



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

ANA VICTÓRIA FRANCISCO MISSIATTO

**EFEITO DO JATEAMENTO COM ÓXIDO DE ALUMÍNIO E TIPO
DE PRIMER NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE CIMENTOS
RESINOSOS À ZIRCÔNIA**

PIRACICABA

2020

ANA VICTÓRIA FRANCISCO MISSIATTO

**EFEITO DO JATEAMENTO COM ÓXIDO DE ALUMÍNIO E TIPO
DE PRIMER NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE CIMENTOS
RESINOSOS À ZIRCÔNIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giannini

Coorientador: Jorge Rodrigo Soto Montero

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO PELA ALUNA ANA VICTÓRIA FRANCISCO MISSIATTO E ORIENTADA PELO PROF. DR. MARCELO GIANNINI.

PIRACICABA

2020

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

M691e Missiatto, Ana Victória Francisco, 1998-
Efeito do jateamento com óxido de alumínio e tipo de primer na resistência de união de cimentos resinosos à zircônia / Ana Victória Francisco Missiatto. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Marcelo Giannini.

Coorientador: Jorge Rodrigo Soto Montero.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Cimentos dentários. 2. Cerâmica odontológica. 3. Prótese dentária. 4. Colagem dentária. I. Giannini, Marcelo, 1969-. II. Soto Montero, Jorge Rodrigo, 1985-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

Palavras-chave em inglês:

Dental cements

Dental ceramics

Dental prosthesis

Dental bonding

Titulação: Cirurgião-Dentista

Data de entrega do trabalho definitivo: 27-11-2020

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus queridos pais João Paulo Missiatto e Maria Carolina Mariano Francisco Missiatto pelo amor, apoio e por estarem sempre ao meu lado nos desafios e conquistas durante essa trajetória. Serei eternamente grata pela confiança e por nunca medirem esforços para que eu realizasse a conquista de me formar em uma universidade pública.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, pela excelência em formação e por ser minha casa durante 5 anos.

Aos meus pais, João Paulo Missiatto e Maria Carolina Mariano Francisco Missiatto, e meu irmão Luis Henrique Francisco Missiatto, pelo apoio e amor incondicional.

A minha família, em especial meus avós Lygia (in memorian), Luiza, Dirceu e Antônio pelo carinho, por se fazerem sempre presentes mesmo à distância e por vibrarem comigo nas minhas vitórias.

A todos os meus amigos de graduação, em especial ao “121”, por toda ajuda, carinho, parceria e incontáveis histórias vividas que, sem dúvida, ficarão eternizadas em minha memória. Obrigada por ajudarem na construção da melhor época da minha vida, espero levá-los para sempre comigo.

Ao meu professor e orientador Marcelo Giannini, por ter me recebido como sua orientada e pela oportunidade de trabalhar com uma referência na Odontologia. Agradeço pelo conhecimento compartilhado e pelo enriquecimento da minha evolução profissional.

Ao meu co-orientador Jorge Rodrigo Soto Montero, por todo incentivo, ajuda, paciência e tempo dedicado ao trabalho, contribuindo enormemente à minha vida profissional.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), pelo apoio financeiro oferecido para realização deste trabalho, processo nº 116525/2019-3.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da abrasão a ar de partículas combinada com o uso de diferentes primers na resistência de união por cisalhamento (RU) imediata (24 horas) e de longo prazo (1 ano) do cimento resinoso à zircônia estabilizada por ítrio de alta translucidez. Métodos: Sessenta placas de zircônia (Katana STML, Kuraray Noritake Dental) foram divididas em 6 grupos (n = 10) para avaliação de RU usando três cimentos resinosos (Panavia V5, PV5, Kuraray Noritake Dental, Japão; Variolink Esthetic LC, VLK, Ivoclar - Vivadent, Liechtenstein; e Panavia SA Cement Universal, PSA, Kuraray Noritake Dental, Japão). A superfície da zircônia foi jateada com partículas de óxido de alumínio ou não jateada. Cada cimento foi utilizado com o primer indicado pelo fabricante. Dois cilindros de cimento resinoso foram confeccionados na superfície da zircônia, um para avaliação após 24 horas e o outro após 1 ano de armazenamento em água. O padrão de fratura também foi analisado. Resultados: Após 24 horas, não houve diferenças na resistência de união entre os cimentos para as mesmas condições de tratamento. Após 1 ano, a RU de todos os grupos diminuiu significativamente, exceto para PV5 associado ao jateamento, que apresentou a maior RU de todos os cimentos. Para todos os cimentos, as amostras sem jateamento apresentaram RU menor e maior taxa de falhas adesivas. Conclusão: A resistência de união ao cisalhamento obtida é maior quando os primers são combinados ao jateamento com partículas de óxido de alumínio.

Palavras-chave: Cimentos dentários. Cerâmica. Prótese dentária. Colagem dentária.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of airborne particle abrasion combined with different primers on the immediate (24-hours) and long-term (1-year) shear bond strength (SBS) of resin cement to super-translucent YSZ. Methods: Sixty YSZ (Katana STML, Kuraray Noritake Dental) plates were divided in 6 groups (n= 10) for SBS evaluation using three resin cements (Panavia V5, PV5, Kuraray Noritake Dental, Japan; Variolink Esthetic LC, VLK, Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein; and Panavia SA Cement Universal, PSA, Kuraray Noritake Dental, Japan). The YSZ surface was treated by airborne particle abrasion (APA) or not (NAA). Each cement was used with the manufacturer indicated YSZ primer. Two cylinders of resin cement were placed on the YSZ surface, one for evaluation after 24 hours and the other after 1 year of storage in water. The fracture pattern was also analyzed. Results: At 24 hours, there were no differences in bond strength between the cements for equal abrasion conditions. After 1-year, the SBS of all groups decreased significantly, except for PV5 combined with APA, that showed the highest SBS of all cements. For all the cements, NAA YSZ samples showed a lower SBS and a higher rate of adhesive failures. Conclusion: Higher shear bond strength is obtained when primers are combined with sandblasting using aluminum oxide particles.

Key words: Dental cements. Ceramics. Dental prosthesis. Dental bonding.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Cerâmicas na odontologia	9
1.2 Cerâmicas cristalinas	9
1.3 Adesão e cimentação adesiva das cerâmicas cristalinas	10
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 Abrasão com partículas de óxido de alumínio	12
2.2 Condicionamento químico com monômeros funcionais	13
2.3 Procedimento para cimentação adesiva em zircônia	14
2.4 Limitações estéticas das cerâmicas cristalinas	15
3 PROPOSIÇÃO	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 Preparo da zircônia	18
4.2 Preparo das amostras de cimento resinoso	18
4.3 Resistência de união ao microcisalhamento	20
4.4 Padrão de fratura	20
4.5 Morfologia da superfície da zircônia	21
4.6 Análise estatística	21
5 RESULTADOS	22
6 DISCUSSÃO	26
7 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS	29
ANEXOS	33
Anexo 1 – Verificação de originalidade e prevenção de plágio	33
Anexo 2 – Iniciação Científica	34

