

Avaliação da resistência de união de uma cerâmica de óxido de zircônia submetida a tratamentos de superfície por abrasão

Evaluation of the bond strength of a ceramics of zirconia oxide subjected to surface treatments by abrasion

Hellen Ker Bretas WERNER^a, Guilherme Senna Figueiredo AZEVEDO^a ,
Larissa Costa de Souza LIMA^{a*} , Carlos Henrique Mancía MARTINEZ^a,
Paulo Isaías SERAIDARIAN^a

^aPUC – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Departamento de Odontologia, Belo Horizonte, MG, Brasil

Como citar: Werner HKB, Azevedo GSF, Lima LCS, Martinez CHM, Seraidarian PI. Avaliação da resistência de união de uma cerâmica de óxido de zircônia submetida a tratamentos de superfície por abrasão. Rev Odontol UNESP. 2019;48: e20190010. <https://doi.org/10.1590/1807-2577.01019>

Resumo

Introdução: A cimentação adesiva, com cerâmicas puras, é um passo relevante no estabelecimento da longevidade de trabalhos protéticos, sendo estes os melhores materiais utilizados para a reposição de dentes perdidos, de forma a reabilitar o sorriso. O sistema cerâmico de zircônia não se beneficia do tratamento com ácidos e necessita de diferentes métodos para tratar sua superfície, visando à efetividade na união adesiva. **Objetivo:** Avaliar os resultados de diferentes técnicas de jateamento e aplicação de agente de união desenvolvidas para metais e cerâmica de zircônia (Ceramill ZI[®]), por meio de ensaio de tração, em dois diferentes tratamentos de superfície. **Material e método:** Foram preparadas 20 amostras de Ceramill Zi[®] (n = 20), em forma de cilindro, e unidas entre si por meio do cimento resinoso (Multilink[®]), formando 10 espécimes (n = 10). Formaram-se sete grupos experimentais com os mesmos 10 espécimes e estes receberam dois tratamentos de superfície diferentes: abrasão e aplicação de agentes silânicos de união. **Resultado:** A análise estatística mostrou diferenças significativas na resistência à fratura dos espécimes silicizados com Rocatec[®]. Os valores de resistência de união à tração, mensurados em MPa, dos grupos 1 a 7, foram, respectivamente: 2,27; 4,48; 8,06; 8,32; 9,15; 10,56 e 10,70. As médias entre os grupos se apresentam estatisticamente significantes, exceto entre os grupos 3 e 4 e entre 6 e 7. **Conclusão:** Os resultados mostraram que o tratamento da superfície cerâmica baseado no método de silicização promoveu melhor união nos ensaios com Ceramill ZI[®] e cimentados com Multilink[®].

Descritores: Cerâmica; jateamento com óxido de alumínio; cimentação.

Abstract

Introduction: Adhesive cementation, with pure ceramics, is a relevant step in establishing the longevity of prosthetic works. Being these, the best materials used for the replacement of lost teeth, in order to rehabilitate the smile. The ceramic zirconia system does not benefit from the treatment and planning needs for its surface, effectively in adhesive therapy. **Objective:** Evaluate the results of different blasting techniques and application of bonding agent for metals and ceramics (Ceramill ZI[®]) by means of a tensile test in two different surface treatments. **Material and method:** Twenty samples of Ceramill Zi[®] (n = 20), cylindrical and joined with resin cooling (Multilink[®]), were prepared, forming 10 specimens (n = 10). The first 10 ingredients were formed by 7 experimental groups and they received 2 surface problems: abrasion and application of silane bonding agents. **Result:** The research resulted in fracture resistance of Rocatec[®] silica specimens. The values of tensile strength, measured in MPa, of groups 1 to 7, were: 2.27; 4.48; 8.06; 8.32; 9.15; 10.56 and 10.70. We observe how to enter the groups are statistically significant, except between groups 3 and 4 and between 6 and 7. **Conclusion:** The results of the ceramic surface treatment were based on no silicate method, promoting the union of results with Ceramill ZI[®] and cemented with Multilink[®].

Descriptors: Ceramics; air abrasion; cementation.



