







Resistência de união de primers/silanos em superfície de cerâmica vítrea

Novel silane/primers bond strength in glass ceramics surface

Marcos Daniel Septímio Lanza¹, Renata Assis Silveira², Hoany Vieira Costa², Eduardo Lemos de Souza¹, Rogeli Tibúrcio Ribeiro da Cunha Peixoto¹, Lincoln Dias Lanza¹

1. Docente do Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil. 2. Cirurgiã Dentista pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil.

Resumo

Objetivo: investigar a resistência de união por cisalhamento de diferentes soluções contendo silano e primer na superfície de Dissilicato de Lítio (IPS e.maxCAD, Ivoclar-Vivadent). **Metodologia:** 78 blocos cerâmicos foram incluídos em resina acrílica, polidos e lavados em ultra-som por 10 minutos. Os espécimes foram divididos em dois grupos de acordo com tratamento de superfície: Superfície Polida (PS); Ácido Hidro-Fluorídrico 9,5% - 20s (HF). Cada grupo foi dividido em três subgrupos (n = 13), de acordo com o tipo de silano: silano tradicional (Porcelain Prime, Inc. Bisco); mistura de silano e resina (KerrSilane, Kerr); mistura de silano e adesivo universal (Single-bond Universal, 3M Espe). Os espécimes foram montados em um dispositivo padrão para teste de cisalhamento (UltradentBonding Assembly), cimentados com cimento resinoso dual (Duolink Universal™, Bisco Inc.) e foto-polimerizados por 20s. As amostras foram testadas após 24 horas e 90 dias de armazenamento em água destilada a 47°C. Os dados foram analisados por 2-Way Anova e Teste de Tukey ($\alpha=5\%$). **Resultados:** em geral, os valores de resistência adesiva do silano tradicional foram, estatisticamente, mais elevados do que os outros tipos de silanos. O armazenamento afetou, significativamente, a força de adesão para a maioria dos grupos (p <0,001). O grupo PS apresentou menores valores de resistência adesiva, independentemente da variável (silano vs armazenamento). **Conclusões:** adequada resistência adesiva pode ser obtida com silanos tradicionais após o pré-tratamento de superfície com ácido HF.

Palavras-chave: Adesão. Resistência de União. Dissilicato de Lítio. Cimento Resinoso. Silano

Abstract

Objective: To investigate the efficacy of "new silanes / primer" in the Lithium Disilicate surface (IPS e.maxCAD, Ivoclar-Vivadent-) by means of adhesive shear bond strength test. **Methodology:** A total of 78 ceramic blocks were embedded in acrylic resin, polished and washed in ultrasound for 10 minutes. The specimens were divided into two groups according to surface treatment: Polished Surface (PS); Hydrofluoric acid 9,5% - 20s (HF). Each group was divided into three sub-groups (n = 13) according to the type of silane used: traditional silane (Porcelain Prime Bisco, Inc.); mixture of silane and resin (Kerr Silane, Kerr); mixture of silane and universal adhesive (Single-bond Universal, 3M Espe). The specimens were mounted on a standard device for shear test (Ultradent Bonding Assembly), cemented with dual resin cement (Duolink Universal™, Bisco Inc.) and photo-polymerised for 20s. The samples were tested after 24 hours and 90 days of storage in distilled water at 47°C. Data were analyzed by 2-way ANOVA and Tukey Test ($\alpha = 5\%$). **Results:** In general, the adhesive strength value of traditional silane was significantly higher than other types of silanes. The storage significantly affects the bond strength (bond) for most groups (p <0.001). The PS group showed lower bond strength values, independent of the variable (silane vs. storage). **Conclusions:** Suitable adhesive strength can be obtained with traditional silanes, combined with the pre-treatment surface with HF acid.

Keywords: Adhesion. Adhesive strength. Lithium disilicate. Resin Cement. Silanes.

INTRODUÇÃO

As limitações estéticas das metalo-cerâmicas potencializaram a busca de novos materiais para utilização tanto em restaurações unitárias como em próteses fixas parciais. Assim, atualmente, muitos sistemas cerâmicos encontram-se comercialmente disponíveis e apresentam características estéticas semelhantes às do esmalte dental. Entre as classificações das cerâmicas, elas podem ser classificadas em: (1) cerâmicas predominantemente vítreas; (2) cerâmicas vítreas reforçadas por partículas; (3) cerâmicas vítreas de Dissilicato de Lítio; (4) cerâmicas policristalinas^{1, 2}.

A partir da década de 1970, devido ao desenvolvimento do sistema CAD/CAM, as restaurações cerâmicas à base de óxido de zircônio (Zr) e, mais recentemente, as cerâmicas de Dissilicato

de Lítio (IPSe.maxCAD) estão ganhando popularidade no tratamento restaurador por satisfazerem as demandas estéticas dos pacientes com uma maior rapidez e com prognóstico favorável³⁻⁵. Esses sistemas oferecem ao dentista a oportunidade de preparar, projetar e fabricar uma restauração cerâmica em um único atendimento, sem a necessidade de fazer impressões, restaurações provisórias e de fase laboratorial⁶.