1 INTRODUÇÃO

1.1 Cerâmicas na odontologia

As cerâmicas são materiais amplamente utilizados e estudados na Odontologia nos dias atuais. A seleção desse material para o uso segue, principalmente, três critérios: adaptação, resistência e estética. A evolução tecnológica das cerâmicas odontológicas tem sido notável nas últimas quatro décadas. Um bom exemplo é a notável evolução das cerâmicas feldspáticas e das cerâmicas à base de zircônia. Em seu uso como material restaurador, a porosidade da cerâmica e a proporção da fase vítrea em sua composição são fatores importantes que influenciam em suas propriedades mecânicas e ópticas. (Kelly et al., 1996; Denry e Holloway, 2010)

As cerâmicas feldspáticas, à base de dissilicato de lítio e de leucita apresentam as porções cristalina e vítrea. Além disso, esse material apresenta em sua composição a sílica, que é dissolvida pelo ácido hidrófluorídrico em seu tratamento para cimentação formando micro-retenções. Já as cerâmicas à base de zircônia diferem das outras cerâmicas utilizadas na Odontologia por apresentarem pouca fase vítrea ou apenas a fase cristalina. Essa característica dos materiais à base de dióxido de zircônio (ZrO_2) influencia tanto em suas propriedades ópticas e físicas, quanto em sua adesão aos cimentos resinosos (Chen et al., 1998; Mendonça et al., 2017)

1.2 Cerâmicas cristalinas

Ao longo do tempo, a zircônia apresentou-se como um material vantajoso na Odontologia por suas propriedades mecânicas e estéticas. (Chevalier, 2006) Atualmente sua utilização se dá principalmente em pilares de implantes, copings, coroas unitárias e infraestruturas de próteses parciais fixas. (Mendonça et al., 2017)

A zircônia pura é um material naturalmente polimórfico e apresenta diferentes fases de acordo com a temperatura a que é exposta. Em temperatura ambiente, a zircônia está no estado monoclinico, passando para fase tetragonal quando a temperatura se encontra acima de $1170^{\circ}C$. A fase cúbica é observada quando a temperatura é superior a $2370^{\circ}C$. Um dos tipos de zircônia utilizado na Odontologia é a zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio (Y-TZP). O trióxido de ítrio é utilizado em sua composição com o objetivo de estabilizar a fase tetragonal em temperatura ambiente. (Chevalier, 2006)

1.3 Adesão e cimentação adesiva das cerâmicas cristalinas

Independentemente da concentração de ítrio, devido a sua composição diferencial, a zircônia não é afetada pelo condicionamento superficial com ácido fluorídrico (Thompson et al., 2011), que é o tratamento de superfície comumente utilizado para as cerâmicas vítreas. Além disso, a falta de sílica na composição das cerâmicas à base de zircônia não permite a união com o agente silano, o qual é responsável por unir (processo de silanização) materiais vítreos e orgânicos, como os monômeros resinosos utilizados na Odontologia Restauradora. Desta forma, para a cerâmica policristalina são sugeridos vários outros métodos de condicionamento de superfície baseados no condicionamento mecânico ou químico para obter uma adesão aceitável aos cimentos resinosos, como por exemplo, a abrasão a ar (jateamento) da zircônia com partículas de trióxido de alumínio (Al_2O_3), jateamento com partículas de Al_2O_3 revestidas por sílica, uso de plasma frio de argônio e uso de monômeros adesivos específicos. (Canullo et al., 2014; Özcan e Bernasconi, 2015; Kaimal et al., 2017; Khan et al., 2017)

O maior problema encontrado em relação ao tratamento superficial para cimentação das cerâmicas à base de zircônia é que os métodos conhecidos e utilizados atualmente para tratamento de superfície e cimentação com cimentos resinosos, não são adequados para todas as aplicações clínicas, além de terem desconhecidas durabilidades (Thompson et al., 2011), o que depende não só da interação zircônia-cimento-dentina, mas também do sistema de condicionamento de superfície utilizado (micromecânico e/ou químico) e da composição dos cimentos resinosos, além de outros fatores relacionados ao ambiente bucal e às tensões aplicadas. (Moura et al., 2018)

A abrasão a ar utilizando óxido de alumínio (Al_2O_3) é uma forma comum e fácil de se aplicar em ambiente odontológico utilizada para aumentar a retenção mecânica da zircônia, pois melhora a interação entre o adesivo e a cerâmica ao aumentar a energia de superfície e conseqüentemente a molhabilidade do cimento (Thompson et al., 2011; Al-Shehri et al., 2017). Entretanto, estudos mostram que técnicas de abrasão podem criar microtrincas na superfície da zircônia, além de uma possível mudança de fase da tetragonal para a monoclinica na superfície do material, o que diminui sua resistência à fratura. (Campos et al., 2016)

Outra forma comumente utilizada para aumentar a retenção mecânica da zircônia é a utilização de monômeros funcionais, que agem aumentando a adesão de cimentos resinosos através das ligações químicas. (Moura et al., 2018) Um exemplo de monômero muito utilizado é o 10-metacrilóiloxidecil di-hidrogênio fosfato (MDP). O MDP é

produto da reação entre o ácido metacrílico e o ácido fosfórico. Os cimentos contendo esse monômero reagem com os óxidos, o que aumenta a interação com a superfície de zircônia. Entretanto, tem sido reportado que a utilização de unicamente cimentos resinosos contendo esse monômero não traz resultados satisfatórios de união estável com a zircônia, se mostrando necessário, portanto, o uso do MDP combinado com o jateamento com Al_2O_3 . (Bottino et al., 2014; Moura et al., 2018)

2 REVISÃO DA LITERATURA

Inicialmente, a utilização da cerâmica à base de zircônia apresentou-se vantajosa por suas propriedades mecânicas indicadas na reabilitação de pacientes com altas cargas mastigatórias. (Manicone et al., 2007) Entretanto, por ser uma cerâmica denominada policristalina, a zircônia não é afetada pelos métodos tradicionais de tratamento de superfície utilizando ácido hidrofúorídrico, comumente usados para as cerâmicas vítreas. (Chen et al., 1998) Essa característica dificulta a adesão da zircônia aos cimentos resinosos. Foram desenvolvidos, então, métodos buscando aprimorar a resistência de união da zircônia aos cimentos resinosos para que ela permanecesse satisfatória a longo prazo. Entre os métodos estão: a abrasão a ar da superfície da zircônia com partículas de óxido de alumínio (Al_2O_3) e a utilização de condicionadores químicos específicos. (Blatz et al., 2003; Thompson et al., 2011)

2.1 Abrasão com partículas de óxido de alumínio

O aumento de retenção da cerâmica à base de zircônia aos cimentos resinosos produzido pelo jateamento da zircônia com partículas Al_2O_3 , tem relação com o aumento na molhabilidade da cerâmica pelo cimento. (Thompson et al., 2011; Al-Shehri et al., 2017) Isso demonstra a necessidade de avaliar os tipos de cimento e tratamentos utilizados nas cerâmicas à base de zircônia. Pesquisadores também relataram, em um estudo que avaliou os efeitos do jateamento com partículas de óxido de alumínio na resistência da zircônia na simulação do contato oclusal, que os métodos de abrasão de superfície podem causar microtrincas que a longo prazo diminuem o desempenho das restaurações por causar o enfraquecimento da zircônia. (Zhang et al., 2004) Outro estudo comparando 4 marcas de zircônia através de análise cristalográfica e morfológica relatou que a abrasão mecânica com partículas óxido de alumínio pode não aumentar significativamente a rugosidade da superfície de algumas marcas de zircônia comercializadas, porém, esse método de tratamento pode alterar a fase da superfície da zircônia (Inokoshi et al., 2018), o que pode influenciar na resistência e características ópticas da zircônia. Tais achados mostram que é essencial a investigação dos efeitos do jateamento com óxido de alumínio à superfície da cerâmica à base de zircônia.