INTRODUÇÃO

A predileção dos cirurgiões-dentistas e de seus exigentes clientes por utilizar cerâmicas em trabalhos protéticos advém de fatores, como: reconhecido sucesso clínico de longo prazo, estética superior, ausência de sorção de corantes com brilho duradouro, reprodução de características naturais dos dentes e maior translucidez que as restaurações metálicas convencionais, além de biocompatibilidade com os tecidos bucais. Estes fatores fazem das cerâmicas os melhores materiais para se reporem dentes perdidos e reabilitarem-se sorrisos¹. Nos dias atuais, deseja-se utilizar cerâmicas que sejam livres de metal, fato possível graças à adição de materiais cerâmicos de estrutura cristalina aos usuais vidros cerâmicos.

Dentre as cerâmicas utilizadas para infraestrutura de próteses livres de metal, dá-se destaque à cerâmica de zircônia por ter um material de alta performance, devido a propriedades, como: altos valores de resistência, tenacidade de fratura e dureza, resistência ao desgaste e bom comportamento à fricção, isolamento elétrico, baixa condutividade térmica, resistência à corrosão frente à maioria dos ácidos e alcaloides, módulo de elasticidade semelhante ao do aço, coeficiente de expansão térmica semelhante ao do ferro, excelente biocompatibilidade e boa estética. Além disso, o tamanho pequeno dos cristais possibilita excelente acabamento de superfície e capacidade de manter uma borda (término) em ângulo agudo^{2,3}.

O sucesso clínico de longo prazo com a utilização dessas cerâmicas advém da adequada união adesiva aos substratos dentais⁴, que permite que o sistema funcione de forma integrado com adesão apropriada². Embora as cerâmicas de óxido de zircônia mostrem ótima resistência, seu sucesso clínico de longa duração requer adequada retenção ao agente cimentante^{5,6}. Desse modo, a cimentação para cerâmicas de óxido de zircônia se tornou um tópico de grande discussão nos últimos anos⁷. A aplicação de cimentos resinosos traz vantagens, como: selamento marginal, aumento da retenção e da resistência à fratura das restaurações^{5,8}. Além disso, o sucesso clínico das restaurações parciais fixas em cerâmica requer estabelecimento de união adesiva que seja forte e estável⁹. O sistema cerâmico de zircônia não se beneficia do tratamento com ácidos e necessita de métodos diferentes para tratar sua superfície, de forma que se torne efetiva para a união adesiva^{2,9}.

Para se obter união adesiva entre agente cimentante e cerâmica, é necessário antes tratar a superfície da mesma. Utiliza-se a abrasão por jateamento de partículas, passo fundamental para condicionar a superfície de cerâmicas de alta resistência, alcançando união durável às mesmas^{2,5,10}. O jateamento com partículas de óxido de alumínio não apenas promove a limpeza do substrato como também o aceitável grau de rugosidade às cerâmicas policristalinas, bem como amplia a área de superfície pelo aumento da área total de contato e da energia de superfície, resultando em maior ângulo de contato e melhor molhamento^{6,10}. Após o jateamento, o tratamento de superfície se completa com aplicação de silano ao substrato cerâmico, desenvolvido inicialmente para melhorar a resistência de união a metais².

Diante da utilização crescente das cerâmicas de alto conteúdo cristalino e pela grande procura por trabalhos estéticos, se faz necessário mostrar o comportamento da resistência da cerâmica sob diferentes tratamentos de superfície, com técnicas eficazes de união adesiva no longo prazo para esse biomaterial cerâmico, uma vez que, o tratamento de superfície realizado por meio da abrasão por jateamento de superfície já faz parte do trabalho cotidiano dos dentistas. Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar os resultados de diferentes técnicas de jateamento e aplicação de agente de união desenvolvidas para metais e zircônia, com relação à sua resistência à tração.