Para obter uma previsibilidade na cimentação das restaurações cerâmicas, é essencial uma ótima preparação mecânico-química da superfície a fim de promover uma adequada adesão entre a cerâmica e o substrato dentinário⁷. Essa união pode ser realizada por meio da utilização de sistemas adesivos, os quais irão ligar-se tanto à estrutura do dente quanto da cerâmica. Na cerâmica,

Correspondente: Marcos Daniel Septímio Lanza. R. Prof. Moacir Gomes de Freitas, 688 - Pampulha, Belo Horizonte - MG, 31270-901. E-mail: lanza.mds@gmail.com

Conflito de interesse: Não há conflito de interesse por parte de qualquer um dos autores.

Recebido em: 2 Mar 2020; Revisado em: 1 Jun 2020; 11 Ago 2020; Aceito em: 17 Ago 2020

2 Resistência de união de primers/silanos em superfície de cerâmica vítrea

os procedimentos de escolha têm sido pela modificação da superfície obtida pelo jateamento com óxido de alumina e/ou pela degradação da superfície com ácido hidrofúorídrico (HF) seguido pela aplicação de um silano⁸⁻¹⁰.

O condicionamento ácido da superfície de cerâmicas vítreas com ácido HF seguido da aplicação de um silano continua sendo o “padrão ouro”¹¹. O condicionamento com ácido HF produz uma diluição parcial tanto das fases vítreas quanto da fase cristalina da cerâmica, sendo suficiente para obter a rugosidade de superfície necessária¹². A silanização da superfície cerâmica previamente à aplicação do adesivo e/ou materiais resinosos apresenta um importante papel na formação de ligação¹³. Devido à sua característica bifuncional, a aplicação do silano como agente de união favorece a molhabilidade da superfície cerâmica, aumentando a área de contato. Além disso, o silano une os compostos de óxido de sílica presente na superfície da cerâmica, bem como com a matriz orgânica da resina por meio de ligações siloxanos^{14,15}.

Recentemente, uma nova família de sistemas de adesivos (adesivos universais) foi introduzida no mercado. Esses sistemas adesivos podem ser utilizados em restaurações diretas ou indiretas, e, também, são capazes de se ligar a vários tipos de substratos, incluindo resina composta, cerâmicas e ligas metálicas. Alguns adesivos universais contêm silano e um monômero funcional, como o di-hidrogenofosfato de 10-metacrilóiloxiecil (MDP), que ajuda na adesão da resina à cerâmica, sem necessidade de primers adicionais. A versatilidade dos adesivos universais proporciona uma nova e simplificada abordagem à ligação entre resinas e cerâmicas. Alguns estudos têm investigado a eficácia de um adesivo universal em resina de ligação a zircônia¹⁶. No entanto, a utilização e avaliação dos

novos silanos/primers cerâmicos, contendo MDP, em cerâmicas vítreas ainda são escassas, e não se sabe ao certo se essas novas soluções agem da mesma forma perante a superfície de dissilicato de lítio.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes adesivos contendo silanos/primers como pré-tratamento da superfície de restaurações de cerâmica de dissilicato de lítio CAD/CAM, na resistência de união ao cisalhamento, após 24 horas e três meses de armazenagem em água deionizada à 47°C, utilizando um cimento resinoso dual convencional. As hipóteses nulas testadas foram: (i) não haverá efeito significativo em relação aos tratamentos de superfície; (ii) não haverá efeito significativo em relação ao armazenamento.

METODOLOGIA

Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo quantitativo experimental *in vitro*, não sendo necessária a apreciação do comitê de ética em pesquisa. A variável dependente foi a resistência de união ao cisalhamento dos silanos/primers e cimento resinoso dual à superfície de cerâmica. As variáveis independentes foram o tratamento de superfície (superfície polida vs ácido hidrofúorídrico); o tipo de silano (um silano tradicional; uma mistura de silano e resina; uma mistura de silano e adesivo universal); e o tempo de armazenagem (24 horas vs 3 meses), utilizando um cimento dual convencional, totalizando seis grupos experimentais. Os materiais experimentais, composição e fabricantes estão listados na tabela 1. As instruções do fabricante foram seguidas sempre que aplicável e um operador realizou todos os testes.

Tabela 1. Materiais selecionados para o estudo.

Blocos Cerâmico/Fabricante	Composição	Lote
IPSe.maxCAD / IvoclarVivadent; Schaan, Liechtenstein	Aprox. 70% de cristais de dissilicato de lítio (Li ₂ Si ₂ O ₅), embebidas em uma matriz vítrea	S13885
Ácido Hidrofúorídrico/ Fabricante	Composição	
BiscoPorcelainEtchant / Bisco Inc.	Ácido sulfônico Polyacrylamidomethylpropano	1500000832
Silano/Primer/ Fabricante	Composição	
Porcelain Primer/ BiscoInc	Acetona 30-50%, Ácido 3-(trimetoxysilyl)propyl-2-methyl-2-propenoic 1-5%.	1500001041
KerrSilane / KerrCorp	Álcool Etílico 80-85%, Ester Organosilanos 15-20%.	5298084
SingleBond Universal / 3M, ESPE	Bis-GMA, HEMA, DECAMETHYLENE DIMETHACRYLATE, Sílica Tratada com Silano, Etanol, Água	582958
Cimento Resinoso/ Fabricante	Composição	
DuolinkUniversalTM/ BiscoInc	Ambas as pastas contêm Bis-GMA, TEGDMA e Fibra de vidro. Apenas a pasta base contém UDMA.	1500000962

Bis-GMA = bisfenol A glicidimetacrilato; TEGDMA= trietilenoglicoldimetacrilato; UDMA= uretano dimetacrilato; BPDM: bisfenildimetacrilato; HEMA = HydroxyEthylMethAcrylate; PTU = PyridylThioUrea; CHPO = CumeneHydroPerOxide.

