



Universidade Norte do Paraná

CENTRO DE PESQUISA EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

CELSO SEBASTIÃO GARBOZA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DA
CIMENTAÇÃO RESINOSA DE CERÂMICAS REFORÇADAS
POR DISSILICATO DE LÍTIO COM DIFERENTES
TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE**

Londrina
2015

CELSO SEBASTIÃO GARBOZA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DA
CIMENTAÇÃO RESINOSA DE CERÂMICAS REFORÇADAS
POR DISSILICATO DE LÍTIO COM DIFERENTES
TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, como requisito à obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Dentística Restauradora.

Orientador: Prof. Dr Ricardo Danil Guiraldo

Londrina
2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de catalogação-na-publicação
Universidade Norte do Paraná
Biblioteca Central
Setor de Tratamento da Informação

G195a Garboza, Celso Sebastião
Avaliação da resistência de união da cimentação resinosa de cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio com diferentes tratamentos de superfície / Celso Sebastião Garboza. Londrina: [s.n.], 2015.
38f.

Dissertação (Mestrado) Odontologia- Dentística Restauradora. Universidade Norte do Paraná.
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Danil Guiraldo

1- Odontologia – dissertação mestrado - UNOPAR 2- Cimentos de resina 3- Cimentação 4- Resistência ao cisalhamento I- Guiraldo, Ricardo Danil, orient. II- Universidade Norte do Paraná

CDU 616.314-089.27/.28

CELSO SEBASTIÃO GARBOZA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DA
CIMENTAÇÃO RESINOSA DE CERÂMICAS REFORÇADAS
POR DISSILICATO DE LÍTIO COM DIFERENTES
TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, como requisito à obtenção do título de Mestre em Odontologia, com nota final igual a _____, conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

Prof. Dr. Ricardo Danil Guiraldo
Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Murilo Baena Lopes
Universidade Norte do Paraná

Profa. Dra. Sueli de Almeida Cardoso
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, _____ de _____ de _____.

Dedicatória

Dedico a meus pais Maria Aparecida e Benedito Garboza, por terem sempre me incentivado e apoiado nas decisões.

À minha esposa Fernanda e aos meus filhos Isabela e Fernando que compreenderam os propósitos desta empreitada e souberam colaborar para a conclusão deste estudo.

Agradecimentos

A Deus, presente em todos os momentos com seu amor incondicional, generoso e sem limites, me guiando no caminho a seguir.

A meus pais, Maria Aparecida e Benedito Garboza, pelos ensinamentos de vida.

À minha esposa Fernanda e meus filhos Isabela e Fernando.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Danil Guiraldo, pela amizade, atenção e dedicação na orientação deste estudo.

À Profa. Dra. Sandrine Berger, um agradecimento especial, por toda orientação e auxílio na realização dos testes laboratoriais.

Aos professores Prof. Dr. Ricardo Danil Guiraldo, Prof. Dr. Murilo Baena Lopes e a Profa. Dra. Sueli de Almeida Cardoso, pela dedicação e gentileza de participar da banca examinadora.

A todos os professores do curso do mestrado, especialmente Prof. Dr. Alcides Gonini Júnior, Prof. Dr. Marcelo Lupion Poleti, Prof. Dr. Murilo Baena Lopes, Profa. Dra. Paula Vanessa Pedron Oltramari-Navarro, Profa. Dra. Regina Célia Poli Frederico, Prof. Dr. Ricardo Danil Guiraldo, Prof. Dr. Rodrigo Varella de Carvalho, Profa. Dra. Sandra Kiss Moura e Profa. Dra. Sandrine Berger que contribuíram com seus conhecimentos para minha formação.

Aos meus colegas de turma Adriana Fujimura, Antonia Pantaleão, Nádia Mazei, Paula Mariano, Tieni Fell e Thiago Slaviero pelo companheirismo e cumplicidade.

Aos funcionários da Unopar, especialmente, Andreza e Gleidson, do setor administrativo e à bibliotecária Fernanda, sempre dedicada e com domínio absoluto de sua função.

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, representada pelo Prof. Dr. Hélio Hiroshi Suguimoto e ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, representado pelo coordenador Prof. Dr. Alcides Gonini Júnior.

GARBOZA, Celso Sebastião. **Avaliação da resistência de união da cimentação resinosa de cerâmicas reforçadas com dissilicato de lítio com diferentes tratamentos de superfície**. 2015. 38 fls. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2015.

RESUMO

O objetivo neste estudo foi avaliar a resistência de união ao microcisalhamento de estruturas protéticas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio cimentadas com cimento resinoso com diferentes tratamentos de superfície e sistemas adesivos. 72 barras cerâmicas (6,5 mm de comprimento X 5 mm de largura X 1 mm de espessura) foram divididas em seis grupos (n = 12): todos os grupos foram tratados com partículas de Al₂O₃ (50 µm); os grupos 1, 2, 3 e 4 condicionados com ácido hidrófluorídrico a 10% por 20 segundos; aplicação de silano nos grupos 1, 2, 5 e 6; e aplicação dos adesivos Single Bond Universal nos grupos 1, 3 e 5 e Adper Scotchbond Multiuso nos grupos 2, 4 e 6. Duas matrizes cilíndricas de 0,75 mm de diâmetro e 1 mm de altura foram colocadas nas amostras, onde foi inserido o cimento RelyX ARC e polimerizado durante 20 segundos cada. As matrizes foram removidas e realizado o teste de resistência ao microcisalhamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Para os grupos 1 (24,82) e 2 (24,90) (HF + S) a resistência de união (MPa) foi significativamente maior do que nos grupos 3 (16,47) e 4 (19,94) (HF) e os grupos 5 (18,42) e 6 (13,24) (S) para ambos adesivos ($p < 0,001$). A silanização deve ser um passo clínico em cimentação de estruturas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio, mesmo com a aplicação do adesivo universal que contém em sua formulação um silano.

Palavras-chave: Cimentos de resina. Cimentação. Resistência ao cisalhamento.

GARBOZA, Celso Sebastião. **Evaluation of bond strength of resin cementation of ceramic reinforced with lithium disilicate with different surface treatments.** 2015. 38 fls. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2015.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the bond strength microshear of ceramic prosthetic structures reinforced by lithium disilicate cemented with resin cement with different surface treatments and adhesive systems. A total of 72 rectangular blocks (6.5 mm long X 5 mm wide X 1 mm thick) were fabricated into six grupos (n=12): all groups were air particle abraded with 50 μm Al_2O_3 particles; groups 1, 2, 3 and 4 were etched with 10% hydrofluoric acid for 20 seconds; silane coupling agent was applied onto all ceramic specimens of groups 1, 2, 5 and 6; the Single Bond Universal (groups 1, 3 and 5) or Adper Scotchbond Multiuso (groups 2, 4 and 6) were applied. Two 0.75-mm-diameter and 1-mm-long plastic tube with were placed on the specimens and filled with RelyX ARC resin cement and cured for 20 seconds per tube. The plastic tube was removed and the microshear bond strength testing was performed. Data were submitted to analysis of variance and Tukey's test ($\alpha = 0.05$). For groups 1 (24.82) and 2 (24.90) (HF + S) bond strength (MPa) was significantly higher than in groups 3 (16.47) and 4 (19.94) (HF), and groups 5 (18.42) and 6 (13.24) (S) for both adhesives treatments ($p < 0.001$). The silanization should be a clinical step in cementing ceramic structures reinforced by lithium disilicate, even with the application of universal adhesive that contains in its formulation a silane.