MATERIAL E MÉTODO

Para a realização desta pesquisa, foram confeccionados 20 cilindros em resina acrílica Duralay® (Reliance Dental Mfg Co Worth, IL, EUA), com o auxílio de um cilindro metálico com altura média de 12,55 mm e diâmetro médio de 5,80 mm. Estes cilindros foram enviados ao laboratório como matrizes para a confecção dos cilindros em zircônia Ceramill ZI®. Os cilindros em resina acrílica serviram de guia para que os blocos de Ceramil ZI® (Amanngirrbach, Pforzheim, Alemanha) fossem cortados e preparados pela técnica da fresagem. A máquina de fresagem foi calibrada para permitir recorte de cilindros de 20 a 25% maior, visando compensar este percentual de contração que os corpos cerâmicos apresentam na sinterização final. Após a fresagem, os corpos de prova foram usinados para um pré-acabamento, antes da sinterização, com brocas de tungstênio multilaminadas (Gerbr. Brasseler, Alemanha) em baixa rotação e borracha Exacerapol (KG Sorensen, Brasil), e sinterizados em forno de alta temperatura Ceramill Therm® (Amanngirrbach, Pforzheim, Alemanha), com o ciclo térmico recomendado pelo fabricante e duração de 8 h, incluindo as fases de aquecimento e resfriamento, sendo este processo, especialmente adaptado ao coeficiente de expansão térmica da zircônia Ceramill ZI®. Este cilindro de zircônia foi testado no cilindro metálico em que se modelou a resina acrílica para conferir as configurações finais da cerâmica. Caso alguma imperfeição fosse encontrada neste corpo de prova, o mesmo seria eliminado visando manter a confiabilidade do teste.

Preparação dos Grupos e Tratamento de Superfície

Os cilindros de zircônia receberam polimento com sequência de lixas d'água nas granulações 200, 400 e 600. Uma vez que os cilindros foram utilizados para todos os grupos, quando se completava uma sequência de tratamento de superfície e cimentação para um dos grupos, antes que se realizasse novo experimento, os espécimes eram limpos com pontas de diamante para remoção do cimento e para exposição de uma camada subjacente da cerâmica, e passavam por nova sequência de lixamento. Os grupos receberam os seguintes tratamentos:

- Grupo 1 – Substratos cerâmicos cimentados sem tratamento de superfície;
- Grupo 2 – Substratos cerâmicos jateados com Al₂O₃ (50 µm);
- Grupo 3 – Substratos cerâmicos jateados com Al₂O₃ (50 µm) + Monobond S®;
- Grupo 4 – Substratos cerâmicos jateados com Al₂O₃ (50 µm) + Metal/Zirconia Primer®;
- Grupo 5 – Substratos cerâmicos silicatizados;
- Grupo 6 – Substratos cerâmicos silicatizados + Monobond S®;
- Grupo 7 – Substratos cerâmicos silicatizados + Metal/Zirconia Primer®.

Tratamento de Superfície dos Cilindros de Ceramill ZI®, Segundo os Grupos Experimentais

Grupo 1 (Controle)

As extremidades dos 20 cilindros receberam lixamento superficial sequenciado. Os espécimes foram limpos em cuba de ultrassom em soro fisiológico por 3 minutos e secos em papel absorvente.

Grupos 2, 3 e 4

Para o Grupo 2, os procedimentos foram semelhantes ao grupo controle, sendo submetidos, após o lixamento, a um microjateamento com óxido de alumínio (50 µm) com ângulo de incidência perpendicular e a uma distância de 10 mm, durante 20 segundos. O microjateador (Microjato, Bioart, São Carlos-SP, Brasil) utilizado estava acoplado a um compressor odontológico com pressão de saída de ar de 40 psi.

Para o Grupo 3, repetiu-se o tratamento do grupo 2 e, em seguida, aplicaram-se à superfície duas camadas de Monobond S® (Ivoclar/Vivadent, Schaan, Liechtenstein) com o auxílio de um pincel.

Para o Grupo 4, repetiu-se o tratamento do grupo 3, só que o silano utilizado foi o Metal/Zirconia Primer® (Ivoclar/Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Removeram-se excessos da superfície e aguardou-se 1 min.