Foram cortados 78 blocos de Dissilicato de Lítio (IPSe.maxCAD, Ivoclar-Vivadent) com dimensões de 7 x 7 x 3mm e submetidos ao processo de cristalização em um forno especial para essa

finalidade (Programat®) em temperatura de 840-850°C por 25 minutos. Após a cristalização, cada bloco foi fixado em uma matriz de PVC com auxílio de uma resina acrílica quimicamente

ativada. A superfície de cada espécime foi lixada com lixas de granulação 180 e 400, por 20 segundos cada lixa, sob constante refrigeração. Entre cada sequência de polimento, os espécimes foram lavados com água deionizada em ultrassom.

Tratamento da superfície cerâmica

Foram criados dois grupos (n = 39) com base no pré-tratamento de superfície: (1) PS: superfície polida; (2) HF: Ácido Hidrofluorídrico 9.5% (BiscoInc, Schaumburg, IL, EUA) aplicado por 25 s, enxaguado por 10 s, e seco ao ar durante 10 s. Cada grupo foi subdividido em três subgrupos (n=13) de acordo com o tipo de silano/primer a ser investigado: PP - Silano Tradicional (Porcelain Primer/BiscoInc, Schaumburg, IL, EUA);KS - Mistura de silano com resina (KerrSilane / KerrCorp, Orange, CA, EUA);SB - Mistura de silano com adesivo universal (Single Bond Universal, 3M ESPE, St Paul, MN, EUA). O protocolo de silanização seguiu as instruções do fabricante. Em suma, para os silanos comerciais Porcelain Prime e KerrSilane, aplicou-se 1-2 gotas do silano na superfície da cerâmica com auxílio de um microbrush, aguardou-se 30s, secando com jatos de ar livres de óleo. Aplicou-se uma camada do adesivo Single Bond Universal na superfície com auxílio de um microbrush, aguardou-se 20s, secando com jatos de ar livres de óleo.

Os blocos foram, aleatoriamente, distribuídos entre os grupos experimentais de acordo com programa computacional (<http://www.randomizer.org>). Cada espécime foi montado e fixado em um montador padrão (UltradentBonding Assembly, Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) com uma plataforma de plástico com diâmetro interno de 2.38mm para se obter uma área seccional final de 4.45mm². O molde foi preenchido com o cimento resinoso dual convencional (DuolinkUniversalTM, BiscoInc, Schaumburg, IL, EUA), utilizando uma seringa de automistura e fotoativado com uma unidade de polimerização de luz LED (BluephaseStyle, IvoclarVivadent; Schaan, Liechtenstein) com 1.100 mW/cm², inicialmente, por 1 segundo, seguido de compressão manual do cimento resinoso dentro do molde, e adicional 20 segundos de fotoativação. Após a cimentação, a matriz era desmontada, e um cilindro de, aproximadamente, 3mm de altura era criado. Dois cilindros de cimento resinoso foram aderidos em cada superfície cerâmica tratada, e os espécimes foram armazenados na água destilada (pH 6,3) a 47°C. Após 24 horas, um cilindro foi testado pelo método de cisalhamento, e o outro permaneceu aderido para realização do teste após três meses de armazenagem. Para não haver qualquer tipo de contaminação, a água foi renovada a cada mês até o espécime ser testado.

O teste de resistência de união foi conduzido em uma máquina de teste de cisalhamento (BiscoShear Bond tester, Schaumburg, IL, EUA). A velocidade de carregamento na interface cimento resinoso/superfície cerâmica foi de 0.5mm/min até a falha. O modo de falha foi classificado, utilizando um microscópio digital com magnificação de 40x. Falhas que ocorreram por meio da interface adesiva e tiveram menos do que 33% de cimento remanescente na superfície da cerâmica foram classificadas

como “falha adesiva”; falhas entre 33% e 66% de cimento remanescente na superfície da cerâmica foram classificadas como “falha mista”; mais de 66% de cimento remanescente na superfície da cerâmica foram classificados como “falha coesiva”¹⁷.

Os dados foram analisados por 2-way ANOVA (Sigma Plot 12.0, JandelScientific, EUA), e por comparação múltipla por pares (teste de Tukey), para investigar os efeitos dos tratamentos com diferentes silanos e armazenamento na resistência de adesiva. Os testes foram realizados com $\alpha = 5\%$ ($p < 0,05$).