Key words: Resin cements. Cementation. Shear strength.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

α	alfa
$^{\circ}\text{C}$	graus Celsius
μm	micrometro
%	por cento
Al_2O_3	óxido de alumínio
ANOVA	nomenclatura em inglês para análise de variância
ASM	adesivo Adper Scotchbond Multiuso
bar	unidade de pressão
Bis-GMA	Bisfenol A-Glicidil Metacrilato
cm^2	centímetro quadrado
cp	corpo de prova
E1	IPS Empress – Ivoclar Vivadent
E2	IPS Empress 2 – Ivoclar Vivadent
E2HFS	IPS Empress 2 submetida ao tratamento de superfície com ácido fluorídrico seguido por aplicação de silano
G	grupo
G1	grupo 1
G2	grupo 2
G3	grupo 3
G4	grupo 4
h	hora
HF	ácido fluorídrico ou tratamento de superfície com ácido fluorídrico
HFS	Tratamento de superfície com ácido fluorídrico seguido por aplicação de silano
Kgf	kilograma-força
KHN	unidade de dureza Koop
LED	diodo emissor de luz
MDP	10-metacriloxi-decil-dihidrogeno fosfato
MEV	microscópio eletrônico de varredura
min	minuto
mm	milímetro

mm/min	milímetro por minuto
mm ²	milímetro quadrado
Mpa	megaPascal
n	número de espécimes
nº	número
p	nível de significância
PAC	arco de plasma de xenônio
QTH	luz halógena convencional
TEGDMA	dimetacrilato de trietilenoglicol
s	segundo
SBU	adesivo Single Bond Universal
S	silano
Si-O-Si	ligação de siloxano

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	13
3	PROPOSIÇÃO	21
4	ARTIGO CIENTÍFICO	22
5	CONCLUSÃO GERAL	36
6	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

A exigência cada vez maior por tratamentos estéticos tem estimulado a pesquisa e o desenvolvimento dos materiais restauradores, tais como as resinas compostas e as cerâmicas, e este avanço trouxe benefícios também ao desenvolvimento dos sistemas adesivos e cimentos resinosos utilizados nas cimentações de restaurações indiretas (Bandini e colaboradores¹, 2008). Com as características melhoradas das cerâmicas, principalmente no que diz respeito às suas propriedades mecânicas, havia a necessidade de um material que pudesse se interpor entre essa e o dente, de forma a atribuir à restauração final uma maior resistência, bem como não interferir negativamente na estética. Sheet e Jensen² (1988) relatam que as porcelanas eram inicialmente cimentadas com cimento de fosfato de zinco e, logo depois, com os cimentos ionoméricos, porém ficou comprovado que tais agentes eram deficientes na cimentação dessas peças, ocasionando inúmeros insucessos como deslocamento, infiltração marginal ou problemas estéticos.

Segundo Lambrechts e colaboradores³ (1991), os cimentos resinosos variam conforme o tipo de polimerização, viscosidade, tamanho das partículas e presença de monômeros adesivos, cada qual com a sua indicação não só para a cimentação de cerâmicas, mas também de peças metálicas ou de resina composta. De acordo com Banks⁴ (1990), o objetivo do cimento é promover a união entre a cerâmica, o esmalte e/ou dentina, formando um corpo único, que permita a transferência de tensões da restauração para a estrutura dental, sendo um eficiente meio de aumentar a resistência da cerâmica. Além disso, Audenino e colaboradores⁵ (1999), abordam que o cimento resinoso, por ser insolúvel, minimiza o problema de adaptação de alguns sistemas cerâmicos em função da contração ocorrida durante o processo de sinterização.

A interface entre a cerâmica e o cimento resinoso tem sido bastante estudada, e acredita-se que seja necessária a realização do tratamento de superfície para que aconteça a adesão, desta forma, Kamada e colaboradores⁶ (1998) relatam que o jateamento com partículas de óxido de alumínio e o condicionamento com ácido fluorídrico têm sido considerados responsáveis pela retenção micromecânica, assim como a silanização pela união química. Entretanto, com o intuito de otimizar o

tempo clínico, diminuindo os passos a serem seguidos durante a cimentação, novos sistemas adesivos podem promover a união tanto ao tecido dental quanto às estruturas protéticas sem a necessidade da realização do tratamento de superfície. As hipóteses nulas testadas foram que diferentes tratamentos de superfícies e diferentes sistemas adesivos não interferem na resistência de união das estruturas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Buonocore⁷ (1955), estudando formas de aumentar a adesão das resinas acrílicas ao esmalte dentário, usou o condicionamento em 15 superfícies dentárias com ácido fosfomolibdato 50% (com 15 superfícies controle) e com ácido fosfórico 85% em 10 superfícies dentárias (com 10 superfícies controle). Observou que a adesão da resina acrílica ao esmalte aumentava, quando o ácido fosfórico era previamente aplicado sobre o esmalte, sendo os prováveis fatores da causa desse aumento de adesão: a) grande aumento da área de superfície; b) exposição da matéria orgânica do esmalte, que funcionaria como uma rede, onde a resina se adere; c) criação de espaços em profundidade, ao longo da área interprismática, dentro dos quais a resina pode penetrar; d) remoção da camada superficial do esmalte, expondo uma superfície mais favorável à adesão; e) incorporação, na superfície do esmalte, de uma camada de grupos fosfatos de alta polaridade, derivados do ácido fosfórico.

Bowen⁸, em 1963, avaliou o efeito do tratamento da superfície de partículas de sílica vítrea incorporadas na resina Bis-GMA. Tal procedimento tinha como objetivo produzir um material com melhores propriedades, especialmente a característica de reduzir a contração de polimerização. O tratamento das partículas foi realizado pela cobertura da superfície com vinil-silano. Uma mistura de 70% em peso (55% em volume) de sílica tratada para 30% em peso (45% em volume) do comonômero Bis-GMA diluído em metilmetacrilato, e o monômero TEGDMA foi utilizado no estudo para comparação com outros materiais estéticos. Os dados dos ensaios mostraram que a mistura de sílica tratada com a resina Bis-GMA resultou na diminuição da solubilidade, sorção de água, coeficiente de expansão térmica e contração de polimerização e no aumento do módulo de elasticidade, resistência à compressão, tração e penetração, quando comparado com o cimento de silicato e resina acrílica. Quando a resina Bis-GMA foi misturada com partículas de sílica que não tiveram a superfície tratada com o vinil-silano, as propriedades resultantes mostraram valores inferiores. O autor concluiu que o reforço da resina Bis-GMA com sílica tratada melhorava as propriedades do material restaurador.

Banks⁴ (1990) realizou uma revisão de literatura a respeito de restaurações posteriores conservadoras de cerâmicas e constatou que todos os artigos estudados concordavam que o isolamento rigoroso e a manutenção de um

campo seco seriam necessários para a cimentação adequada das restaurações cerâmicas com a estrutura dentária, e que o cimento de fosfato de zinco e o cimento de ionômero de vidro convencional não seriam recomendados para a cimentação de restaurações cerâmicas estéticas, pois a cimentação com cimento resinoso seria muito mais forte, proporcionando maior retenção. Constatou, ainda, que as restaurações cerâmicas demonstraram maior resistência de união quando suas superfícies internas eram submetidas ao tratamento com o jateamento com substância abrasiva seguido pela aplicação de silano e a estrutura dentária era tratada com condicionamento ácido convencional.