Em outro estudo, foi avaliada a união de fragmentos de dentina a placas de zircônia por cimentos resinosos com o objetivo de comparar a combinação de tratamentos de superfície da cerâmica utilizados (abrasão mecânica com partículas de óxido de alumínio e condicionamento químico com primers de metal). Sem a abrasão mecânica, os dois tipos

de cimentos apresentaram resultados muito semelhantes. Concluiu-se também que a abrasão mecânica com óxido de alumínio aumentou a resistência de união de ambos os cimentos avaliados. Um resultado a ser destacado é que neste estudo as amostras utilizando cimento à base do monômero 10-metacrilóiloxidecil di-hidrogênio fosfato (MDP) juntamente a abrasão mecânica apresentaram um aumento significativo da resistência de união à superfície de zircônia. (Cavalcanti et al., 2009). Esse resultado é coincidente com outros estudos que indicam as vantagens de aplicar condicionadores com MDP para melhorar a adesão dos cimentos resinosos à zircônia (Blatz et al., 2004, 2010)

2.2 Condicionamento químico com monômeros funcionais

Complementarmente, diversos autores têm, então, estudado os métodos de tratamento da zircônia, os primers, os tipos de cimento utilizados e a resistência de união a curto e longo prazo. O uso de condicionadores químicos contendo monômeros funcionais para aumentar a retenção mecânica da zircônia aos cimentos resinosos através das ligações químicas também é um método frequentemente utilizado. Um dos principais monômeros utilizados é o já citado MDP, que reage com os óxidos da zircônia aumentando a interação com a sua superfície. (Moura et al., 2018) Por outro lado, alguns estudos reportam que a utilização apenas do monômero MDP, sem o prévio jateamento da cerâmica, não traz bons resultados na união de cimentos resinosos à zircônia, sendo essencial o uso do MDP combinado com a abrasão mecânica com partículas de óxido de alumínio. (Bottino et al., 2014; Blatz et al., 2010, 2016)

Com o objetivo de avaliar o efeito desses condicionadores e do envelhecimento artificial por termociclagem na resistência de união por cisalhamento de cimentos resinosos à zircônia translúcida, pesquisadores investigaram primers com diferentes monômeros funcionais. Nesse caso o tratamento a que a zircônia translúcida foi submetida foi apenas o desgaste de sua superfície com lixa d'água de carboneto de silício a fim de deixá-la plana. As amostras condicionadas com primers contendo MDP obtiveram melhores resultados de resistência de união do que outros primers, após serem submetidas à termociclagem. (Yagawa et al., 2018) Isso reafirma a hipótese de que o uso do MDP é eficaz na ligação entre a zircônia e os cimentos resinosos.

Por esses motivos, o uso concomitante da abrasão mecânica e primers ou cimentos contendo monômeros funcionais também é comum e frequentemente descrito. Em um estudo, seis cimentos autoadesivos foram avaliados por pesquisadores em relação a sua adesão à zircônia em amostras com e sem jateamento com óxido de alumínio. Os

resultados do estudo mostraram que todos os cimentos avaliados apresentaram valores de resistência de união mais altos quando as amostras foram submetidas à abrasão da superfície da cerâmica com partículas de óxido de alumínio. Além disso, o cimento contendo o monômero MDP em sua composição apresentou bons resultados quando utilizado sem e também em conjunto à abrasão mecânica prévia da zircônia. (Blatz et al., 2010)

É válido apontar que pesquisas relataram que, apesar de ser considerado um dos melhores monômeros funcionais na adesão de cerâmicas, impurezas presentes em cimentos e primers contendo MDP podem influenciar na união da cerâmica ao substrato. (Yoshihara et al., 2015) Tudo isso demonstra relevância científica dos estudos relacionados a primers e cimentos contendo MDP. Um estudo avaliou o efeito do uso de primers contendo MDP na adesão de cimentos resinosos autoadesivos que continham ou não MDP em sua composição, após a abrasão mecânica de todas as amostras com óxido de alumínio. Os resultados obtidos mostraram que enquanto o uso dos primers com os cimentos sem MDP forneceu aumento significativo na adesão à zircônia, o uso do primer contendo MDP concomitantemente ao cimento contendo MDP em sua composição não causou um aumento significativo na resistência de união, sugerindo que o aumento da concentração de MDP proveniente do uso do primer em conjunto ao cimento com o monômero não trouxe melhorias à adesão. (Go et al., 2019) Em contrapartida, achados de outro estudo mostraram que maiores concentrações de MDP promoveram, sim, uma maior resistência de união. (Nagaoka et al., 2017) Isso também está relacionado à hipótese de que pode haver diferenças na adesão de diferentes cimentos quando submetidos ao mesmo tratamento e condição de tempo de armazenamento.

2.3 Procedimento para cimentação adesiva em zircônia

Diferentes pressões das partículas de óxido de alumínio aplicadas no jateamento da zircônia translúcida foram analisadas por pesquisadores em relação a sua adesão a cimentos resinosos, a fim de avaliar o efeito desse tratamento concomitantemente ou não ao uso de primers, a curto e longo prazo. Os resultados obtidos mostraram que as amostras não jateadas contendo apenas o MDP proveniente de primer ou cimento como forma de ligação não apresentaram adesão satisfatória, enquanto a combinação do MDP à abrasão proporcionou ligação mais confiável. Além disso, a resistência de união variou de acordo com as diferentes pressões aplicadas e tempo de armazenamento. Após o prazo de 150 dias de armazenamento em água, a adesão do grupo jateado com maior pressão diminuiu drasticamente. (Aung et al., 2019) Isso pode estar relacionado com a perda da resistência de união causada pelo longo tempo em armazenamento e pela abrasão excessiva da alta

pressão de jateamento, causando um estresse mecânico à superfície da zircônia, podendo comprometer sua resistência. A avaliação das amostras em longo prazo se mostra interessante para analisar, além da durabilidade de resistência de união entre cimento e cerâmica, as possíveis alterações que o tempo e as condições de armazenamento podem trazer à superfície da zircônia.

Atualmente, o protocolo aceito e utilizado para a cimentação adesiva da zircônia é o jateamento da superfície da cerâmica com partículas de óxido de alumínio de 50 μ m, por entre 10 a 15 segundos, a uma distância de 10mm, aplicadas a uma pressão de 0.3 Mpa, perpendicularmente à superfície da zircônia, seguido da lavagem com água e secagem com jatos de ar por 30 segundos (Grasel et al., 2018; Go et al., 2019; Zhang et al., 2020) Para a cimentação das cerâmicas à base de zircônia o cimento ideal a ser utilizado é o cimento resinoso contendo MDP em sua composição ou na forma de primer, sendo o protocolo para cimentação a aplicação do primer (se necessário), aplicação do cimento seguindo as orientações do fabricante e fotoativação por 40 segundos. (Blatz et al., 2016; Grasel et al., 2018; Moura et al., 2018; Yagawa et al., 2018)

Contudo, os protocolos mais estudados para cimentação de próteses de zircônia tem avaliado o material convencional com baixas propriedades ópticas. O constante desenvolvimento na ciência dos materiais dentários possibilitou relevantes melhorias às propriedades ópticas da zircônia, o que trouxe, em consequência, melhores características estéticas, aumentando a indicação desse material em restaurações na região anterior com maior demanda estética (Stawarczyk et al., 2017), porém, estudos a longo prazo avaliando a eficácia de diferentes sistemas de cimentação na adesão a zircônias translúcidas são ainda escassos.