Para o Grupo 5, os procedimentos foram semelhantes ao grupo controle, sendo submetido, após o lixamento, a um tratamento de superfície com o sistema Rocatec® (3M/ESPE, Seefeld, Alemanha), que é aplicado em duas etapas, sendo a primeira (Rocatec – Pré Powder®) jateamento com óxido de alumínio (110 µm) com ângulo de incidência perpendicular e a uma distância de 10 mm por 20 seg. Na segunda etapa, utiliza-se outro pó (Rocatec – Plus Powder®), que consiste em óxido de alumínio (110 µm) revestido e/ou modificado por sílica. O microjateador foi o mesmo utilizado nos grupos anteriores, trocando apenas o material para jateamento. Após a silicatização, os cilindros foram limpos e secos de maneira similar à dos outros grupos.

Para o Grupo 6, repetiu-se o tratamento do Grupo 5 e aplicaram-se sobre a superfície silicatizada, com o auxílio de um pincel, duas camadas do Monobond S® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Para o Grupo 7, foi repetido o tratamento do Grupo 6, embora tenha sido aplicado, por meio de um pincel, o silano Monobond S® (Ivoclar/Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Removeu-se o excesso da superfície e aguardou-se 1 min para secagem.

Cimentação para Todos os Grupos

A cimentação foi executada com o auxílio de um dispositivo desenvolvido especificamente para este estudo, que possui um braço fixo e outro móvel, e leitos para estabilização dos cilindros que, por segurança, ainda eram mantidos em posição com o auxílio de cera pegajosa. Entre os apoios do dispositivo de cimentação, foi interposta uma lâmina calibradora de 0,1 mm de espessura, que determinou um espaço padrão para o cimento. Em seguida, manipulou-se o cimento resinoso na proporção recomendada pelo fabricante e o mesmo foi aplicado sobre uma superfície tratada do cilindro unida ao apoio móvel. Este foi movido ao encontro do apoio fixo com a interposição da lâmina metálica calibradora de espaço. A presa do cimento, de natureza química, era aguardada por 5 min e, logo em seguida, os cilindros cimentados eram removidos dos dispositivos e guardados em um recipiente seco e escuro até o momento do ensaio de tração.

Todos os espécimes cimentados foram avaliados com lupa frontal de 4 × de aumento (Lupa Bioart, São Carlos-SP, Brasil) na região do perímetro aderido, para verificar a presença de falhas ou defeitos de cimentação. Em caso positivo, a amostra era descartada.

Os cilindros cimentados foram cuidadosamente acoplados a uma garra da máquina de ensaio universal EMIC DL 500, de modo que a área adesiva fosse posicionada perpendicularmente à força aplicada, a fim de gerar carga exclusiva de tração.

A máquina estava programada com célula de carga de 1 kN e com velocidade de carregamento de 0,5 mm/min até que se desse a ruptura. Os valores em N foram divididos pela área adesiva (mm²) de cada espécime, fornecendo os valores de resistência final (MPa). Os dados anotados

foram organizados em tabelas e submetidos à Análise de Variância (ANOVA) a um critério fixo (tratamento de superfície) e ao Teste de Tukey, para comparação das médias, considerando o nível de significância de 5%.

RESULTADO

Os valores individuais em (MPa), suas respectivas médias de resistência de união e o desvio padrão em função de cada grupo estudado podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1. Valores individuais dos espécimes de cada grupo em Mpa

CP	Grupos						
	1	2	3	4	5	6	7
	Tratamentos						
	CONT	AL	AL MP	AL M	R	R PM	RM
1	1,77	4,10	7,33	8,05	8,90	11,17	11,30
2	2,41	4,66	7,72	7,90	8,62	10,90	10,90
3	1,88	5,13	8,40	8,30	9,15	10,03	10,63
4	1,95	4,79	7,93	8,5	9,75	10,54	10,63
5	2,62	4,72	8,79	8,90	8,92	10,44	10,51
6	3,15	5,28	8,45	8,50	9,54	10,83	10,92
7	2,64	3,67	8,51	8,70	9,16	10,17	10,19
8	2,14	4,78	7,45	8,10	9,62	9,90	10,22
9	1,91	4,06	7,54	8,09	8,45	10,66	10,73
10	2,28	3,67	8,48	8,20	9,39	11,0	11,20
Média	2,27	4,48	8,06	8,32	9,15	10,56	10,70
DP	0,43	0,57	0,52	0,31	0,43	0,42	0,38

