Universal + Transbond XT
SB	HF at 10% + RelyX Ceramic Primer + Adper Scotch Bond Adhesive + Transbond XT
ST	Adper Scotch Bond Adhesive + Transbond XT

Table 3. Adhesive Remnant Index (ARI)

IAR	Standard
1	All the resin was attached to the ceramic
2	90% of the resin was attached to the ceramic
3	10 up to 90% of the resin was attached to the ceramic
4	Less than 10% of the resin was attached to the ceramic
5	No resin was present on the ceramic surface

Adapted from Artun and Bergland (1984)¹⁴

Table 4. Quantity of lost brackets and average shear bond strength needed for bracket detachment per group

Group	Lost brackets (Shear bond strength = 0, n=20)	Shear bond strength- Average (N) (n=20)	Shear bond strength- Average (MPa) (n=20)
T	10	1.03	0.09
S	0	81.86	7.19
FS	1	156.84	13.78
P	4	7.06	0.62
PB	6	3.15	0.28
SB	0	172.97	15.20
ST	0	10.73	0.94

Table 5. Adhesive Remnant Index (ARI) per group (n=20)

Group ARI	T	S	FS	P	PB	SB	ST
1	0	0	1	0	0	3	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	2	0	0	7	0
4	0	1	0	0	0	10	0
5	20	19	17	20	20	0	20

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O condicionamento das cerâmicas têm sido alvo de muitos estudos nos últimos anos. É sabido que o tratamento químico é necessário para causar micro porosidades em sua superfície de modo a gerar união de adesão suficiente à longo prazo. O condicionante mais comumente utilizado e que apresenta resultados mais satisfatórios tem sido o ácido fluorídrico, porém este é inviável para o uso intra-oral devido aos riscos de dano à mucosa.

Outros tratamentos de superfície também podem ser frequentemente utilizados, como os condicionamentos físicos com pontas abrasivas ou jateamento com óxido. Embora o primeiro crie irregularidades na superfície, que aumentam a área de contato com o cimento, o calor liberado pela abrasão aumenta a chance de propagação de trincas e pode diminuir de 20 a 30% da vida útil do material.

Atualmente, cada vez mais pacientes adultos têm recorrido ao tratamento ortodôntico e, para este, é necessária a colagem de bráquetes. A interação destes com a cerâmica e resina de colagem é ainda mais dificultada, visto que ambas superfícies são mais dificilmente condicionadas quando comparadas ao esmalte/dentina. O mercado odontológico tem desenvolvido novos materiais (*primers*) de diferentes composições (silano e MDP, principalmente) na tentativa de substituir o tratamento com ácido fluorídrico. Neste trabalho foram testados 06 tipos de condicionamentos na cerâmica de dissilicato de lítio na colagem de bráquetes metálicos ortodônticos e foi possível concluir que a cerâmica necessita de tratamento para obter algum tipo de interação com a resina de colagem; o Single Bond Universal foi o adesivo universal que conseguiu promover o aumento da resistência de união quando comparado com o grupo controle, apenas ter ainda ter apresentado resultados inferiores aos condicionamentos com que continham ácido fluorídrico e que o padrão de fratura mais presente foi o que não apresentava nenhuma resina de colagem na superfície da cerâmica.

REFERÊNCIAS

- ALHAIJA, E.S.; AL-WAHADNI, A.M. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded to different ceramic surfaces. **European Journal of Orthodontics**, v.29, n.4, p. 386-389, Aug. 2007.
- ARTUN, J.; BERGLAND, S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. **American Journal of Orthodontics**, v.85, n.4, p. 333-340, Apr. 1985.
- BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **Journal of Dental Research**, v.34, n.6, p. 849-853, Dec. 1955.
- FINNEMA, K.J. *et al.* *In- vitro* orthodontic bond strength testing: a systematic review and meta-analysis. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.137, n.5, p. 615-622, May 2010.
- GOMES, E.A. *et al.* Cerâmicas odontológicas: o estado atual. **Cerâmica**, v.54, n.331, p. 319-325, 2008.
- HELLAK, A. *et al.* Shear bond strength of three orthodontic bonding systems on enamel and restorative materials. **BioMed Research International**, v.2016, p. 6307107, Sept. 2016.
- MENEES, T.S. *et al.* Influence of particle abrasion or hydrofluoric acid etching on lithium disilicate flexural strength. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v.112, n.5, p. 1164-1170, Nov. 2014.
- ÖZCAN, M.; ALKUMRU, H.N.; GEMALMAZ, D. The effect of surface treatment of the shear bond strength of luting cement to a glass-infiltrated alumina ceramic. **The International Journal of Prosthodontics**, v.14, n.4, p. 335-339, July/Aug. 2001.
- SAKAGUCHI, R.L.; POWERS, J. **Craig's restorative materials**. 13th Edition. Texas: Mosby 2012.
- SENA, L.M.F. *et al.* Effect of different bonding protocols on degree of monomer/conversion and bond strength between orthodontic brackets and enamel. **Brazilian Oral Research**, v.32, p. 58, June 2018.
- TIAN, I. *et al.* Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. **Dental Materials**, v.30, n.7, p. 147-162, July 2014.
- VAN MEERBEEK, B. *et al.* Adhesives and cements to promote preservation dentistry. **Operative Dentistry**, v.6, p. 119-144, Aug. 2001.
- XIAOPING, L.; DONGFENG, R.; SILIKAS, N. Effect of etching time and resin bond on the flexural strength of IPS e.max Press glass ceramic. **Dental Materials**, v.30, n.12, p. 330-336, Dec. 2014.