2.4 Limitações estéticas das cerâmicas cristalinas

Apesar das propriedades mecânicas superiores apresentadas pela zircônia em função de sua composição diferencial resultarem em uma ampla utilização desse material na reabilitação de pacientes com cargas mastigatórias altas (Manicone et al., 2007), a cerâmica à base de zircônia, em sua composição tradicional contendo 3% em mol de óxido de ítrio, possui alta opacidade, o que limita sua utilização em restaurações anteriores, que demandam estética adequada. Essas características ópticas e estéticas insatisfatórias são comumente relacionadas à fase tetragonal da zircônia (Zhang e Lawn, 2018) e às impurezas, como a alumina que apresenta diferente índice de refração, presentes na cerâmica. (Le et al., 2019) Havendo tais limitações, com intuito de uma melhora nas

possibilidades estéticas, foram desenvolvidos novos tipos de cerâmicas à base de zircônia. Assim, de acordo com a evolução em sua composição, a zircônia pode ser dividida em três gerações. A primeira geração de zircônia translúcida é parcialmente estabilizada por ítrio e apresenta alta opacidade, resistência e tenacidade. A segunda geração apresenta melhores propriedades estéticas devido às menores partículas de zircônia em sua composição. Já a terceira geração teve um aumento de óxido de ítrio chegando à porcentagem de mais de 3 mol%, resultando em melhores propriedades ópticas e estéticas. (Stawarczyk et al., 2017)

Sendo assim, a terceira geração da zircônia é estabilizada por maior porcentagem de ítrio e apresenta maior transmissão de luz através do material, possibilitando uma estratificação e translucidez mais semelhantes às características naturais do dente. Isso ocorre devido a maior concentração de fase cúbica da zircônia, que apresenta melhores propriedades ópticas em comparação à zircônia com maior concentração de fase tetragonal. (Baldissara et al., 2010; Guess et al., 2011; Rinke e Fischer, 2013). Apesar dos avanços, ainda existem poucas informações e estudos avaliando a resistência de união de cimentos resinosos à zircônia translúcida, o que reforça a necessidade de um estudo investigando a importância e as consequências do tratamento prévio da zircônia com partículas de óxido de alumínio, do uso de diferentes primers e cimentos contendo MDP e principalmente da avaliação dos tratamentos e cimentação também em longo prazo. O melhor conhecimento de tratamentos, primers e cimentos e do comportamento da cerâmica à base de zircônia possibilita, portanto, uma melhora nas aplicações clínicas de restaurações utilizando esses materiais.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste projeto foi comparar o efeito na resistência de união por cisalhamento de três cimentos resinosos à zircônia, com e sem jateamento com partículas de Al_2O_3 quando é aplicado um agente de união. Foram realizadas avaliações de padrão de fratura e resistência de união por cisalhamento imediata e após 1 ano de armazenamento em água para avaliar o efeito dos tratamentos em longo prazo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Preparo da zircônia

Um disco não sinterizado de zircônia de alta translucidez estabilizada com ítrio (98,5 mm de diâmetro, 14 mm de altura, Katana STML, Kuraray Noritake, Tóquio, Japão), foi seccionado em placas utilizando uma lâmina diamantada de baixa velocidade (Isomet 1000 Precision Saw, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA). As placas obtidas foram sinterizadas em um forno (Cercon Heat Plus, Degudent GmbH, Alemanha) a 10°C/min até uma temperatura final de 1500°C (tamanho de 11,4 mm x 6,2 mm x 1,3 mm após a sinterização) e divididas aleatoriamente em dois grupos. A superfície do primeiro grupo foi tratada com abrasão a ar de partículas usando um jateador (Microetcher II, Danville Engineering, San Ramon, CA, EUA) com partículas de óxido de alumínio (50 µm, Bio-Art, São Carlos, SP, Brasil) por 10s, a 0,25 MPa, a uma distância de 10mm e submetida ao banho de ultrassom por 3 min em água destilada. O segundo grupo não recebeu abrasão a ar.

4.2 Preparo das amostras de cimento resinoso

Trinta placas jateadas e trinta placas não jateadas foram divididas em seis grupos (n = 10), para teste de resistência de união ao cisalhamento de três cimentos resinosos: Panavia V5 (PV5, Kuraray Noritake Dental, Tóquio, Japão), Variolink Esthetic LC (VLC, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) e Panavia SA Cement Universal (PSA, Kuraray Noritake Dental, Tóquio, Japão). Os cimentos testados foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante. Para PV5, uma fina camada de Tooth Primer (Kuraray Noritake Dental, Tóquio, Japão) foi aplicada na placa de zircônia após a aplicação do Clearfill Ceramic Primer Plus (CCPP, Kuraray Noritake Dental, Tóquio, Japão) e antes da aplicação do cimento. Para o VLK foi utilizado o Monobond (MNB, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) antes da aplicação do cimento. O cimento PSA não empregou nenhum primer ou agente de união. Todas as informações sobre a composição dos materiais usados são apresentadas na Tabela 1.

Duas amostras de cimento foram fabricadas em forma de cilindro (1,5 mm de diâmetro; 1,5 mm de altura) na superfície da zircônia tratada utilizando um molde de polivinilsiloxano pesado (Putty Soft, 3M Oral Care, St Paul, MN, EUA). Todas as amostras foram fotopolimerizadas com um diodo emissor de luz de amplo espectro (emitância de 1.478 mW/cm², Valo Cordless, Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA). Em cada placa, um cilindro foi testado após 24 horas e o outro após um ano de armazenamento em

água destilada a 37°C (Fanen, Guarulhos, SP, Brasil). A água utilizada para o armazenamento foi trocada a cada quatro semanas.

Tabela 1 – Informações dos sistemas de cimentação avaliados

(continua)

Produto	Composição	Cor	Lote
Katana Zirconia STML	Óxido de zircônio, óxido de ítrio, pigmentos	A3,5	DNXJG
Monobond N	Solução alcoólica de metacrilato de silano, metacrilato de ácido fosfórico e metacrilato de sulfeto.		X44024
Variolink Esthetic LC (Ivoclar – Vivadent)	Monômeros UDMA, monômeros de metacrilato, carga de trifluoreto de itérbio, carga de esferóide misturada com óxido, Ivocerin®, estabilizadores, pigmentos	Neutral	X43425
Tooth Primer	10-MDP, 2-HEMA, dimetacrilato alifático hidrofílico, aceleradores, água		BM0046
Clearfil Ceramic Primer Plus	3-metacriloxipropil trimetoxissilano, 10-MDP, etanol		3W0025
Panavia V5 (Kuraray Noritake Dental Inc.)	Pasta A: Bis-GMA, TEGDMA, dimetacrilato aromático hidrofóbico, dimetacrilato alifático hidrofílico, iniciadores, aceleradores, massa de vidro de bário silanado, massa de vidro silanado de fluoroalminossilicato Pasta B: Sílica coloidal Bis-GMA, dimetacrilato aromático hidrofóbico, dimetacrilato alifático hidrofílico, massa de vidro de bário silanado, massa de vidro de bário silanado, massa de óxido de alumínio silanado, aceleradores, d-canforquinona, pigmentos	Clear	BG0014