CP: corpo de prova; CONT: controle; AL: jateados com Al₂O₃ (50 µm); AL MP: jateados com Al₂O₃ (50 µm) + Monobond S®; AL M: jateados com Al₂O₃ (50 µm) + Metal/Zirconia Primer®; R: silicizados; RPM: silicizados + Monobond S®; RM: silicizados + Metal/Zirconia Primer® e DP: desvio padrão.

A Tabela 2 mostra as médias dos resultados para cada grupo experimental com os respectivos desvios padrões e a comparação entre as médias obtidas pelo Teste de Tukey (p<0,05). Sendo que, médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem significativamente entre os grupos.

Observa-se que as médias entre os grupos se apresentam estatisticamente significantes, exceto entre os grupos 3 e 4, e entre 6 e 7. Estes apresentam médias estatísticas não significantes a 5%.

Tabela 2. Média e desvio padrão dos valores de resistência de união (em MPa) segundo os grupos, após o Teste de Tukey (p<0,05)

Grupo	1	2	3	4	5	6	7
Média*	2,27e	4,48d	8,06c	8,32c	9,15b	10,56a	10,70a
DP	0,43	0,57	0,52	0,31	0,43	0,42	0,38

*Sendo que, médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem significativamente entre os grupos.

DISCUSSÃO

Apesar de as propriedades físicas da cerâmica de zircônia permitirem sua interação com os tecidos dentais sob qualquer técnica de cimentação, a cimentação adesiva fornece vantagens não disponíveis na técnica convencional, como: a hibridização dos tecidos dentais, proporcionando um recobrimento destes tecidos com um material resinoso não hidrossolúvel e maior selamento das margens da restauração⁶. Estes fatos evitam microinfiltrações e cáries secundárias, além de proporcionar maior retenção e distribuição dos esforços advindos da demanda funcional, permitindo que o dente e a restauração constituam-se um sistema integrado para dissipação de

esforços. Há casos em que os preparos dentários possuem baixa qualidade retentiva e isto é minimizado pela aplicação da técnica adesiva de cimentação. O tratamento de superfície permite efetivação de união física e/ou química ao substrato cerâmico de zircônia que, se não tratado, será um substrato praticamente inerte, com baixa energia de superfície e molhabilidade^{5,10}. Um dos métodos de pré-tratamento para zircônia é baseado na técnica de adição à superfície da YTZP de materiais contendo sílica, como as cerâmicas de baixa fusão¹⁰.

A aplicação de ácido seguida de silanização não se tem mostrado um meio efetivo para tratar estas cerâmicas, uma vez que o ácido hidro fluorídrico age sobre a fase vítrea do material cerâmico, ausente na zircônia^{2,5}. O tratamento de superfície com substâncias abrasivas resultará em forças de adesão significativamente mais altas¹¹.

Os efeitos das diferentes técnicas de condicionamento foram investigados sobre a força de adesão e constatou-se que o tratamento de superfície com substâncias abrasivas não criou diferenças significativas na ligação à cerâmica, em comparação com outras técnicas¹². A abrasão por jateamento de partículas é um processo que promove alteração na superfície do substrato, aumentando sua rugosidade e removendo a camada mais superficial e contaminada da cerâmica^{10,13}.

Estudo realizado em 2007 comprovou a efetividade do jateamento para uma cerâmica YTZP. Foi formado um grupo que recebeu apenas o cimento Variolink II® (Ivoclar/Vivadent) sobre a zircônia maquinada. Esse grupo alcançou 11,0 MPa de resistência à tração. Quando esta cerâmica foi jateada com óxido de alumínio, esse valor subiu para 16,6 MPa¹⁴.