Swift e colaboradores⁹ (1992) preconizaram que após a realização do jateamento com óxido de alumínio da face interna de restaurações indiretas em resina composta, é estritamente necessário que se faça uma intensa lavagem seguida por secagem e, posteriormente, aplicação de ácido fluorídrico com concentração entre 9 e 10% por 30 segundos, com a finalidade de reforçar a ação do jateamento por meio da criação de irregularidades que auxiliam na adesividade e conseqüente retenção da peça ao dente preparado. Ao analisarem a ação deste ácido sobre as resinas compostas chegaram à conclusão de que sua ação foi melhor observada em resinas compostas macroparticuladas quando comparadas às resinas compostas de micropartículas.

Kamada e colaboradores⁶ (1998) avaliaram o teste de cisalhamento da cerâmica Cerec 2 com diferentes tratamentos de superfície, sendo que todos os grupos foram submetidos ao tratamento controle por meio de abrasão com lixas de carbetto de silício nº 600. Os tratamentos de superfície foram realizados da seguinte maneira: somente condicionamento com gel de ácido fosfórico; somente a aplicação de agente silano; e pelo condicionamento com gel de ácido fosfórico seguido da aplicação de agente silano. Na sequência, foi realizada a cimentação com quatro diferentes cimentos resinosos: Super-Bond C&B, Panavia 21, Clapearl e Vita Cerec Duo Cement, e armazenados em água para realização de ciclagem. Após os testes, concluíram que o tratamento de superfície com a utilização de silano melhorou a resistência ao cisalhamento comparado apenas com a abrasão com lixas de carbetto de silício do grupo controle, e também que o tratamento de superfície combinado de condicionamento com ácido fosfórico e aplicação de silano forneceu os mais altos resultados de resistência de união dos cimentos resinosos utilizados para cimentação da cerâmica Cerec 2.

Stewart e colaboradores¹⁰ (2002), com objetivo de realizar uma avaliação imediata e após seis meses, da resistência ao cisalhamento entre porcelana feldspática Ceramco II e diferentes cimentos resinosos, com a utilização de seis diferentes tratamentos de superfície, realizaram um estudo com quatrocentos e oitenta discos de 10 mm de diâmetro e 4 mm de espessura de porcelana Ceramco II, divididos aleatoriamente em 6 grupos principais (n = 80). Os corpos cerâmicos receberam seis diferentes tratamentos de superfícies de condicionamento antes da aplicação do cimento resinoso. Os tratamentos de superfície foram realizados da seguinte maneira: somente com utilização de lixa 600; microjateamento com óxido de alumínio; utilização de lixa seguido da aplicação de silano; microjateamento seguido da aplicação de silano; condicionamento com ácido fluorídrico; e condicionamento com ácido fluorídrico seguido da aplicação de silano. Em seguida, cada grupo foi subdividido em quatro subgrupos (n = 20) para a aplicação dos cimentos Nexus, Panavia 21, RelyX ARC e Calibra. Todas as amostras cimentadas foram testadas com cisalhamento até a fratura em uma máquina de teste universal, a carga de fratura relatada em MPa. Dados foram determinados após 24 horas e após 6 meses de armazenamento de amostras em uma solução salina. A avaliação dos dados permitiu concluir que o condicionamento com ácido fluorídrico seguido da aplicação de silano produziu os melhores resultados em 24 horas e 6 meses com todos os cimentos estudados.

Shimada e colaboradores¹¹ (2002) investigaram os efeitos do jateamento e da aplicação de silano na cimentação resinosa de cerâmica em restauração adesiva indireta. Para o estudo, utilizaram a cerâmica Olympus Castable com uma fase cristalina constituída por mica e beta espodumênio, submetidas ao tratamento de superfícies com jateamento e condicionadas com ácido fosfórico ou ácido fluorídrico, cimentadas com Panavia Fluoro Cement e o sistema adesivo Clearfil SE Bond, com e sem a aplicação do silano. Realizaram o teste de microcisalhamento para mensurar a resistência de união do cimento resinoso à superfície da cerâmica e concluíram que a utilização do silano efetivamente elevou os valores de resistência do cimento resinoso.

Michida e colaboradores¹² (2003) avaliaram a resistência à microtração entre um cimento resinoso e uma cerâmica submetida a três tratamentos de superfície. Foram confeccionados 12 blocos da cerâmica In-Ceram Alumina (VITA) e 12 blocos de resina composta (Clearfil APX, Kuraray) com

dimensões de 6 x 6 x 5 mm. A superfície da cerâmica foi polida com lixas d'água nº 600, 800 e 1200 sob refrigeração, e os blocos foram divididos em três grupos conforme o tratamento superficial: Grupo 1 – jateamento com óxido de alumínio 110 µm; Grupo 2 – Sistema Rocatec (3M/ESPE) - jateamento com óxido de alumínio 110 µm (Rocatec-pre powder) e com sílica (Rocatec-plus powder) + silano (Rocatec-Sil); Grupo 3 – Sistema CoJet (3M/ESPE) - jateamento com partículas de sílica 30 µm + ESPE-Sil. Os blocos cerâmicos foram cimentados aos de resina composta com o cimento resinoso Panavia F (Kuraray Co) conforme as instruções do fabricante, sob carga de 750 gramas por 10 minutos. As amostras foram armazenadas (água destilada a 37°C por 7 dias) e seccionadas em dois eixos, x e y, com disco diamantado sob refrigeração em máquina de corte para obter corpos de prova (CP) com $0,6 \pm 0,1$ mm² de área adesiva (n = 36). Os CP foram fixados em dispositivo adaptado para o teste de microtração e tracionados (velocidade: 0,5 mm/min⁻¹) na máquina de ensaio universal EMIC. Os resultados (MPa) foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey (p < 0,05) [grupo 1 – 15,36; grupo 2 – 30,98 e grupo 3 – 31,25]. Os autores concluem que os grupos 2 (Rocatec) e 3 (CoJet) apresentaram maior resistência adesiva que o grupo 1; Não houve diferença estatística significativa entre os grupos 2 e 3.

Della Bona e colaboradores¹³ (2006) testaram a hipótese de que a tenacidade à fratura da união resina-cerâmica é afetada pela micro-estrutura da cerâmica e pelo tratamento de superfície executado. Foram utilizados 2 tipos de cerâmica prensada, E1 e E2 que receberam os tratamentos: (HF) condicionamento com HF a 9,5% por 1 minuto; (S) aplicação de silano; (HFS) condicionamento com HF seguido da aplicação de silano. Foi realizada a análise quantitativa da superfície fraturada (fractografia) para calcular a tenacidade à fratura. Os grupos tratados apenas com silano apresentaram os menores valores de fratura e coeficientes de variabilidade mais altos. Os grupos da cerâmica E2 apresentaram maior tenacidade do que os da cerâmica E1. O grupo E2HFS obteve tenacidade à fratura mais alta que os demais grupos. Não houve diferença na classificação dos grupos utilizando os valores de tenacidade à fratura ou os valores de resistência à microtração. A análise de fratura ao MEV mostrou que todas as fraturas foram iniciadas e contidas na interface adesiva, o que, segundo os autores, produziu valores fiéis para mensurar a capacidade da interface adesiva resistir à separação dos substratos. A interface entre adesivo e cerâmica mostrou-se mais frágil do que a interface entre

adesivo e resina composta, pois todas as fraturas foram iniciadas na interface adesivo-cerâmica. A hipótese inicial do estudo foi confirmada pelos autores.