Tabela 1 – Informações dos sistemas de cimentação avaliados

			(conclusão)
Produto	Composição	Cor	Lote
Panavia SA Cement Universal (Kuraray Noritake Dental Inc.)	<p>Pasta A: fosfato de 10-metacrilóiloxidecil di-hidrogénio (MDP), bisfenol A diglicidilmetacrilato (Bis-GMA), dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGDMA), dimetacrilato aromático hidrofóbico, 2-hidroximetacrilato (HEMA), vidro de bário silanizado, sílica coloidal silanizada, canforquinona, peróxido, catalisadores, pigmentos</p> <p>Pasta B: dimetacrilato aromático hidrofóbico, agente de acoplamento de silano, vidro de bário silanizado, óxido de alumínio, fluoreto de sódio (menos de 1%), canforquinona, aceleradores</p>	A2	7W0023

4.3 Resistência de união ao microcissalhamento

Para o teste de resistência de união ao cisalhamento, cada placa foi fixada em um padrão metálico com cola de cianoacrilato (Super Bonder Power Flex, Loctite, São Paulo, SP Brasil) com um acelerador (Zap Zip Kicker, Pacer Technology, Ontário, CA, EUA). O diâmetro de cada cilindro foi medido com paquímetro digital (Mitutoyo Corp., Kawasaki, Japão). O dispositivo de teste foi colocado em uma máquina de teste universal (EZ-test-500N, Shimadzu Co., Kyoto, Japão). Um fio fino (diâmetro de 0,20mm) foi posicionado em torno dos cilindros na interface cimento-zircônia e uma carga de tração (0,5 mm/min) foi aplicada até a falha. A resistência de união máxima foi registrada em Newtons (N) e transformada em megapascal (MPa) dividindo N pela área aderida. Todas as medições foram realizadas por um único operador sem informação do grupo testado.

4.4 Padrão de fratura

Para a análise do padrão de fratura, as placas foram colocadas em um dessecador por 48 horas e suas superfícies foram submetidas à pulverização catódica com ouro (Desk II, Denton Vacuum Inc., NJ, EUA). As amostras foram analisadas através da microscopia eletrônica de varredura (MEV) com ampliação de 35X (JSM IT 300; Jeol,

Tóquio, Japão). As falhas foram classificadas em: (1) falha adesiva entre o cimento e a zircônia, (2) falha coesiva dentro do cimento e (3) falha mista.

4.5 Morfologia da superfície da zircônia

Para análise da morfologia da superfície da zircônia, placas de zircônia adicionais foram sinterizadas e submetidas ou não ao jateamento com partículas de óxido de alumínio, seguindo o protocolo descrito anteriormente. Todos os espécimes foram armazenados em gel de sílica por 24 horas antes do revestimento por pulverização catódica com ouro (Desk II) e examinados em MEV com aumento de 1000X.

4.6 Análise estatística

Os dados para resistência de união foram testados para normalidade e homocedasticidade, confirmados pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene. Os dados de resistência de união foram analisados por ANOVA de três fatores (Cimento * Abrasão por ar * Tempo de armazenamento) e teste post hoc de Tukey LSD ($\alpha = 0,05$). Para a análise do padrão de falha, a taxa de incidência de cada padrão de fratura foi calculada como uma porcentagem para cada grupo.

5 RESULTADOS

A comparação dos resultados de resistência de união após 24 horas e 1 ano de armazenamento em água obtidos no presente estudo podem ser observados na Tabela 2. A análise estatística indicou que os fatores material ($p = 0.0113$), tratamento ($p < 0.0001$) e tempo ($p < 0.0001$), assim como a dupla interação entre material*tratamento ($p = 0.0044$) influenciaram significativamente os resultados.

Tabela 2 – Resistência de união ao cisalhamento dos cimentos avaliados, segundo o tratamento e tempo de armazenamento

cimento	24 horas		1 ano	
	com jateamento*	sem jateamento	com jateamento*	sem jateamento
PV5	23,8 ± 3,6 Aa	12,5 ± 4,0 Ab	19,6 ± 4,6 Aa	5,5 ± 1,0 Ab
VLK	22,1 ± 5,6 Aa	14,3 ± 5,5 Ab	13,6 ± 2,2 Bb	6,4 ± 1,3 Ab
PSA	22,6 ± 3,2 Aa	11,5 ± 2,9 Ab	13,3 ± 2,1 Bb	4,6 ± 0,8 Ab

Nota: Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa. Letras maiúsculas comparam cimentos (Panavia V5, Variolink Esthetic LC e Clearfil SA Cement Universal) no mesmo tempo de armazenamento e tratamento (jateamento ou não), letras minúsculas comparam tempos de armazenamento para o mesmo cimento e tratamento (jateamento ou não). * indica que o jateamento feito nas amostras, independente do cimento e dentro do mesmo tempo de armazenamento, mostrou diferença significativa com relação às amostras não jateadas.

Na avaliação de 24 horas, não houve diferença significativa na resistência de união entre os cimentos avaliados, dentro da mesma condição de tratamento (jateados ou não). Entretanto, na avaliação após um ano, a resistência do PV5 com jateamento foi a maior de todos os grupos. Em relação ao jateamento das amostras, a resistência de união de todos os cimentos analisados foi menor quando a zircônia não foi jateada, para os dois tempos avaliados. Também foi possível observar que dentre as amostras sem jateamento, as de VLK apresentaram valores médios (numéricos) discretamente maiores que as amostras de PV5 e PSA, mas não houve diferença estatística entre os materiais.

Em relação ao tempo e tratamento das amostras, a resistência de união apresentou diminuição significativa após o armazenamento por 1 ano para todos os grupos exceto para o PV5 com jateamento da zircônia, o qual não apresentou queda significativa na resistência de união após o armazenamento prolongado. A Figura 1 representa os resultados percentuais dos padrões de fratura identificados para cada material e tratamento

da zircônia, após a avaliação imediata em 24 horas e ao lado imagens representativas de cada tipo de falha por MEV.