RESULTADOS

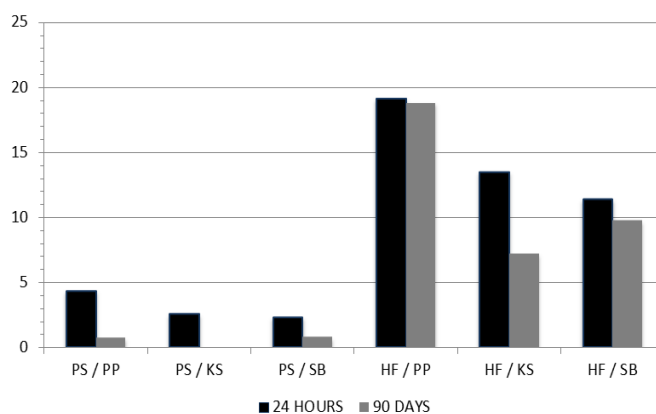
A resistência de cisalhamento (SBS) foi, significativamente, influenciada pelos fatores analisados: pré-tratamento/silanização ($p < 0,001$) e armazenamento ($p < 0,001$) (tabela 2, figura 1). Tukey t-test mostrou valores de resistência de união mais elevadas para o silano PP quando associado com ácido HF, independentemente do armazenamento. Silanos misturados em resina e/ou adesivo não mostraram diferença significativa após o condicionamento com HF. Superfície polida (grupo PS) exibiram valores mais baixos, sem diferença entre os silanos, e com falha prematura em alguns subgrupos após três meses de armazenamento.

Tabela 2. Resistência ao Cisalhamento.

Tratamento/Silano	Armazenamento	
	24 horas	3 Meses
PS/PP	4.30±3.0 C,a	0.70±1.5 C,b
PS/KS	2.49±1.4 C.a	0.00±0.0 C,b
PS/SB	2.26±0.7 C,a	0.75±0.7 C,b
HF/PP	19.09±7.6 A,a	18.82±5.0 A,a
HF/KS	13.46±8.2 B,a	7.19±3.9 B,b
HF/SB	11.35±5.3 B,a	9.73±3.3 B,a

Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas (coluna) e minúsculas (linha) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey t-test ($p < 0.05$). PS (Superfície Polida); HF (Ácido Hidro fluorídrico 4%); PP (Porcelain Primer); KS (KerrSilane); SB (SingleBond Universal)