No estudo de Tango e colaboradores¹⁴ (2007), que teve como intuito avaliar, por meio do teste de dureza Knoop, a profundidade de polimerização do cimento resinoso RelyX ativado quimicamente (grupo controle) ou química e fisicamente com fotoativação através de uma camada de cerâmica de 1,5 mm de espessura (HeraCeram) com a utilização incisivos bovinos com a superfície vestibular planificada e hibridizada, sendo que nas superfícies, um molde de silicone (5 mm de diâmetro e 1 mm de altura) foi preenchido com cimento, onde foi assentado o disco de 1,5 mm de espessura de cerâmica. A fotoativação foi realizada com luz halógena convencional (QTH; XL2500) por 40 segundos, diodo emissor de luz (LED; Ultrablue Is) por 40 segundos ou arco de plasma de xenônio (PAC; Apollo 95E) durante 3 segundos. No grupo controle, o cimento utilizado foi somente por ativação química. Depois de seco e armazenado em ambiente escuro (24 horas a 37°C), os espécimes (n = 5) foram seccionados para medições de dureza (KHN) em três profundidades. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). O cimento RelyX apresentou maiores valores de dureza Knoop quando foram utilizados os fotoativadores QTH e LED, em comparação com o grupo controle e PAC. Menores valores de dureza KHN foram obtidos em amostras fotoativadas com PAC. A dureza do cimento foi menor em regiões mais profundas. Concluíram que a fotoativação através da cerâmica HeraCeram pode influenciar a dureza do cimento resinoso.

Para avaliar o efeito de diferentes tratamentos de superfície de blocos de resina composta sobre as propriedades adesivas das restaurações indiretas em resinas, D'Arcangelo e colaboradores¹⁵ (2007) estipularam que nenhum dos tratamentos superficiais realizados produziria maior resistência de união. Desta forma, avaliaram o efeito do tratamento de superfície das restaurações indiretas com a aplicação de ácido fluorídrico, silano, microjateamento com óxido de alumínio e a associação dos dois métodos citados anteriormente. A conclusão obtida foi que o tratamento de superfície dos compósitos é importante para a adesão das restaurações indiretas, e que ambos os métodos de tratamento mostraram resistência adicional significativa, com destaque ao microjateamento com óxido de alumínio, responsável pelas propriedades retentivas em restaurações indiretas, rejeitando a hipótese nula.

Pegoraro e colaboradores¹⁶ (2007) discorreram sobre a importância do tratamento de superfície das restaurações estéticas, sendo uma etapa importante no sucesso da cimentação, a realização deste procedimento, e os cimentos são projetados para reter restaurações em uma posição estável e, presumivelmente, ter uma boa durabilidade no meio bucal. Cimentos de ionômero de vidro convencionais e fosfato de zinco estão entre os materiais mais populares para cimentação de restaurações metálicas, enquanto cimentos resinosos são os preferidos para indicações de cerâmicas livres de metal. Citaram ainda que as cimentações bem sucedidas de restaurações estéticas estão na enorme dependência do tratamento adequado de superfície e da aplicação do silano à superfície interna da restauração. Salienta ainda que, frequentemente, é aconselhado utilizar condicionadores de três ou duas etapas para fins de cimentação evitando problemas de incompatibilidade entre adesivos e produtos químicos ou da polimerização dual dos cimentos. Concluíram que um procedimento de cimentação confiável só pode ser alcançado se o operador tiver conhecimento dos mecanismos envolvidos e das limitações dos materiais.

Aras e Leon¹⁷ (2009) realizaram uma revisão de literatura sobre tratamento de superfície e cimentação adesiva de cerâmica aluminizada com o objetivo de buscar as bases científicas relativas às técnicas alternativas de tratamento superficial e aos agentes cimentantes para cerâmicas reforçadas. Constataram que, nas últimas décadas, vários estudos foram realizados com as cerâmicas odontológicas, os sistemas adesivos e os agentes cimentantes, objetivando encontrar novos mecanismos que permitam uma união mais efetiva e duradoura entre os tecidos dentários e a restauração indireta. Sabe-se que o procedimento de preparo para cerâmicas feldspáticas requer o condicionamento da sua superfície com ácido fluorídrico prévio à cimentação. Entretanto, para cerâmicas aluminizadas, o condicionamento ácido não é indicado devido suas características estruturais. Dessa maneira, a escolha do preparo de superfície e do sistema cimentante resinoso torna-se extremamente importante quando se almeja o sucesso do tratamento reabilitador. Foram selecionados e analisados artigos publicados no período de 1998 a 2007 permitindo aos autores concluir que ainda não há consenso a respeito dos métodos alternativos de tratamento de superfície para os sistemas cerâmicos à base de alumina e da seleção de materiais cimentantes que apresentem resistência de união plenamente satisfatória. Portanto, mais estudos são

requeridos a fim de testar e compreender os mecanismos adesivos responsáveis pela estabilidade das restaurações indiretas a longo prazo.

Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes tempos de condicionamento ácido na rugosidade de superfície e resistência flexural de uma cerâmica à base de dissilicato de lítio, Zogber e colaboradores¹⁸ (2011), realizaram um estudo com espécimes cerâmicos em forma de barra (16 x 2 x 2 mm), produzidos a partir de blocos polidos e limpos em banho de ultrassom com água destilada. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em 5 grupos (n = 15), Grupo A (controle) sem tratamento, Grupos B, C, D e E condicionamento com ácido fluorídrico 4,9% (HF) por 4 diferentes períodos de condicionamento: 20, 60, 90 e 180 segundos, respectivamente. As superfícies condicionadas foram observadas sob microscopia eletrônica de varredura e perfilometria de superfície foi utilizada para examinar a rugosidade das superfícies condicionadas, sendo que os espécimes foram forçados até a falha pelo teste de flexão três pontos. Os valores foram analisados usando ANOVA e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Todos os períodos de condicionamento produziram superfícies significativamente mais rugosas do que o grupo controle ($p < 0,05$). Os valores de rugosidade aumentaram com o tempo de condicionamento. Os valores médios de resistência à flexão foram (MPa): A = 417 ± 55 ; B = 367 ± 68 ; C = 363 ± 84 ; D = 329 ± 70 ; e E = 314 ± 62 . O condicionamento com HF reduziu significativamente os valores médios de resistência à flexão conforme o tempo de condicionamento aumentou ($p = 0,003$). Concluíram que o aumento do tempo de condicionamento ácido influenciou a rugosidade da superfície e resistência flexural de uma cerâmica à base de dissilicato de lítio.