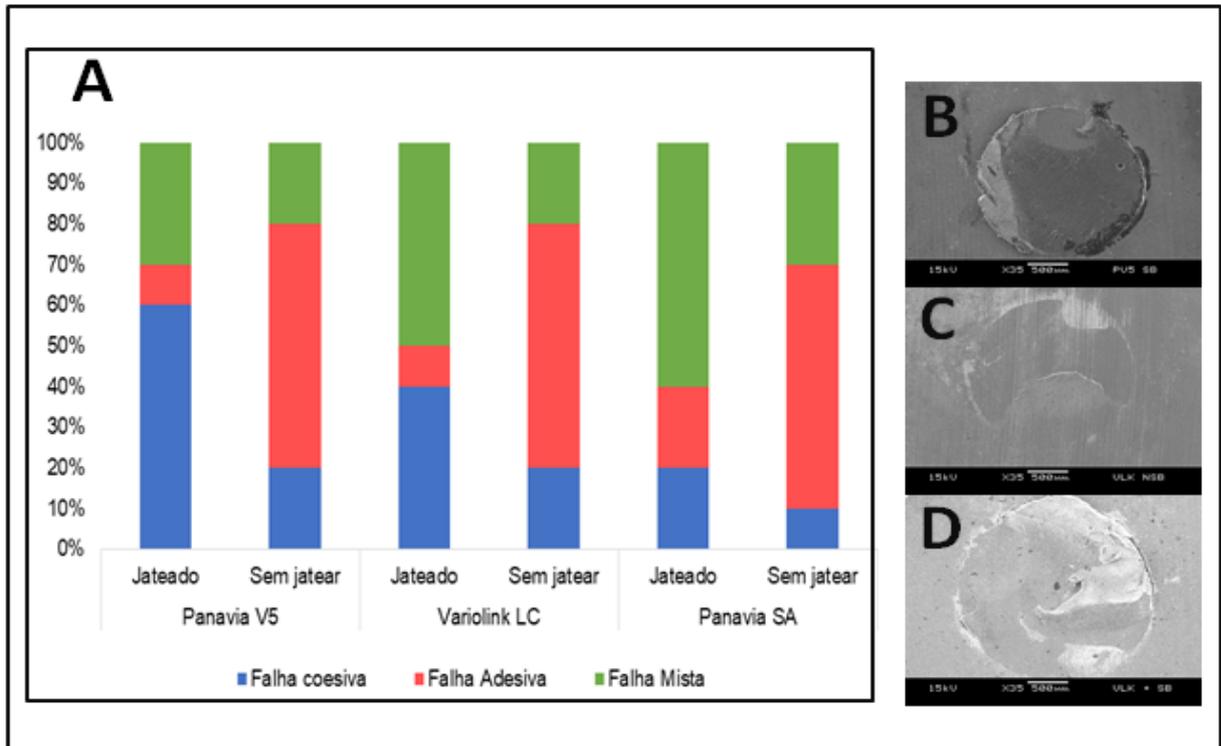


Figura 1 – Gráfico de padrão de fratura ao teste de microcisalhamento para os cimentos avaliados após 24 horas (A); Imagem de falha coesiva (B); Imagem de falha adesiva (C); Imagem de falha mista (D)

Para as amostras analisadas após 24 horas, para todos os cimentos, o padrão de falha quando a zircônia não foi jateada apresentou uma ampla predominância de falha adesiva, a qual ocorre quando há desprendimento praticamente total do cimento resinoso da placa de zircônia com a aplicação da carga. No caso das amostras jateadas, não houve padrão determinante entre os 3 cimentos avaliados, porém para todos os cimentos, a porcentagem de falhas coesivas no cimento resinoso foi maior nas amostras jateadas do que quando não foi feito o jateamento. O PV5 particularmente apresentou maior porcentagem da falha coesiva, o que significa que a maior parte do cimento resinoso permaneceu aderido à placa de zircônia após o teste, ou seja, o cimento sofreu fratura no seu corpo e não se desprendeu totalmente. O VLK mostrou porcentagem semelhante de falhas coesiva e mista e o PSA apresentou maior porcentagem de falha mista com o teste de microcisalhamento em 24 horas. Não foi possível realizar a análise de padrão de fratura das amostras armazenadas por 1 ano devido ao período de paralisação (abril a agosto) referente à pandemia do COVID-19.

A análise da superfície da zircônia com MEV demonstrou notáveis diferenças em sua superfície quando ela não recebeu jateamento (Figura 2) em comparação à superfície jateada com óxido de alumínio (Figura 3).

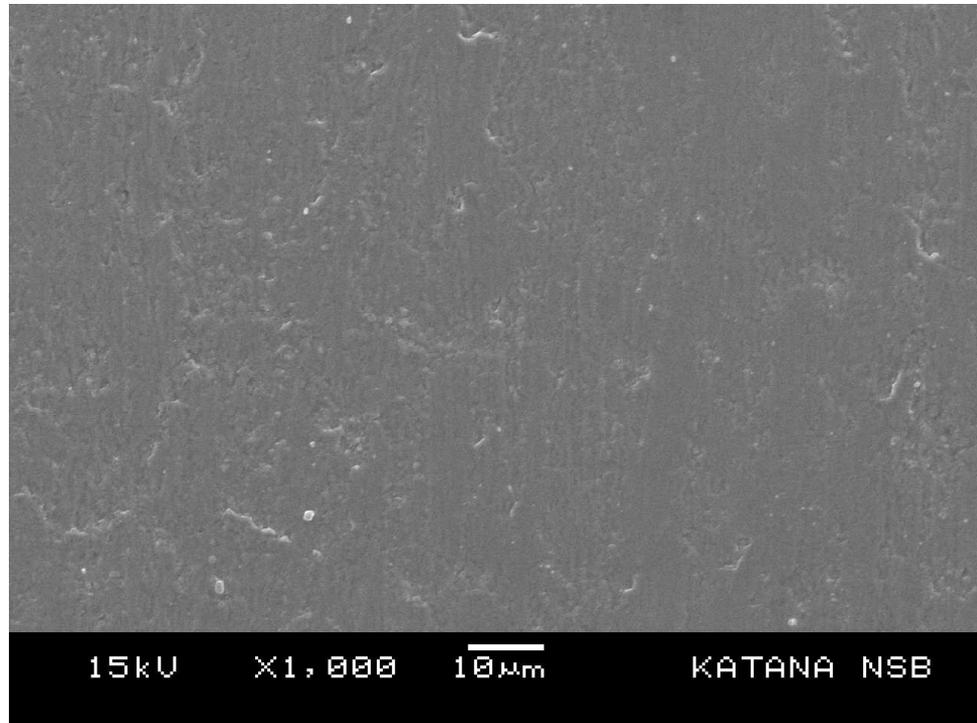


Figura 2 – Imagem de microscopia da superfície da zircônia polida sem tratamento com partículas de óxido de alumínio (aumento de 1000x)

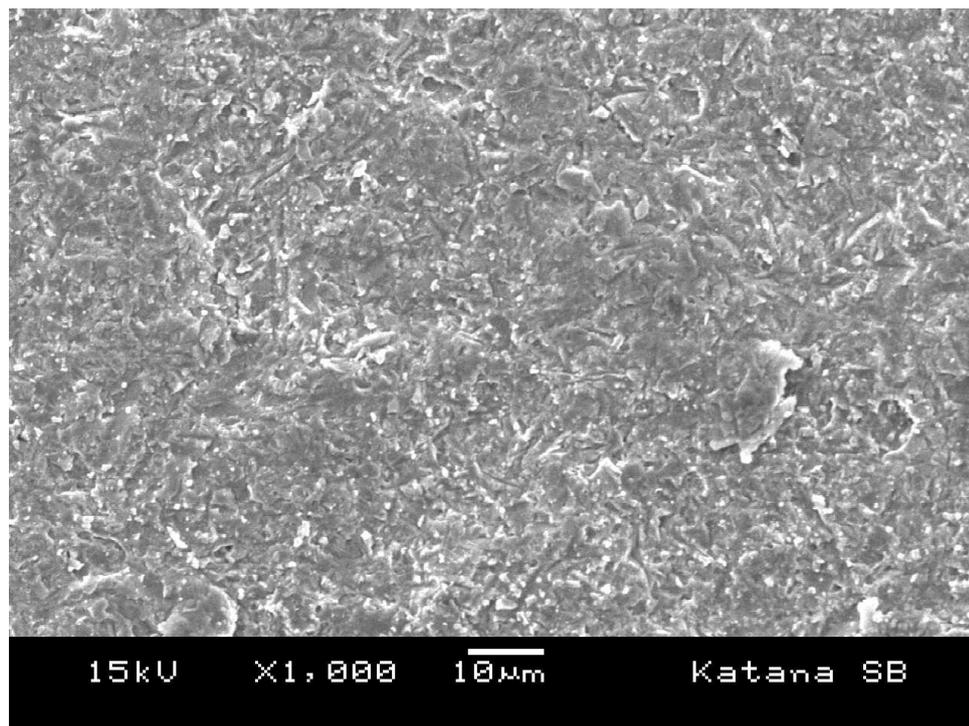


Figura 3 – Imagem de microscopia da superfície da zircônia jateada com partículas de óxido de alumínio de tamanho de 50 µm (aumento de 1000x)

As imagens de microscopia eletrônica de varredura demonstraram que quando a zircônia não é jateada, ela apresenta uma superfície lisa, com poucos defeitos superficiais, enquanto após o jateamento são visíveis micro-rugosidades causadas na zircônia pelo impacto das partículas de Al_2O_3 com a placa, produzindo um aumento na área e rugosidade da superfície.