Figura 1. Efeito do armazenamento na resistência adesiva

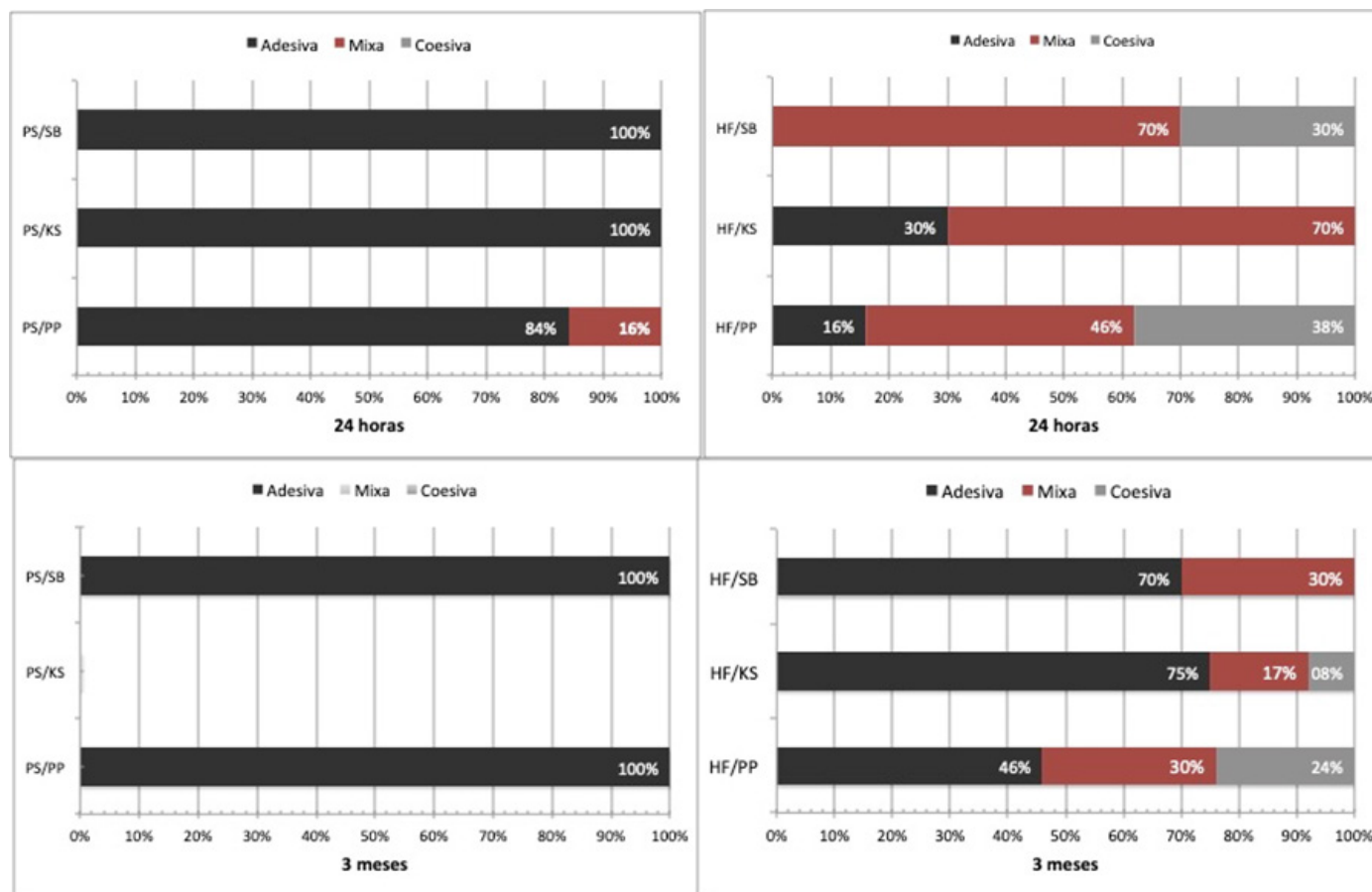


4 Resistência de união de primers/silanos em superfície de cerâmica vítrea

A análise do modo de fratura (figura 2) revelou mais falha adesiva para os grupos PS, independentemente do tempo de armazenamento, com descimentação espontânea após três meses para o grupo silano KS. Além disso, após 24 horas, a

análise de fratura mostrou uma predominância de falha mista para todos os grupos de silanos, quando o tratamento com HF foi utilizado. No entanto, após três meses, a análise de fratura mostrou uma predominância de falha adesiva.

Figura 2. Análise do modo de fratura após 24 h e 3 meses de armazenamento em água destilada



DISCUSSÃO

Neste estudo, todos os fatores investigados, tratamento de superfície, silanos e armazenamento, tiveram um impacto significativo sobre a resistência de cisalhamento entre cimento resinoso e a cerâmica de dissilicato de lítio. Assim, as hipóteses nulas testadas devem ser rejeitadas.

Neste estudo, em geral, foram observadas resistências de adesão mais baixas quando a superfície do dissilicato de lítio não foi condicionada (PS), e a aplicação do silano e dos adesivos em superfícies não condicionadas não resultou em ganhos da resistência de união. Isso sugere que apenas o tratamento químico da superfície com silano não favorece melhoria nas resistências de ligação à cerâmica de dissilicato de lítio. Por outro lado, quando a superfície foi condicionada com ácido hidro-fluorídrico (HF), observou-se um aumento significativo na resistência de união, independentemente do silano utilizado. Esses dados são corroborados com alguns autores que relataram que o ácido HF condiciona e dissolve seletivamente a matriz vítrea da cerâmica e causa alteração na superfície, proporcionando um padrão topográfico que favorece uma forte

ligação micromecânica com materiais resinosos, refletindo em altos valores de resistência de união^{14,18}.

Os silanos formam um grande grupo de compostos orgânicos que contêm, essencialmente, um ou mais átomos de silício (Si). Em geral, apresentam fórmula química $R-Si-(OR')^3$ e são considerados como agentes monofuncionais, bifuncionais e/ou trifuncionais, dependendo da quantidade de átomos de Si. Esses compostos são capazes de promover ligação química com superfícies orgânicas como as das resinas compostas e polímeros, bem como se unirem aos compostos inorgânicos presentes na superfície da cerâmica, por meio de ligações covalentes siloxanos em ambos os casos^{14,15}. O grupo orgânico funcional (R) reage com a matriz orgânica e são frequentemente compostos por grupos vinílicos; enquanto o grupo (R') são intermediários na formação do grupo silanol (Si-OH) para ligar com minerais das superfícies cerâmicas. O processo de ligação com a cerâmica ocorre, primeiramente, quando o grupo metoxy, presente no final da cadeia da molécula do silano, é hidrolisado e substituído por grupos hidroxila. Após a hidrólise, é formada

uma ponte direta com o grupamento hidroxil presente na superfície da cerâmica por meio de ligações de hidrogênio ou ligações covalentes. Essa ligação ocorre por meio de uma reação de condensação entre os grupamentos silanol (Si-OH) da superfície de cerâmica e o grupo silanol do silano, criando uma ligação de siloxana (Si-O-Si) e a produção de uma molécula de água como subproduto. Para completar o processo, ocorre uma ligação covalente entre as moléculas adjacentes formando uma rede de polímeros na superfície. No outro extremo da molécula do silano, o grupo methacrylate reage (via radicais livres) com grupos metacrilatos dos materiais resinosos¹⁹⁻²¹.

Entretanto, uma tendência dos últimos anos do mercado é o lançamento de adesivos considerados “universais” ou “multi-mode”. Alguns desses adesivos possuem componentes que lhes permitem ligar-se à cerâmica vítrea ou zircônia, ligas nobres e não nobres e compósitos²². Segundo os fabricantes, ainda possuem a vantagem de serem compatíveis com todos os cimentos resinosos. Dessa forma, são adesivos que buscam reduzir a sensibilidade da técnica, com simplificação de sua utilização. Todavia, os adesivos universais estão sendo comercializados há pouco tempo, e pouca informação está disponível sobre seu desempenho em superfície de cerâmica. Do exposto, alguns autores relatam que, embora a resistência de união entre materiais resinosos com a superfície de cerâmica à base de leucita condicionada com ácido fluorídrico tenha sido melhorada quando utilizaram adesivos universais, o tratamento convencional da superfície, utilizando um silano, é preferível em relação a um procedimento simplificado que utiliza apenas adesivo universal^{16,23}. Os resultados do presente estudos corroboram essa afirmação, visto que os maiores resultados de resistência de união ocorreram quando utilizou o silano convencional.