Na presente pesquisa, a resistência à tração foi de 2,27 MPa para os espécimes do grupo controle, que não receberam tratamentos por abrasão. Quando jateados com óxido de alumínio de 50 µm, os valores de resistência atingiram 4,48 MPa. Atribuímos às diferentes metodologias os valores significativamente diferentes de resistência à tração desses dois estudos. Nosso estudo uniu dois corpos cerâmicos entre si, com uma película mínima de cimento (0,1 mm) e sem interposição de qualquer adesivo, ao contrário do outro estudo, que utilizou o adesivo Heliobond® (Ivoclar/Vivadent, Shaan, Liechtenstein) e uniu com o cimento Variolink II® (Ivoclar/Vivadent, Shaan, Liechtenstein) uma cerâmica YTZP e um cilindro confeccionado com o cimento de presa química Clearfil F2® (Kuraray, Tóquio, Japão). A preferência por utilizar partículas de óxido de alumínio de tamanho menor deve-se ao fato de que partículas grandes poderiam causar maior dano ao material cerâmico^{10,15}.

De modo geral, nosso trabalho foi coerente com trabalhos de outros autores^{4,7} que, de modo similar, também afirmaram que substratos de zircônia sem pré-tratamentos acarretam baixos valores de resistência de união e que esta resistência vai aumentando com a utilização de tratamento de superfície baseado em jateamento com óxido de alumínio e se torna ainda maior com a silicatização. Estudo realizado em 2015 demonstrou que a aplicação de um primer de metal proporcionou maior resistência de união em comparação com outros métodos de tratamento de superfície¹⁶.

Atribuímos maior efeito de criação de microrretenções por meio da utilização de partículas menores. Desta forma, padronizamos tanto a pressão de ar para o jateamento quanto o microjateador utilizado, para que haja maior penetração com partículas de 50 µm do que com partículas de 110 µm. Em 2006, um estudo realizado difere deste raciocínio, apesar de encontrar valores similares de resistência de união para espécimes jateados com partículas de 50 ou de 110 µm¹³. Segundo esses autores, as partículas mais profundas produziram sulcos mais profundos. Este fato, segundo os mesmos, explicaria os valores semelhantes: nos sulcos mais profundos que a partícula de 110 µm teria criado, o silano não conseguiria penetrar completamente, diminuindo o benefício que o completo molhamento pelo silano traria à resistência de união.

A técnica de silicatização com o sistema Rocatec® (3M/ESPE, Seefeld, Alemanha) constitui-se de jateamento com duas diferentes partículas, a saber: o Rocatec Pré-Powder®, que são partículas

de óxido de alumínio de 110 µm, seguido da aplicação do Rocatec Plus-Powder®, cujas partículas também são de 110 µm, porém, envoltas por sílica.

O denominador comum de praticamente todos esses estudos utilizados em nosso trabalho reside no armazenamento em água e em alguns estudos a termociclagem.

Optamos por utilizar o material de cimentação de empresa de materiais odontológicos confiável, como a Ivoclar/Vivadent®, que é um produto facilmente encontrado. O cimento Multilink® (Ivoclar/Vivadent, Schaan, Liechtenstein) disponibiliza técnica simplificada para cimentação por se tratar de um cimento sem técnica de condicionamento ácido. Este cimento possui primers com monômeros ácidos, que permitem a auto-hibridização do substrato dentário sem prévio condicionamento ácido do mesmo. Sua composição é resinosa, baseada em dimetacrilatos, HEMA e partículas de carga, formulação comum aos cimentos à base de Bis-GMA.

Como a técnica de cimentação de nosso estudo foi efetuada apenas entre substratos cerâmicos, a ausência de tecidos dentários fez desnecessária a utilização dos self-etching primers disponíveis no sistema Multilink® (Ivoclar/Vivadent, Schaan, Liechtenstein), que são os Multilink Primer A® e Multilink Primer B®.