6 DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos após 24 horas e 1 ano dos cimentos avaliados (PV5, VLK e PSA), pode-se dizer que não houve notável diferença entre eles na resistência de união por cisalhamento na avaliação imediata, porém houve significativa queda nos valores após 1 ano de armazenamento, sendo amostras jateadas ou não. A única exceção se deu para o cimento PV5, que apresentou resultados semelhantes para resistência de união nas amostras jateadas avaliadas imediatamente e após 1 ano.

A capacidade de manter a resistência de união após o armazenamento pode ser resultado do efeito conjunto do jateamento da zircônia com óxido de alumínio (Al_2O_3) que aumenta sua retenção mecânica e conseqüentemente a molhabilidade do cimento (Thompson et al., 2011; Al-Shehri et al., 2017) e a presença do monômero 10-MDP no Ceramic Primer do sistema de cimentação do PV5, que aumenta a interação com a superfície de zircônia devido a sua reação com os óxidos e traz resultados satisfatórios quando usado concomitantemente à técnica de abrasão da cerâmica. (Bottino et al., 2014; Moura et al., 2018) Apesar do cimento PSA também apresentar o monômero 10-MDP em sua composição, esse cimento é do tipo “passo único”, não utilizando condicionadores ou primers, o que pode diminuir a capacidade do MDP de interagir e se ligar à superfície da zircônia e explica o resultado inferior ao obtido pelo PV5.

É importante indicar que para todos os cimentos, nos diferentes tempos de armazenamento avaliados, foram notados maiores valores de resistência de união nas amostras jateadas com óxido de alumínio, quando comparadas com as amostras que só foram tratadas com os condicionadores dos cimentos. Esse resultado pode estar relacionado à perda do efeito de retenção mecânica na zircônia (Thompson et al., 2011; Al-Shehri et al., 2017) e pode sugerir que o efeito da união química atingida com os diferentes cimentos não é tão forte quanto o efeito da associação do jateamento à aplicação dos primers. Isto também é confirmado pela predominância no padrão de fratura no teste de cisalhamento de falhas adesivas, o que significa que houve desprendimento praticamente total do cimento resinoso da placa de zircônia, para as amostras sem jateamento para os 3 cimentos avaliados.

Na avaliação após 24 horas, as amostras jateadas de PV5 e PSA apresentaram valores de resistência de união por cisalhamento discretamente mais altos do que as amostras de VLK. A diferença do VLK com os outros cimentos avaliados é que ele não contém o monômero 10-MDP, e por isso, não tem o benefício de estabelecer ligações químicas. (Moura et al., 2018) Entretanto, dentre as amostras sem jateamento, em ambas

as avaliações (24 horas e 1 ano), as de VLK apresentaram valores discretamente maiores que as amostras de PV5 e PSA, mesmo as últimas apresentando MDP em suas composições. Apesar das diferenças não serem significativas, os resultados podem sugerir que apenas o uso de cimentos ou primers com 10-MDP não produz resultados tão satisfatórios na resistência de união com a zircônia quanto os mostrados pelo uso concomitantemente com técnica de abrasão da zircônia (jateamento com Al_2O_3). (Bottino et al., 2014; Moura et al., 2018)

7 CONCLUSÃO

Apesar dos avanços na ciência dos materiais dentários, o tratamento químico da superfície da zircônia com primer não foi suficiente para superar os resultados de resistência de união obtidos quando primers foram aplicados em conjunto com o jateamento, principalmente quando a zircônia é utilizada para fabricar restaurações que dependem de uma boa adesão.

REFERÊNCIAS*

Al-Shehri EZ, Al-Zain AO, Sabrah AH, Al-Angari SS, Al Dehailan L, Eckert GJ, et al. Effects of air-abrasion pressure on the resin bond strength to zirconia: a combined cyclic loading and thermocycling aging study. *Restor Dent Endod*. 2017 Aug;42(3):206-15. doi: 10.5395/rde.2017.42.3.206.

Aung SSMP, Takagaki T, Lyann SK, Ikeda M, Inokoshi M, Sadr A, et al. Effects of alumina-blasting pressure on the bonding to super/ultra-translucent zirconia. *Dent Mater*. 2019 May;35(5):730-9. doi: 10.1016/j.dental.2019.02.025.

Baldissara P, Llukacej A, Ciocca L, Valandro FL, Scotti R. Translucency of zirconia copings made with different CAD/CAM systems. *J Prosthet Dent*. 2010 Jul;104(1):6-12. doi: 10.1016/S0022-3913(10)60086-8.

Blatz MB, Alvarez M, Sawyer K, Brindis M. How to Bond Zirconia: The APC Concept. *Compend Contin Educ Dent*. 2016 Oct;37(9):611-7.

Blatz MB, Phark JH, Ozer F, Mante FK, Saleh N, Bergler M, et al. In vitro comparative bond strength of contemporary self-adhesive resin cements to zirconium oxide ceramic with and without air-particle abrasion. *Clin Oral Investig*. 2010 Apr;14(2):187-92. doi: 10.1007/s00784-009-0278-0.

Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent*. 2003 Mar;89(3):268-74. doi: 10.1067/mpr.2003.50.

Blatz MB, Sadan A, Martin J, Lang B. In vitro evaluation of shear bond strengths of resin to densely-sintered high-purity zirconium-oxide ceramic after long-term storage and thermal cycling. *J Prosthet Dent*. 2004 Apr;91(4):356-62. doi: 10.1016/j.prosdent.2004.02.001.

Bottino MA, Bergoli C, Lima EG, Marocho SM, Souza RO, Valandro LF. Bonding of Y-TZP to dentin: effects of Y-TZP surface conditioning, resin cement type, and aging. *Oper Dent*. 2014 May-Jun;39(3):291-300. doi: 10.2341/12-235-L.

Campos F, Souza RO, Bottino MA, Özcan M. Fracture Strength, Failure Types, and Weibull Characteristics of Three-Unit Zirconia Fixed Dental Prostheses After Cyclic Loading: Effects of Veneering and Air-Abrasion Protocols. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2016 Nov/Dec;36(6):901-8. doi: 10.11607/prd.2524.

* De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors - Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed.

Canullo L, Micarelli C, Bettazzoni L, Koçi B, Baldissara P. Zirconia-composite bonding after plasma of argon treatment. *Int J Prosthodont*. 2014 May-Jun;27(3):267-9. doi: 10.11607/ijp.3686.

Cavalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Giannini M, Marchi GM. Bond strength of resin cements to a zirconia ceramic with different surface treatments. *Oper Dent*. 2009 May-Jun;34(3):280-7. doi: 10.2341/08-80.

Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. *J Dent*. 1998 Jan;26(1):53-8. doi: 10.1016/s0300-5712(96)00078-4.

Chevalier J. What future for zirconia as a biomaterial? *Biomaterials*. 2006 Feb;27(4):535-43. doi: 10.1016/j.biomaterials.2005.07.034.

Denry I, Holloway JA. *Ceramics for Dental Applications: A Review*. Materials (Basel). 2010 Jan 11;3(1):351-68. doi: 10.3390/ma3010351.

Go EJ, Shin Y, Park JW. Evaluation of the Microshear Bond Strength of MDP-containing and Non-MDP-containing Self-adhesive Resin Cement on Zirconia Restoration. *Oper Dent*. 2019 Jul/Aug;44(4):379-85. doi: 10.2341/18-132-L.

Grasel R, Santos MJ, Rêgo HC, Rippe MP, Valandro LF. Effect of Resin Luting Systems and Alumina Particle Air Abrasion on Bond Strength to Zirconia. *Oper Dent*. 2018 May/Jun;43(3):282-90. doi: 10.2341/15-352-L.

Guess PC, Schultheis S, Bonfante EA, Coelho PG, Ferencz JL, Silva NR. All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. *Dent Clin North Am*. 2011 Apr;55(2):333-52, ix. doi: 10.1016/j.cden.2011.01.005.

Inokoshi M, Shimizu H, Nozaki K, Takagaki T, Yoshihara K, Nagaoka N, et al. Crystallographic and morphological analysis of sandblasted highly translucent dental zirconia. *Dent Mater*. 2018 Mar;34(3):508-8. doi: 10.1016/j.dental.2017.12.008.

Kaimal A, Ramdev P, Shruthi CS. Evaluation of Effect of Zirconia Surface Treatment, Using Plasma of Argon and Silane, on the Shear Bond Strength of Two Composite Resin Cements. *J Clin Diagn Res*. 2017 Aug;11(8):ZC39-43. doi: 10.7860/JCDR/2017/27426.10372.

Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. *J Prosthet Dent*. 1996 Jan;75(1):18-32. doi: 10.1016/s0022-3913(96)90413-8.

Khan AA, Al Kheraif AA, Jamaluddin S, Elsharawy M, Divakar DD. Recent Trends in Surface Treatment Methods for Bonding Composite Cement to Zirconia: A Reveiw. *J Adhes Dent*. 2017;19(1):7-19. doi: 10.3290/j.jad.a37720.

LE M, Larsson C, Papia E. Bond strength between MDP-based cement and translucent zirconia. *Dent Mater J*. 2019 Jun 1;38(3):480-9. doi: 10.4012/dmj.2018-194.

Manicone PF, Rossi Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *J Dent*. 2007 Nov;35(11):819-26. doi: 10.1016/j.jdent.2007.07.008.

Mendonça BC, Negreiros WM, Sebold M, Carvalho AO, Francescantonio MD, Giannini M. Estudo da composição e caracterização dos cristais de zircônias Y-TZP para Odontologia. *Rev. Bras. Odontol*. 2017 Mar;74(1):2-6. doi: 10.18363/rbo.v74n1.p.2.

Moura DMD, do Nascimento Januário AB, de Araújo AMM, de Oliveira Dal Piva AM, Özcan M, Bottino MA, et al. Effect of primer-cement systems with different functional phosphate monomers on the adhesion of zirconia to dentin. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2018 Dec;88:69-77. doi: 10.1016/j.jmbbm.2018.08.003.

Nagaoka N, Yoshihara K, Feitosa VP, Tamada Y, Irie M, Yoshida Y, et al. Chemical interaction mechanism of 10-MDP with zirconia. *Sci Rep*. 2017 Mar 30;7:45563. doi: 10.1038/srep45563.

Özcan M, Bernasconi M. Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent*. 2015 Feb;17(1):7-26. doi: 10.3290/j.jad.a33525.

Rinke S, Fischer C. Range of indications for translucent zirconia modifications: clinical and technical aspects. *Quintessence Int*. 2013;44(8):557-66. doi: 10.3290/j.qi.a29937.

Stawarczyk B, Keul C, Eichberger M, Figge D, Edelhoff D, Lümke N. Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part I. *Quintessence Int*. 2017;48(5):369-80. doi: 10.3290/j.qi.a38057.

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. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.022.

Yagawa S, Komine F, Fushiki R, Kubochi K, Kimura F, Matsumura H. Effect of priming agents on shear bond strengths of resin-based luting agents to a translucent zirconia material. *J Prosthodont Res*. 2018 Apr;62(2):204-9. doi: 10.1016/j.jpor.2017.08.011.

Yoshihara K, Nagaoka N, Okihara T, Kuroboshi M, Hayakawa S, Maruo Y, et al. Functional monomer impurity affects adhesive performance. *Dent Mater*. 2015 Dec;31(12):1493-501. doi: 10.1016/j.dental.2015.09.019.

Zhang X, Liang W, Jiang F, Wang Z, Zhao J, Zhou C, et al. Effects of air-abrasion pressure on mechanical and bonding properties of translucent zirconia. *Clin Oral Investig*. 2020 Aug 11. doi: 10.1007/s00784-020-03506-y.

Zhang Y, Lawn BR, Rekow ED, Thompson VP. Effect of sandblasting on the long-term performance of dental ceramics. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2004 Nov 15;71(2):381-6. doi: 10.1002/jbm.b.30097.

Zhang Y, Lawn BR. Novel Zirconia Materials in Dentistry. *J Dent Res*. 2018 Feb;97(2):140-7. doi: 10.1177/0022034517737483.

ANEXOS

Anexo 1 – Verificação de originalidade e prevenção de plágio

TCC para revisão

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE



CORRESPONDER A TODAS AS FONTES(SOMENTE AS FONTES IMPRESSAS SELECIONADAS)

4%
★ repositorio.unicamp.br
Fonte da Internet

Excluir citações Em
Excluir bibliografia Em

Excluir correspondências Desligado

Anexo 2 – Iniciação Científica



Universidade Estadual de Campinas
Pró-Reitoria de Pesquisa
Programas de Iniciação Científica e Tecnológica
www.prp.unicamp.br | Tel. 55 19 3521-4891

PARECER SOBRE RELATÓRIO FINAL DE ATIVIDADES

Bolsista: ANA VICTÓRIA FRANCISCO MISSIATTO - RA 186148

Orientador(a): Prof.(a) Dr.(a) MARCELO GIANNINI

Projeto: "Efeito do jateamento com óxido de alumínio e tipo de primer na resistência de união de cimentos resinosos à zircônia"

Bolsa: PIBIC/CNPq

Processo: 800240/2018-9

Vigência: 01/08/2019 a 31/08/2020

PARECER

A bolsista realizou as atividades previstas no projeto. Seu desempenho acadêmico no período foi bom.

Conclusão do Parecer:

🟢 Aprovado

Pró-Reitoria de Pesquisa, 9 de novembro de 2020.



Mirian Cristina Marçançola
PRP / PIBIC - Unicamp
Matr. 299062