Colares e colaboradores¹⁹ (2013) avaliaram a influência dos tratamentos de superfície e a temperatura de secagem do silano na resistência de união de resina composta à cerâmica de dissilicato de lítio. Vinte blocos (7 x 7 x 5 mm) de cerâmica à base de dissilicato de lítio foram fabricados e aleatoriamente divididos em quatro grupos, G1: condicionamento com ácido fluorídrico a 9,5% por 20 segundos e secagem do silano com ar à temperatura ambiente; G2: condicionamento com ácido fluorídrico a 9,5% por 2 segundos e secagem do silano com ar aquecido a $45 \pm 5^\circ\text{C}$; G3: jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 μm e secagem do silano com ar aquecido a $45 \pm 5^\circ\text{C}$; G4: jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 μm e secagem do silano com ar à temperatura ambiente. Após os tratamentos, o adesivo Adper Single Bond 2 foi aplicado,

fotoativado e construído um platô de resina composta (Filtek Z250). Cada espécime foi armazenado em água destilada a 37°C por 24 horas e cortado em forma de palito de área adesiva de 1 mm² para a realização do teste de microtração. Os dados foram submetidos à ANOVA e ao teste de Student-Newman-Keuls ($\alpha = 0,05$). As médias e desvio padrão dos valores de resistência de união em MPa foram G1: 32,14 (7,98), G2: 35,00 (7,77) e G3: 18,36 (6,17). G1 e G2 apresentaram maiores valores de resistência de união que G3 ($p < 0,05$). Não houve diferença estatística entre as médias dos valores dos grupos G1 e G2 ($p > 0,05$). Levando-se em consideração a resistência de união, o pré-tratamento de cerâmica de dissilicato de lítio com ácido fluorídrico e aplicação de silano pode ser uma alternativa para o reparo de restaurações de cerâmicas com resinas compostas, enquanto que o pré-tratamento de superfície com o jateamento deve ser evitado.

Com a possibilidade de otimizar a efetividade da silanização pelo seu aquecimento no momento da evaporação e de suprimir a utilização do ácido hidrofúorídrico como condicionador para tratamento de superfície das cerâmicas, devido aos seus riscos de alta toxicidade à saúde humana, Peixoto e colaboradores²⁰ (2013) realizaram uma revisão de literatura para abordar o tratamento térmico do silano como forma de melhorar a cimentação adesiva de restaurações cerâmicas. Relataram que o sucesso da cimentação adesiva em restaurações cerâmicas está, em parte, relacionado com a correta indicação do tratamento superficial da cerâmica, e argumentaram que há diversos tipos de tratamento de superfície interna das restaurações cerâmicas propostos na literatura, dentre os quais se destacam o condicionamento com ácido hidrofúorídrico e a silanização. Todavia, o condicionamento com este ácido pode reduzir a resistência da cerâmica dependendo da extensão de remoção da fase cristalina, além de exigir grande cautela durante manuseio deste tipo de ácido por ser um material altamente tóxico.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo nesta Dissertação¹ foi avaliar a resistência de união, por meio de teste de microcissalhamento, de estruturas protéticas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio (IPS e.max Press) cimentadas com cimento resinoso com diferentes tratamentos de superfícies e sistemas adesivos.

¹ Este estudo foi realizado no formato alternativo, na forma de artigo científico intitulado “**Avaliação da resistência de união da cimentação resinoso de cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio com diferentes tratamentos de superfície**”. Este artigo será submetido à publicação ao periódico **Operative Dentistry** e assim, formulado conforme suas normas.

4 ARTIGO CIENTÍFICO

Avaliação da resistência de união da cimentação resinosa de cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio com diferentes tratamentos de superfície.

Relevância Clínica

Os resultados do presente estudo indicam que o condicionamento ácido e a aplicação de silano após o jato de óxido de alumínio na cimentação de cerâmica IPS e.max Press com cimento RelyX ARC são necessários para ambos os adesivos Single Bond Universal e Adper Scotchbond Multiuso.

Resumo

Objetivos: avaliar a resistência de união ao microcissalhamento de estruturas protéticas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio cimentados com cimento resinoso em diferentes tratamentos de superfície e sistemas adesivos.

Métodos: Foram confeccionadas 72 barras cerâmicas (6,5 mm de comprimento X 5 mm de largura X 1 mm de espessura) divididas em seis grupos (n = 12): todos estas foram submetidas ao tratamento prévio com jateamento com óxido de alumínio 50 µm; nos grupos 1, 2, 3 e 4 foram condicionadas com ácido hidrofúorídrico a 10% por 20 segundos; a aplicação de silano foi realizada em todas as amostras dos grupos 1, 2, 5 e 6; foram aplicados os adesivos Single Bond Universal nos grupos 1, 3 e 5, e Adper Scotchbond Multiuso nos grupos 2, 4 e 6. Em cada barra cerâmica, foram colocadas duas matrizes cilíndricas de 0,75 mm de diâmetro, preenchidas com cimento RelyX ARC e fotopolimerizadas por 20 segundos cada. Após a remoção das matrizes, foram obtidos os corpos de prova para realização do teste de resistência ao microcissalhamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Resultados: nos grupos 1 (24,82) e 2 (24,90) (HF + S) a resistência de união (MPa) foi significativamente maior em relação aos grupos 3 (16,47) e 4 (19,94) (HF) e grupos 5 (18,42) e 6 (13,24) (S) para ambos adesivos ($p < 0,001$).

Conclusões: A silanização deve ser um passo clínico na cimentação de estruturas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio, mesmo com a aplicação do adesivo universal que contém em sua formulação um silano.

INTRODUÇÃO

Dissilicato de lítio é uma cerâmica utilizada em restauração indireta com propósito de imitar a estética e a resistência natural da estrutura dental. A fase cristalina, 70% deste material vitro-cerâmico, refrata a luz natural e fornece reforço estrutural superior, conferindo uma maior resistência à flexão, que é associado com a tradicional porcelana feldspática ou cerâmica vítrea reforçada com leucita.¹⁻³ Atualmente, cerâmicas de dissilicato de lítio são mais utilizadas quando comparadas às cerâmicas reforçadas por zircônia.⁴⁻⁶

O comportamento da fadiga e a confiabilidade de coroas de cerâmica pura de dissilicato de lítio e de zircônia foram recentemente descritos.⁶⁻⁷ Os resultados deste estudo mostram que, coroas cerâmicas de dissilicato de lítio, numa configuração anatômica totalmente monolítica, foram resistentes à fadiga, ao passo que coroas de zircônia foram suscetíveis ao carregamento cíclico do movimento mastigatório e carregamento cíclico com falhas prematuras em facetas.⁶⁻⁷ Além disso, coroas de dissilicato de lítio podem ser cimentadas tanto por técnicas de cimentação tradicionais ou adesivas. Um ensaio clínico demonstrou sobrevida semelhante de coroas de dissilicato de lítio cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina e cimentos resinosos.^{3,5,8} Em estudos *in vitro*^{3,9-10} demonstraram resistência de união superior quando o dissilicato de lítio está cimentado ao dente com cimentação adesiva em comparação ao método tradicional.