De acordo com alguns autores, um adesivo universal deve trazer benefícios em relação à capacidade de molhamento da superfície, e devido à sua baixa viscosidade, ter a capacidade de fluir com eficiência nas microrrugosidades produzidas pelo condicionamento com ácido²⁴. Todavia, os resultados deste estudo mostraram que, embora possa ser obtida uma força de ligação inicial mais elevada, a resistência de união pode diminuir após armazenamento, devido à falta de ligação química estável. Isto implica que o silano contido nos sistemas adesivos não produziu uma ligação química significativa com a superfície da cerâmica, especialmente considerando a resistência de ligação inferior em comparação com o controle positivo. Esse achado corrobora outros resultados^{16,18}, em que foi relatado que a resistência de ligação foi, significativamente, melhorada quando o silano foi aplicado antes da aplicação do adesivo universal; assim, a incorporação de silano no próprio adesivo parece ineficaz na melhoria da ligação cerâmica-resina. Isso pode ser explicado pela presença de uma mistura de vários componentes dentro do mesmo frasco, e pela inibição do bis-GMA que interrompe a ação do silano na reação de condensação do grupo hidroxila na superfície da cerâmica²⁵. Além disso, o monômero ácido funcional (10-MDP), presente em alguns adesivos universais, pode impedir a interação química ideal entre silano e a superfície

da cerâmica devido à tendência de sofrer hidrólise prematura em um ambiente ácido¹⁶. Além disso, o silano contido no SBU e KS pode ter sido continuamente hidrolisado e reagir durante o armazenamento e, conseqüentemente, ter sido inativado até certo ponto antes de ser utilizado. Influências adicionais podem ter afetado o desempenho desses materiais, como a adição de outros ingredientes além do silano (principalmente no adesivo universal), resultando em menor quantidade de silano por área de substrato ligado³⁴.

O modo de falha observado foi, principalmente, misto e/ou coesivo para todos os silanos testados quando se aplicou ácido HF, após 24 horas de armazenamento. Isso indica uma boa ligação e contato com a superfície cerâmica. De forma contrária, para o grupo de superfície polida, o modo de falha foi, principalmente, interfacial (adesivo) para ambos os tempos de armazenamento, sugerindo que essa interface foi o elo mais fraco da ligação. Isso pode sugerir que a diminuição na concentração total de silano nos adesivos comprometeu o desempenho em longo prazo desses materiais. Esses dados são corroborados com outros estudos recentes²⁶.

A degradação na adesão molecular entre as superfícies é fortemente influenciada pela capacidade hidrofílica e/ou hidrofóbica dos materiais resinosos e sistemas adesivos, uma vez que diferenças na composição permitem uma maior ou menor absorção de água. A sorção de água favorece o enfraquecimento da ligação siloxana causado pela hidrólise e pelo intumescimento do material, causando estresse na interface adesiva que irá desempenhar um importante papel no enfraquecimento da união²⁷. Além disso, esse efeito pode ser devido à clivagem hidrolítica de ligações de siloxano na camada interfacial, o que diminui a resistência de união²⁸. Vários estudos têm relatado que altas resistências de união obtidas após 24h são comprometidas após envelhecimento em água com diminuição significativa na resistência de união entre resina e cerâmica^{29,30}. Isso está de acordo com os resultados deste estudo que revelou uma diminuição notável na resistência da união, independentemente do tratamento de superfície e do silano utilizados na superfície cerâmica. De acordo com alguns autores, a maioria dos estudos utiliza, principalmente, água destilada como meio de armazenamento, o que pode não levar a resultados precisos de durabilidade da ligação resina-cerâmica em condições orais. Recomenda-se que um tempo de armazenamento maior e um meio de armazenamento artificial de saliva sejam aplicados em testes laboratoriais para investigar a resistência de união entre resina-cerâmica³¹.

De acordo com alguns autores, condições de armazenamento em alta temperatura para adesivos odontológicos podem levar à falha prematura de restaurações de resina composta devido a uma redução na resistência de união³². Todavia, ainda não se sabe se o armazenamento em alta temperatura compromete a resistência de união entre cimentos resinosos e superfície de cerâmica. Assim, neste estudo, foi realizado um armazenamento artificial em água destilada em alta temperatura (47°C), com o intuito de simular um envelhecimento mais drástico dos

espécimes, com o objetivo de verificar se essa metodologia causaria maiores danos na resistência de união. De acordo com os resultados obtidos, a degradação hidrolítica ocorre tanto em temperaturas mais elevadas como em temperaturas próxima à da cavidade oral, como reportado pela literatura²⁷⁻³⁰.