A aplicação do Metal/Zirconia Primer® proporcionou, neste estudo, valores de resistência de união significativamente superiores para o Grupo 3, que foi jateado com óxido de alumínio. O valor médio para este grupo foi 8,06 MPa, enquanto para os espécimes apenas jateados, sem este primer metálico, o valor médio foi de 4,48 MPa. Não atribuímos aumento significativo nos valores de resistência apenas à retenção química provida por este primer para cerâmica de zircônia. Este primer, assim como os silanos em geral, facilitam o molhamento da cerâmica. Somado a isso, tem-se o efeito citado de que a polimerização química do cimento resinoso aumentaria o escoamento e liberaria o estresse de contração de polimerização.

O grupo 6, que recebeu silicatização e primer metálico, melhorou de modo significativo seus valores de resistência à tração, mas com acréscimo proporcional menor que no Grupo 3. O Grupo 5 passou de 9,15 MPa, quando apenas silicatizado, para 10,56 MPa (Grupo 6), quando recebeu sobre a superfície silicatizada a aplicação do primer metálico. Atribuímos o aumento nos valores de retenção para os espécimes deste grupo não a um melhor molhamento da cerâmica, uma vez que já a considerávamos beneficiada com este efeito. Atribuímos sim à conquista de união química advinda do primer unindo-se aos óxidos metálicos da superfície da zircônia, somada à união química com a sílica deixada na superfície pelo processo da silicatização. Comparando os resultados obtidos por meio das duas técnicas de jateamento utilizadas neste estudo, observou-se que os maiores valores foram os dos grupos silicatizados.

O ensaio escolhido para a realização deste trabalho foi o teste de tração pura, diferentemente de grande parte dos autores de estudos com a cimentação de zircônia, que utilizam, comumente, o teste de cisalhamento para a avaliação da resistência de união^{5,8,17-19}. Preferimos o teste de tração pura porque o teste de cisalhamento, ao nosso ver, além de medir o efeito da resistência de união proferida pela cimentação, inclui os efeitos de deslocamento dos átomos que estão impregnados nas microrretenções.

Considerando-se as inúmeras variáveis que interferem no processo de cimentação adesiva para as cerâmicas de zircônia, novas investigações a respeito de métodos para tratamento de superfície se fazem necessárias, visando permitir alcançar união forte e durável destes materiais à base de YTZP com os tecidos dentais.

CONCLUSÃO

- 1 As cerâmicas de óxido de zircônia têm maior resistência de união quando submetidas a tratamentos de superfície por abrasão.

- 2 O processo de silicatização promoveu maiores valores de resistência de união que o jateamento com óxido de alumínio, apresentando diferenças estatisticamente significativas.
- 3 A aplicação de agente silânico de união apenas foi estatisticamente significativa para a cerâmica que recebeu o tratamento de superfície baseado em jateamento com óxido de alumínio.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor Wellington Corrêa Jansen *in memoriam* pelo apoio durante a execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Harding AB, Norling BK, Teixeira EC. The effect of surface treatment of the interfacial surface on fatigue-related microtensile bond strength of milled zirconia to veneering porcelain. *J Prosthodont.* 2012 Jul;21(5):346-52. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-849X.2012.00843.x>. PMID:22443122.
2. Bona AD, Borba M, Benetti P, Cecchetti D. Effect of surface treatments on the bond strength of a zirconia-reinforced ceramic to composite resin. *Braz Oral Res.* 2007 Mar;21(1):10-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-83242007000100002>. PMID:17384849.
3. Johansson C, Kmet G, Rivera J, Larsson C, Vult Von Steyern P. Fracture strength of monolithic all-ceramic crowns made of high translucent yttrium oxide-stabilized zirconium dioxide compared to porcelain-veneered crowns and lithium disilicate crowns. *Acta Odontol Scand.* 2014 Feb;72(2):145-53. <http://dx.doi.org/10.3109/00016357.2013.822098>. PMID:23865549.
4. Ozcan M, Kerkdijk S, Valandro LF. Comparison of resin cement adhesion to Y-TZP ceramic following manufacturers' instructions of the cements only. *Clin Oral Investig.* 2008 Sep;12(3):279-82. <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-007-0151-y>. PMID:17899224.
5. Atsu SS, Kilicarslan MA, Kucukesmen HC, Aka PS. Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on bond strength to adhesive resin. *J Prosthet Dent.* 2006 Jun;95(6):430-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2006.03.016>. PMID:16765155.
6. Oyagüe RC, Monticelli F, Toledano EO, Ferrari M, Osorio R. Influence of surface treatments and resin cement selection on bonding to densely-sintered zirconium-oxide ceramic. *Dent Mater.* 2009 Feb;25(2):172-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2008.05.012>. PMID:18620746.
7. Thompson JY, Stoner BR, Piascik JR, Smith R. Adhesion/cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: where are we now? *Dent Mater.* 2011 Jan;27(1):71-82. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.022>. PMID:21094526.
8. Dérand P, Dérand T. Bond strength of luting cements to zirconium oxide ceramics. *Int J Prosthodont.* 2000 Mar-Apr;13(2):131-5. PMID:11203621.
9. Matinlinna JP, Heikkinen T, Ozcan M, Lassila LV, Vallittu PK. Evaluation of resin adhesion to zirconia ceramic using some organosilanes. *Dent Mater.* 2006 Sep;22(9):824-31.; published online Jan 18, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2005.11.035>. PMID:16388846.
10. Amaral R, Ozcan M, Bottino MA, Valandro LF. Microtensile bond strength of a resin cement to glass infiltrated zirconia-reinforced ceramic: the effect of surface conditioning. *Dent Mater.* 2006 Mar;22(3):283-90. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2005.04.021>. PMID:16039705.
11. Kim HJ, Lim HP, Park YJ, Vang MS. Effect of zirconia surface treatments on the shear bond strength of veneering ceramic. *J Prosthet Dent.* 2011 May;105(5):315-22. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60060-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60060-7). PMID:21530757.