O sucesso clínico das restaurações cerâmicas depende de uma série de fatores, tais como o processo de cimentação e a composição da cerâmica.¹¹ Diferentes tratamentos de superfície de cerâmica têm sido introduzidos para melhorar a união da resina à cerâmica.¹¹ A cerâmica vítrea de dissilicato de lítio (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) pode ser adesivamente cimentada, mas quando a área retentiva é pequena, a retenção pode ser inadequada.¹¹ A união do cimento resinoso ao dente é auxiliada pelo condicionamento ácido do esmalte ou dentina e pelo uso de adesivo.¹¹⁻¹² Técnicas de união para cerâmica IPS e.max Press aproveitam a formação de ligações químicas e a retenção micromecânica na superfície da resina e da cerâmica.¹¹ O condicionamento com ácido fluorídrico promove a remoção da matriz de vidro e da segunda fase cristalina, criando assim irregularidades dentro dos cristais de dissilicato de lítio do IPS e.max Press para união.^{11,13-15} Outro tratamento

recomendado para superfícies cerâmicas envolve jateamento com partículas de óxido de alumínio (Al_2O_3) 50 μm para ajudar na retenção mecânica,^{11,14} procedimento padrão realizado por protéticos antes da entrega da peça cerâmica ao dentista para sua cimentação. Depois da abrasão a ar e/ou condicionamento com ácido fluorídrico, a superfície da cerâmica deve ser revestida com um silano apropriado, que constitui ligações químicas entre a fase inorgânica da cerâmica e a fase orgânica do cimento resinoso.^{11,15}

A introdução da utilização de sistemas adesivos universais apresenta uma nova abordagem simplificada para a união da cerâmica ao cimento resinoso. Estes adesivos contém silano e monômero MDP (10-metacriloxi-decil-dihidrogeno fosfato) que facilitam esta união da cerâmica com a resina do cimento.³ Porém, a eficácia do adesivo não foi completamente investigada com o dissilicato de lítio, com poucos estudos.³ Desta forma, o objetivo nesse estudo foi avaliar a resistência de união, por meio de teste de microcisalhamento, de estruturas protéticas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio cimentadas com cimento resinoso com diferentes tratamentos de superfícies e sistemas adesivos. As hipóteses nulas testadas foram que diferentes tratamentos de superfícies e diferentes sistemas adesivos não interferem na resistência de união das estruturas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas 72 barras de cerâmica IPS e.max Press (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) com dimensões de 6,5 mm (comprimento) X 5 mm (largura) X 1 mm (espessura). Tratamento prévio por meio de jateamento com óxido de alumínio 50 μm por 15 segundos, com pressão de 2,5 bar (Micro-etcher ERC, Danville Engineering, San Ramon, CA, EUA) foi realizado sobre as barras, seguido por limpeza em cuba ultrassônica (Soniclean; Sanders do Brasil, Sta. Rita do Sapucaí, MG, Brasil) com água destilada por 5 minutos. Posteriormente, diferentes tipos de tratamento de superfície foram realizados nas estruturas cerâmicas, dividindo-os em seis grupos ($n = 12$): Grupo 1, condicionamento com ácido hidrófluorídrico 10% por 20 segundos (HF; Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), aplicação de silano (S; Ceramic Primer; 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) e aplicação do adesivo Adper Scotchbond Multiuso (ASM; 3M ESPE, Tabela 1); Grupo 2, HF, S e aplicação do adesivo Single Bond Universal (SBU; 3M ESPE, Tabela 1); Grupo 3, HF e ASM; Grupo 4, HF e SBU; Grupo 5, S e ASM; Grupo 6, S e SBU.

Tabela 1: Adesivos utilizados no estudo.

Adesivo	Fabricante	Composição
Adper Scotchbond Multiuso	3M ESPE	Bismetacrilato de (1-metiletilideno)bis [4,1-fenilenooxi (2-hidroxi-3,1-propanodiílo)] e metacrilato de 2-hidroxietila.
Single Bond Universal	3M ESPE	Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (BIS-GMA), metacrilato de 2-hidroxietila, sílica tratada com silício, álcool etílico, decametileno dimetacrilato, água, 1,10-decanodiol fosfato metacrilato, copolímero de acrílico e ácido itacônico, canforo quinona, N,N-dimetilbenzocaína, metacrilato de 2-dimetilamonoetilo, metil etetil cetona.

Nas superfícies de cada barra foram inseridas duas matrizes cilíndricas transparentes (Tygon tubing - TYG-03, Saint-Gobain Performance Plastic, Maime Lakes, FL, EUA) com dimensões de 1 mm de altura e 0,75 mm de diâmetro interno, conforme a metodologia sugerida por Shimada, Yamaguchi e Tagami, em 2002.¹⁶ Em seguida, o cimento resinoso RelyX ARC (cor A3, 3M ESPE) foi manipulado segundo orientação do fabricante e aplicado no interior das matrizes com o auxílio de uma sonda exploradora #5 (Hu-Friedy, Chicago, IL, EUA). Cada cilindro de cimento resinoso foi fotoativado durante 40 segundos com o aparelho fotoativador Radium-cal (SDI, Bayswater, Victoria, Australia; 1400 mW/cm²). Após esta etapa o conjunto foi armazenado em umidade relativa a 37°C por 24 horas e, posteriormente, as matrizes foram removidas com auxílio de lâmina de bisturi, expondo os dois cilindros de cimento com uma área de união de 0,38 mm² cada, e foram submetidos ao teste de microcisalhamento.

Para o ensaio de microcisalhamento, as barras foram fixadas em um dispositivo de teste acoplado à máquina de ensaio universal por meio de cianoacrilato (Super Bonder, Loctite, Itapevi, SP, Brasil). O carregamento foi aplicado na base dos cilindros utilizando um fio de aço (0,2 mm de diâmetro) a uma velocidade de 0,5 mm/min até o rompimento da união. Os dados de ruptura foram expressos em quilograma-força (KgF) e convertidos em MegaPascal (MPa).

As distribuições das medições foram investigados com o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; em seguida, foram aplicados testes paramétricos. Os valores da resistência de união foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Tukey dos fatores tratamento de superfície e sistema adesivo, com nível de significância 5%. As fraturas das amostras foram observadas sob microscopia óptica (Olympus Corp, Tokyo, Japan) com aumento de 40x. Os padrões de fratura foram classificados em: I, adesiva (interface cerâmica-cimento); II, coesiva no cimento e III, mista (combinação das fraturas adesiva e coesiva no cimento).

RESULTADOS

Os valores médios da resistência ao teste de microcisalhamento são mostrados na Tabela 2. Para os grupos 1 e 2 (com o tratamento HF + S), a resistência de união foi significativamente maior que dos grupos 3 e 4 (com o tratamento HF) e grupos 5 e 6 (com o tratamento S) para ambos adesivos ($p < 0,001$). Para os grupos 1 e 2 (com o tratamento HF + S) não houve diferença estatística entre os adesivos ($p < 0,001$).

Tabela 2: Valores médios de resistência de união (Mpa) e Desvio padrão para todos os grupos.

Sistema Adesivo	Tratamento de Superfície		
	HF + S	HF	S
Adper			
Scotchbond	24,90 (3,15) A, a	19,94 (1,20) A, b	13,24 (0,62) B, c
Multiuso			
Single Bond			
Universal	24,82 (2,43) A, a	16,47 (0,61) B, b	18,42 (1,22) A, b

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e / ou letras minúsculas na linha são significativamente diferentes em $p < 0,001$ (teste de Tukey).

A Tabela 3 mostra a distribuição dos padrões de fratura nos grupos experimentais.

Tabela 3: Análise dos módulos de fratura das amostras (%) entre os grupos.

Grupos	Modo I	Modo II	Modo III
1	87,4	4,1	8,4
2	75,0	16,6	8,4
3	91,6	4,2	4,2
4	91,6	0,0	8,4
5	87,4	8,4	4,2
6	100,0	0,0	0,0

Modo I, adesiva (interface cerâmica-cimento); modo II, coesiva no cimento e modo III, mista (combinação das fraturas adesiva e coesiva no cimento).