O teste de cisalhamento foi escolhido devido às vantagens do teste, possuindo áreas pequenas e pela facilidade de preparação da amostra³³, uma vez que não requer procedimentos de corte, tais como os utilizados para a preparação da amostra no ensaio de resistência de união por microtração. Todavia, reconhece-se que o teste de resistência de união, utilizando o teste de cisalhamento, está sendo posto, cada vez mais, sob escrutínio devido a suas limitações na demonstração de falha verdadeira. No entanto, também é reconhecido como um método de

laboratório relativamente simples e repetitivo, em particular, quando acompanhado pela avaliação do modo de falha. Sendo assim, o teste de resistência ao cisalhamento demonstrou ser satisfatório e eficaz neste estudo.

CONCLUSÕES

Não houve melhorias significativas na resistência de união quando os silanos foram aplicados à cerâmica de superfície polida. O silano tradicional apresentou melhor desempenho do que os silanos universais e adesivos universais. O curto período de tempo em altas temperaturas influenciou a resistência da união. Com base nos resultados, clinicamente, o uso de um silano convencional separado deve ser recomendado para conseguir uma efetiva ligação em cerâmicas condicionadas.

REFERÊNCIAS

1. Guess, P.C, Schultheis S, Bonfante EA, Coelho PG, Ferencz JL, Silca NRFA. All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. *Dent Clin North Am*, 2011 Abr; 55(2): 333-52. doi: 10.1016/j.cden.2011.01.005.
2. Kelly, J.R, Benetti, P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J*. 2011 Jun; 56: (Suppl 1): 84–96. doi: 10.1111/j.1834-7819.2010.01299.x.
3. Guess Pc, et al. Monolithic CAD/CAM Lithium Disilicate Versus Veneered Y-TZP Crowns: Comparison of Failure Modes and Reliability After Fatigue. *Int J Prosthodont*. 2010 Set-Out; 23(25): 434–42.
4. Raigrodski, A.J, Hillstead MB, Meng GK, Chung KH. Survival and complications of zirconia-based fixed dental prostheses: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2012;107(3): 170-177. doi: 10.1016/S0022-3913(12)60051-1.
5. Triwatana, P; Nagaviroj, N; Tulapornchai, C. Clinical performance and failures of zirconia-based fixed partial dentures: a review literature. *J Adv Prosthodont*. 2012 May; 4(2):76-83. doi: 10.4047/jap.2012.4.2.76.
6. Peumans, M, Hikita K, De Munck J, Landuyt V, Poitevin A, Lambrechts P et al. Effects of ceramic surface treatments on the bond strength of an adhesive luting agent to CAD–CAM ceramic. *J. Dentistry*. 2007 Abr; 35: 282–288. doi:https://doi.org/10.1016/j.jdent.2006.09.006.
7. Alex, G. Preparing porcelain surfaces for optimal bonding. *Compend Contin Educ Dent*. 2008 Jul-Aug; 29(6):324-35.
8. Bona AD, Anusavice KJ. Microstructure, Composition, and Etching Topography of Dental Ceramics. *Int J Prosthodont*. 2002 Mar-Abr; 15:159–67.
9. Kiyan, V.H, et al. The Influence of Internal Surface Treatments on Tensile Bond Strength for Two Ceramic Systems. *Operative Dentistry*, 2007;32-5,457-65.
10. Shimakura Y, Hotta Y, Fujishima A, Kunii J, Miyazaki, Kawawa. Bonding strength of resin cement to silicate glass ceramics for dental CAD/CAM systems is enhanced by combination treatment of the bonding surface. *Dent Mater J*. 2007 Set; 26(5): 713-21. doi: 10.4012/dmj.26.713.
11. Klosa, K; Boesh, I; Kem, M. Long-term bond of glass ceramic and resin cement: evaluation of titanium tetrafluoride as an alternative etching agent for lithium disilicate ceramics. *J Adhes Dent*. 2013 Ago; 15(4): 377-83. doi: 10.3290/j.jad.a29381.
12. Meng, X; Yoshida, K; Atsuta, M. Influence of ceramic thickness on mechanical properties and polymer structure of dual-cured resin luting agents. *Dental Mater*. 2008 Maio; 24(5): 594-599. doi: 10.1016/j.dental.2007.06.014.
13. Liu, Q; Meng, X; Yoshida, K. Bond degradation behavior of self-adhesive cement and conventional resin cements bonded to silanized ceramic. *J Prosthet Dent*. 2011 Mar; 105(3): 177-84. doi: https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60026-7.
14. Brentel, A, Ozcan M, Valandro LF, Alarça LG, Amaal R, Bottino MA. Microtensile bond strength of resin cement to feldspathic ceramic after different etching and silanization regimes in dry and aged condition. *Dental Mater*. 2007 Nov; 23(11):1323-31. doi: 10.1016/j.dental.2006.11.011.
15. Kitayama, S, Nikaido T, Takahashi R, Zhu L, Ikeda M, Foxton RM, et al. Effect of primer treatment on bonding of resin cements to zirconia ceramic. *Dental Materials*, 2010; 26(5): 426–32. doi: 10.1016/j.dental.2009.11.159.
16. Kim, R.J, Woo J-S, Lee I-B, Yi Y-A, Seo D-G. Performance of universal adhesives on bonding to leucite-reinforced ceramic. *Biomater Res*. 2015 Maio; 19: 11. doi: 10.1186/s40824-015-0035-1.
17. Matinlinna, J.P; Lassila, L.V.J. Enhanced resin-composite bonding to zirconia framework after pretreatment with selected silane monomers. *Dental Materials*; 2011 Mar; 27(3): 273–280. doi: 10.1016/j.dental.2010.11.002.
18. KalavacharlaVK, Lawson NC, Ramp LC, Burgess JO. Influence of Etching Protocol and Silane Treatment with a Universal Adhesive on Lithium Disilicate Bond Strength. *Oper Dent*. 2015 Jul-Aug; 40(4): 372-378. doi: 10.2341/14-116-L.
19. Matinlinna JP, Lassila LVJ, Ozcan M, Yli-Urpo A, Vallittu PK. An Introduction to Silanes and Their Clinical Applications in Dentistry. *Int J Prosthodont*. 2004 Mar-Abr; 17(2): 155–164.
20. Meng XF, Yoshida K, Gu N. Chemical adhesion rather than mechanical retention enhances resin bond durability of a dental glass-ceramic with leucite crystallites. *Biomed Mater*. 2010 Ago; 5(4): 044101. doi: 10.1088/1748-6041/5/4/044101.
21. Hooshmand T, Matinlinna JP, Keshvad A, Eskandarion S, Zamani F. Bond strength of a dental leucite-based glass ceramic to a resin cement using different silane coupling agents. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2013 Jan; 17: 327-32. doi: 10.1016/j.jmbm.2012.08.020.
22. Loguercio, A.D, et al. A new universal simplified adhesive: 36-Month randomized double-blind clinical trial. *J Dent*. 2015 Sep;43(9):1083-92.
23. Lee, Y, Kim J-H, Woo J-S, Yi Y-A, Hwang J-Y, Seo DG. Analysis of Self-Adhesive Resin Cement Microshear Bond Strength on Leucite-Reinforced Glass-Ceramic with/without Pure Silane Primer or Universal Adhesive Surface Treatment. *Biomed Res Int*. 2015; 2015: 361893. doi: 10.1155/2015/361893.
24. Yoshihara, K, Nagaoka N, Sonoda A, Maruo Y, Makita Y, Okihara T, et al. Effectiveness and stability of silane coupling agent incorporated in