12. Teng J, Wang H, Liao Y, Liang X. Evaluation of a conditioning method to improve core-veneer bond strength of zirconia restorations. *J Prosthet Dent.* 2012 Jun;107(6):380-7. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913\(12\)60095-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913(12)60095-X). PMID:22633594.
13. Valandro LF, Ozcan M, Bottino MC, Bottino MA, Scotti R, Bona AD. Bond strength of a resin cement to high-alumina and zirconia-reinforced ceramics: the effect of surface conditioning. *J Adhes Dent.* 2006 Jun;8(3):175-81. PMID:16830664.
14. Wolfart M, Lehmann F, Wolfart S, Kern M. Durability of the resin bond strength to zirconia ceramic after using different surface conditioning methods. *Dent Mater.* 2007 Jan;23(1):45-50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2005.11.040>. PMID:16427692.
15. Bottino MA, Valandro LF, Scotti R, Buso L. Effect of surface treatments on the resin bond to zirconium-based ceramic. *Int J Prosthodont.* 2005 Jan-Feb;18(1):60-5. PMID:15754894.
16. Korkmaz FM, Bagis B, Turgut S, Ates SM, Ayaz EA. Effect of surface treatments on the bond strength of veneering ceramic to zirconia. *J Appl Biomater Funct Mater.* 2015 Mar;13(1):17-27. <http://dx.doi.org/10.5301/jabfm.5000195>. PMID:24700261.
17. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2003 Mar;89(3):268-74. <http://dx.doi.org/10.1067/mpr.2003.50>. PMID:12644802.
18. Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Vallittu PK. Bonding of resin composite luting cements to zirconium oxide by two air-particle abrasion methods. *Oper Dent.* 2006 Mar-Apr;31(2):248-55. <http://dx.doi.org/10.2341/05-22>. PMID:16827029.
19. Tanaka R, Fujishima A, Shibata Y, Manabe A, Miyazaki T. Cooperation of phosphate monomer and silica modification on zirconia. *J Dent Res.* 2008 Jul;87(7):666-70. <http://dx.doi.org/10.1177/154405910808700705>. PMID:18573988.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

*AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Larissa Costa de Souza Lima, PUC – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Departamento de Odontologia, Avenida Dom José Gaspar, 500, Prédio 46, 30535-901 Belo Horizonte - MG, Brasil, e-mail: larissa_csl@hotmail.com

Recebido: Fevereiro 6, 2019

Aprovado: Julho 11, 2019