DISCUSSÃO

O sucesso clínico de uma restauração cerâmica depende da qualidade e durabilidade do vínculo entre a cerâmica e o cimento resinoso.¹¹ A qualidade desta união é determinada por mecanismos, que são controlados, em parte, pela superfície específica e o tratamento utilizado para promover a retenção química e micromecânica com o substrato de cerâmica.^{11,17} A retenção micromecânica da superfície cerâmica desempenha um papel importante na ligação com o cimento resinoso.¹¹ Modificações na morfologia da superfície cerâmica podem ser realizadas para promover uma melhor resistência de união.^{11,14} Após o tratamento da superfície, o cimento resinoso é aplicado sobre a superfície da cerâmica, e a penetração do cimento e a sua polimerização são responsáveis pela união.^{11,18}

O protocolo adesivo padrão para restaurações cerâmica reforçadas por dissilicato de lítio requer jateamento com óxido de alumínio, condicionamento e silanização na superfície da cerâmica. Assim, o adesivo deve penetrar nestas microretenções promovidas pelos tratamentos ou unir-se quimicamente. O estudo realizado por Amaral e outros¹⁹ tem mostrado a capacidade do adesivo universal de unir a zircônia à resina. No estudo de Kalavacharla e outros,³ utilizando um adesivo universal, a aplicação do silano aumentou significativamente os valores de resistência de união. Entretanto, utilizou-se apenas um adesivo universal o qual não foi comparado com outros adesivos que não apresentavam silano e MDP em sua composição. Já no presente estudo, realizou-se esta comparação e verificou-se que não houve diferença estatística entre o adesivo Single Bond Universal que apresenta MDP e silano em sua composição com o Adper Scotchbond Multiuso que não apresenta estes componentes para os tratamentos HF + S.

A diferença na resistência ao cisalhamento entre os diferentes adesivos (Adper Scotchbond Multiuso e Single Bond Universal) e o tratamento HF (grupos 3 e 4) pode ser explicado com base na morfologia criada por estes tratamentos e a composição destes adesivos. Condicionar a superfície de cerâmica com ácido fluorídrico a 10% promove a dissolução na matriz vítrea dos espécimes com profundidade de alguns micrometros, permitindo que os cristais de dissilicato de lítio se projetem a partir da matriz de vidro. A mudança na morfologia de superfície tratada com HF aumenta a área de superfície e facilita a penetração e retenção dos adesivos nas microretenções da superfície tratada.^{11,14-15} Tem sido demonstrado que

este tratamento apresenta resultado eficiente para os diferentes tipos de cerâmicas dentárias.^{11,13-15,17-18} Além disto, o jateamento com óxido de alumínio, realizado pelo laboratório de prótese, é um tratamento de superfície clinicamente consagrado e realizado anteriormente ao condicionamento com ácido fluorídico. No presente estudo, o adesivo Adper Scotchbond Multiuso apresentou valor médio superior de resistência ao cisalhamento quando comparado com o adesivo Single Bond Universal. Este fato não era esperado no presente estudo, visto que o adesivo Single Bond Universal apresenta em sua composição o monômero MDP (que tem estrutura anfílica com o grupo vinil como a porção hidrófoba e o grupo fosfato como a porção hidrófila) ligando-se quimicamente à metais não preciosos e substrato dental.²⁰⁻²³ Entretanto, especula-se que o monômero hidrófilo deste adesivo tenha interferido de forma deletéria na resistência de união, causando valor médio inferior quando comparado ao outro adesivo.

Os silanos são promotores de adesão que contêm dois grupos funcionais reativos diferentes que podem reagir duplamente com vários materiais inorgânicos e orgânicos e são usados para aumentar a união destes materiais. Os grupos funcionais hidrolisáveis reagem com a superfície dos grupos hidroxilos dos substratos inorgânicos criando uma ligação de siloxano (Si-O-Si).²⁴ O grupo funcional orgânico não hidrolisável com uma dupla ligação carbono-carbono pode polimerizar com os monômeros das resinas compostas contendo ligações duplas.²⁴⁻²⁶ Pode-se supor que existe equilíbrio entre a quantidade de grupos hidroxilo de substratos inorgânicos expostos e grupos funcionais hidrolisáveis presentes no silano.²⁴ Assim, a qualidade do vínculo siloxano formado é determinada pela concentração da solução de silano^{24,25} e o protocolo de pré-tratamento superficial determina a quantidade de grupos hidroxilos expostos. Este fato, pode explicar o resultado encontrado quando comparado o grupo 5 (S) com o adesivo Adper Scotchbond Multiuso em relação ao grupo 6 (S) com o adesivo Single Bond Universal que apresenta silano em sua composição.

O modo de falha não se correlaciona diretamente com a resistência de união ao microcisalhamento, como pode ser visto na Tabela 3, pois, embora os grupos 1 e 2 apresentaram resistência de união superior aos grupos 3, 4, 5 e 6, o modo de falha adesivo foi predominante em todos os grupos. Este fato também foi observado em estudo anterior, entretanto utilizando teste de microtração.¹¹ Assim, com base nos resultados deste estudo, as hipóteses nulas foram rejeitadas, uma vez que

diferentes valores na resistência de união em estruturas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio foram encontrados com os diferentes tratamentos de superfícies e os diferentes sistemas adesivos estudados.

CONCLUSÃO

Dentro das limitações do presente estudo, as seguintes conclusões podem ser observadas:

O tratamento de superfície HF + S apresentou maior valor de resistência de união ao microcislamento para cimentação de estruturas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio para ambos os adesivos.

A silanização deve ser um passo clínico na cimentação de estruturas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio, mesmo com a aplicação do adesivo universal que contém em sua formulação um silano.

REFERÊNCIAS

1. Albakry M, Guazzato M, & Swain MV (2003) Biaxial flexural strength, elastic moduli, and x-ray diffraction characterization of three pressable all-ceramic materials *Journal of Prosthetic Dentistry* 89(4) 374-380.
2. Belli R, Geinzer E, Muschweck A, Petschelt A, & Lohbauer U (2014) Mechanical fatigue degradation of ceramics versus resin composites for dental restorations *Dental Materials* 30(4) 424-432.
3. Kalavacharla V, Lawson N, Ramp L, & Burgess J (2014) Influence of Etching Protocol and Silane Treatment with a Universal Adhesive on Lithium Disilicate Bond Strength *Operative Dentistry* [Epub ahead of print].
4. Kern M, Sasse M, & Wolfart S (2012) Ten-year outcome of three-unit fixed dental prostheses made from monolithic lithium disilicate ceramic *Journal of the American Dental Association* 143(3) 234-240.
5. Wolfart S, Eschbach S, Scherrer S, & Kern M (2009) Clinical outcome of three-unit lithium-disilicate glass–ceramic fixed dental prostheses: up to 8 years results *Dental Materials* 25(9) 63-71.
6. Brunot-Gohin C, Duval JL, Azogui EE, Jannetta R, Pezron I, Laurent-Maquin D, Gangloff SC, & Egles C (2013) Soft tissue adhesion of polished versus glazed lithium disilicate ceramic for dental applications *Dental Materials* 29(9) 205-212.
7. Guess PC, Zavanelli RA, Silva NR, Bonfante EA, Coelbo PG, & Thompson VP (2010) Monolithic CAD/CAM lithium disilicate versus veneered Y-TZP crowns: comparison of failure modes and reliability after fatigue *International Journal of Prosthodontics* 23(5) 434-442.
8. Gehrt M, Wolfart S, Rafai N, Reich S, & Edelhoff D (2013) Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service *Clinical Oral Investigations* 17(1) 275-284.
9. Piwowarczyk A, Lauer HC, & Sorensen JA (2004) In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials *Journal of Prosthetic Dentistry* 92(3) 265-273.
10. Peutzfeldt A, Sahafi A, & Flury S (2011) Bonding of restorative materials to dentin with various luting agents *Operative Dentistry* 36(3) 266-273.
11. Guarda GB, Correr AB, Gonçalves LS, Costa AR, Borges GA, Sinhoreti

MA, & Correr-Sobrinho L (2013) Effects of surface treatments, thermocycling, and cyclic loading on the bond strength of a resin cement bonded to a lithium disilicate glass ceramic *Operative Dentistry* 38(2) 208-217.

12. Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, & Iwaku M (1979) Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin *Journal of Dental Research* 58(4) 1364-1370.

13. Borges GA, Spohr AM, De Goes MF, Correr-Sobrinho L, & Chan DNC (2003) Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics *Journal of Prosthetic Dentistry* 89(5) 479-488.

14. Salvio LA, Correr-Sobrinho L, Consani S, Sinhoreti MAC, De Goes MF, & Knowles JC (2007) Effect of water storage and surface treatments in the tensile bond strength of IPS Empress 2 ceramic *Journal of Prosthodontics* 16(3) 192-199.

15. Spohr AM, Correr-Sobrinho L, Consani S, Sinhoreti MAC, & Knowles JC (2003) Influence of surface conditions and silane agent on the bond of resin to IPS Empress 2 ceramic *International Journal of Prosthodontics* 16(3) 277-282.

16. Shimada Y, Yamaguchi S, & Tagami J (2002) Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics *Dental Materials* 18(5) 380-388.

17. Della Bona A, Shen C, & Anusavice KJ (2004) Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic *Dental Materials* 20(4) 338-344.

18. Ayad MF, Fahmy NZ, & Rosenstiel SF (2008) Effect of surface treatment on roughness and bond strength of a heat-pressed ceramic *Journal of Prosthetic Dentistry* 99(2) 123-130.

19. Amaral M, Belli R, Cesar PF, Valandro LF, Petschelt A, & Lohbauer U (2014) The potential of novel primers and universal adhesives to bond to zirconia *Journal of Dentistry* 42(1) 90-98.

20. Taira Y, & Imai Y (1995) Primer for bonding resin to metal *Dental Materials* 11(1) 2-6.

21. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, & Van Meerbeek B (2004) Comparative study on adhesive performance of functional monomers *Journal of Dental Research* 83(6) 454-458.

22. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, & Van Meerbeek B (2010) Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching *Dental Materials* 26(12) 1176-1184.

23. Kim JH, Chae SY, Lee Y, Han GJ, & Cho BH (2014) Effects of Multipurpose, Universal Adhesives on Resin Bonding to Zirconia Ceramic Operative Dentistry [Epub ahead of print].

24. Zaghoul H, Elkassas DW, & Haridy MF (2014) Effect of incorporation of silane in the bonding agent on the repair potential of machinable esthetic blocks European Journal of Dentistry 8(1): 44-52.

25. Matinlinna JP, & Vallittu PK (2007) Bonding of resin composites to etchable ceramic surfaces - an insight review of the chemical aspects on surface conditioning Journal of Oral Rehabilitation 34(8) 622-630.

26. Lung CY, & Matinlinna JP (2012) Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: An overview Dental Materials 28(5) 467-477.

5 CONCLUSÃO GERAL

De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que:

O melhor tratamento de superfície para cimentação de estruturas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio é condicionamento com ácido hidrófluorídrico e aplicação de silano para ambos os adesivos.

A silanização deve ser um passo clínico na cimentação de estruturas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio, mesmo com a aplicação do adesivo universal que contém em sua formulação um silano.

As hipóteses nulas testadas não foram aceitas.

6 REFERÊNCIAS

1. Bandini SRG, Tavares ACS, Guerra MAL, Dias NF, Vieira CD. Cimentação adesiva – Revisão de literatura. *Revista Odonto*. 2008;16(32): 105-15.
2. Sheet JJ, Jensen ME. Cutting interfaces and materials on etched porcelain restorations. A status report on the American Journal of Dentistry. *Am J Dent*. 1988; 1(5):225-35.
3. Lambrechts P, Inokoshi S, Vanmeerbeek B, Willems G, Braem M, Vanherle G. Classification and potential of composite luting materials. In: International Symposium on Computer Restorations: State of the Art of the Cerec-Method. 1991 May 3-4; Zurich, Switzerland, Berlin: Quintessence; 1992. p. 61-90.
4. Banks RG. Conservative posterior ceramic restorations: a literature review. *J Prosthet Dent*. 1990;63(6):619-26.
5. Audenino G, Bresciano ME, Bassi F, Carossa S. In vitro evaluation of fit of adhesively luted ceramic inlays. *Int J Prosthodont*. 1999;12(4):342-7.
6. Kamada K, Yoshida K, Atsuta M. Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. *J Prosthet Dent*. 1998;79(5): 508-13.
7. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesive on of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955;3(6):849-53.
8. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for a dental restoration. *J Am Dent Assoc*. 1963;66(1):57-64.
9. Swift JR, Levalley BD, Boyer DB. Evaluation of new methods for composite repair. *Dent Mater*. 1992;8(5):362-5.
10. Stewart GP, Jain P, Hodges J. Shear bond strength of resin cements to both ceramic and dentin. *J Prosthet Dent*. 2002; 88(3): 277-84.
11. Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dent Mater*. 2002;18(5):380-8.
12. Michida SMA, Valandro LF, Yoshiga S, Andreatta Filho OD, Balducci I, Bottino M. Efeito do tratamento de superfície de uma cerâmica aluminizada infiltrada com vidro sobre a resistência a microtração. *J Appl Oral Sci*. 2003;11(4):361-6.
13. Della Bona A., Anusavice K.J, Mecholsky Jr JJ. Apparent interfacial fracture toughness of resin/ceramic systems. *J Dent Res*. 2006;85(11):1037-41.
14. Tango RN, Sinhoretta MA, Correr AB, Correr-Sobrinho L, Henriques GE. Effect of light-curing method and cement activation mode on resin cement Knoop hardness. *J Prosthodont*. 2007;16(6):480-4.

15. D'Arcangelo C, Vanini L. Effect of three surface treatments on the adhesive properties of indirect composite restorations. *J Adhes Dent*. 2007;9(3):319-26.
16. Pegoraro TA, Da Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am*. 2007;51(2):453-71.
17. Aras WMF, Leon BLt. Tratamento de superfície e cimentação adesiva de cerâmicas aluminizadas: revisão de literatura. *Rev Odont UNESP*. 2009;38(2):93-8.
18. Zogheib LV, Bona AD, Kimpara ET, McCabe JF. Effect of hydrofluoric acid etching duration on the roughness and flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic. *Braz Dent J*. 2011;22(1):45-50.
19. Colares RCR, Neri JR, Souza AMBP, Karina MF, Mendonca JS, Santiago SL. Effect of surface pretreatments on the microtensile bond strength of lithium-disilicate ceramic repaired with composite resin. *Braz Dent J*. 2013;24(4):349-52.
20. Peixoto LM, Batitucci CBS, Daroz HR, Sampaio F. Tratamento térmico do silano para melhorar a cimentação adesiva de restaurações cerâmicas odontológicas. *Cerâmica [Internet]*. 2013 July/Sept[citado em 15 abr 2014];59(351). Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0366-69132013000300017&script=sci_arttext >.