7 Resistência de união de primers/silanos em superfície de cerâmica vítrea

- 'universal' adhesives. *Dent Mater.* 2016 Oct; 32(10): 1218-25. doi: 10.1016/j.dental.2016.07.002.
25. Chen, L; Shen, H; Suh B.I. Effect of incorporating BisGMA resin on the bonding properties of silane and zirconia primers. *J Prosthet Dent.* 2013 Set; 110(5): 402–7. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.04.005.
26. Makishi, P, André CB, Silva JLE, Bacelar-Sá R, Correr-Sobrinho L, Giannini M. Effect of Storage Time on Bond Strength Performance of Multimode Adhesives to Indirect Resin Composite and Lithium Disilicate Glass Ceramic. *Oper Dent.* 2016 Set-Out; 41(5): 541-551. doi: 10.2341/15-187-L.
27. Amaral, R, Özcan M, Bottino MA, Valandro LF. Resin bonding to a feldspar ceramic after different ceramic surface conditioning methods: evaluation of contact angle, surface pH, and microtensile bond strength durability. *J Adhes Dent.* 2010 Nov;13(6): 551-60. doi: 10.3290/j.jad.a19815.
28. Matinlinna JP; LassilaLV. Experimental novel silane system in adhesion promotion between dental resin and pretreated titanium. Part II: Effect of long term water storage. *Silicon* 2010; 2(2): 79-85. DOI: 10.1007/s12633-010-9039-6.
29. Roulet JF; Soderholm, KJ; Longmate J. Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. *J Dent Res* 1995 Jan; 74: 381–387. doi: 10.1177/00220345950740011501.
30. Salvio LA, Correr-Sobrinho L, Consani S, Sinnhoreti MAC, Goes MF, Knowles C. Effect of water storage and surface treatments on the tensile bond strength of IPS empress 2 ceramic. *J Prosthodont* 2007 Maio-Jun; 16:192–9. doi: 10.1111/j.1532-849X.2006.00171.x.
31. Tian T, Tsoi JKH, Matinlinna JP, Burrow M. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dent Mater.* 2014 Jul, 30(7): e147-62. doi: 10.1016/j.dental.2014.01.017.
32. Maggio VB, Vandewalle KS. Effect of a simulated high-heat environment on bond strengths of dental adhesive systems. *Mil Med.* 2009 Fev; 174(2): 193-6. doi: 10.7205/MILMED-D-58-6508.
33. Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dent Mater.* 2002 Jul; 18(5): 380-388. doi: 10.1016/s0109-5641(01)00054-9.
34. Murillo-Gomez F, Rueggeberg FA, De Goes MF. Short- and long-term bond strength between resin cement and glass- ceramic using a silane containing universal adhesive, *Oper Dent.* 2017 Set-Out; 42(5): 514-525. doi: 10.2341/16-211-L.

Como citar este artigo/How to cite this article:

Lanza MDS, Silveira RA, Costa HV, Souza EL, Peixoto RTRC, Lanza LD. Resistência de união de primers/silanos em superfície de cerâmica vítrea. *J Health Biol Sci.* 2020 J; 8(1):1-7.