

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

Karina Silveira de Castro Namorato

**EFEITO DO ENVELHECIMENTO NA RESISTÊNCIA DE SISTEMAS CERÂMICOS
APÓS DIFERENTES TRATAMENTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE SUPERFÍCIE E
AQUECIMENTO DO CIMENTO**

Belo Horizonte

2024

Karina Silveira de Castro Namorato

**EFEITO DO ENVELHECIMENTO NA RESISTÊNCIA DE SISTEMAS CERÂMICOS
APÓS DIFERENTES TRATAMENTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE SUPERFÍCIE E
AQUECIMENTO DO CIMENTO**

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

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

Orientador: Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes

Belo Horizonte

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

N174e Namorato, Karina Silveira de Castro
Efeito do envelhecimento na resistência de sistemas cerâmicos após diferentes tratamentos físico-químicos de superfície e aquecimento do cimento / Karina Silveira de Castro Namorato. Belo Horizonte, 2024.
120 f. : il.

Orientador: Alberto Nogueira da Gama Antunes
Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

1. Cimentação. 2. Cimentos de Resina - Propriedades mecânicas. 3. Cimentos de Resina - Envelhecimento. 4. Óxido de zircônio. 5. Resistência ao cisalhamento. 6. Materiais dentários. 7. Microscopia. 8. Teste de Materiais. I. Antunes, Alberto Nogueira da Gama. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 616.314-08

Ficha catalográfica elaborada por Fabiana Marques de Souza e Silva - CRB 6/2086

Karina Silveira de Castro Namorato

**EFEITO DO ENVELHECIMENTO NA RESISTÊNCIA DE SISTEMAS CERÂMICOS
APÓS DIFERENTES TRATAMENTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE SUPERFÍCIE E
AQUECIMENTO DO CIMENTO**

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

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Profa. Dra. Daniela Araújo Veloso Popoff - UNIMONTES
- 2- Prof. Dr. Neilor Mateus Antunes Braga – UNIMONTES
- 3- Prof. Dr. Silvério de Almeida Souza Torres – UNIMONTES
- 4- Prof. Dr. Diogo de Azevedo Miranda – PUC Minas
- 5- Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 29 de fevereiro de 2024

A tese, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes
Orientador

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

Aos meus filhos Lucas e Davi.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as oportunidades, pela força e tranquilidade nos momentos de fraqueza e dificuldades.

À PUC Minas e ao seu corpo docente que demonstrou estar comprometido com a qualidade e excelência do ensino.

Ao meu marido Rogério e aos meus filhos Lucas e Davi pelo amor, pela presença constante e paciência, sempre me incentivando e dando motivos para continuar.

Aos meus pais Tuca e Mariazinha por todo o amor, educação e exemplo. Aos meus irmãos Hugo e Janaína pela parceria de sempre.

Às queridas Lorrany e Maria Leticia por todo o companheirismo e amizade durante esta jornada. Vocês são especiais e tornaram a caminhada mais leve.

Aos parceiros Jardel, Wendell e Leopoldo por terem fornecido as cerâmicas utilizadas na pesquisa.

Às colegas Stéphanny e Maristele por toda parceria e dedicação na execução do trabalho.

E, agradeço especialmente ao meu orientador, Professor Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes, pelos ensinamentos, generosidade e confiança. Sempre me inspirou na trajetória acadêmica e contribuiu na minha formação como docente e pesquisadora.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

A cerâmica reforçada por zircônia é um material com boas propriedades mecânicas e que tem apresentado grandes melhorias nas suas propriedades estéticas, por isso seu uso tem aumentado bastante nos últimos anos. Por ser uma cerâmica policristalina, apresenta limitações quanto a adesão. O objetivo desse estudo foi avaliar a combinação de métodos de tratamento de superfície físico-químicos (jateamento associado a *primers* contendo a molécula 10-MDP), procedimentos com a tentativa de melhorar as propriedades do material cimentante, como o aquecimento prévio à polimerização, bem como o efeito do envelhecimento na adesão da zircônia. Foi realizado um estudo laboratorial *in vitro*, utilizando fragmentos de cerâmica de zircônia (HT White, Talmax, Brasil) e de dissilicato de lítio (CAD/CAM IPS E.max Ivoclar, Liechtenstein), onde foram cimentados discos de resina Z100 (3M ESPE, EUA). Foram formados 24 grupos de zircônia, de acordo com o tratamento de superfície (com e sem jateamento com óxido de alumínio 32 µm), o *primer* ou adesivo utilizado: (Clearfil SE Bond, KURARAY NORITAKE, JAPÃO; Single Bond Universal, 3M ESPE, EUA e Clearfil Ceramic Primer, KURARAY NORITAKE, JAPÃO), a temperatura do cimento (Nx3 light cure, Kerr, EUA), temperatura ambiente e pré-aquecidos a 69°C, e o momento do ensaio mecânico (48 horas ou 6 meses). E foram formados também 6 grupos de dissilicato, de acordo com o *primer* ou adesivo utilizado (Clearfil SE Bond, KURARAY NORITAKE, JAPÃO; Single Bond Universal, 3M ESPE, EUA e Clearfil Ceramic *Primer*, KURARAY NORITAKE, JAPÃO) e a temperatura do cimento (Nx3 light cure, Kerr, EUA), temperatura ambiente e pré-aquecidos a 69°. Sobre as cerâmicas foram cimentados discos de resina Z100 (3M ESPE, EUA) e todos os conjuntos foram fotopolimerizados por 20 segundos utilizando o aparelho fotopolimerizador Valo (Ultradent, EUA) na potência de 1000 mW/cm² e armazenadas em água destilada até o momento do ensaio mecânico. Após esse período, foi realizado o ensaio mecânico utilizando o teste de resistência ao cisalhamento, na máquina de ensaios universais Emic 500 (Emic Model 500; São José dos Pinhais, Brasil). Após o descolamento a superfície das cerâmicas foram examinadas em microscopia óptica com o objetivo a determinação do padrão de fratura, A análise estatística foi conduzida com o Bioestat (Bioestat 5.0 Software, Brasil) e com o Jamovi (Jamovi Software, Amsterdam, Holanda). Foi possível observar que não houve diferença estatisticamente significativa entre as condições experimentais nas três modalidades de *primer* ou adesivo universal. Também foi observado que o fator jateamento da superfície da cerâmica não produziu aumento dos valores de resistência ao cisalhamento em nenhum dos *primers* ou adesivo universal estudados. Além disso, nas cerâmicas de zircônia, quando o fator envelhecimento foi testado, houve uma perda significativa de adesão nos grupos sem jateamento.

Palavras-chave: Cerâmica. Cimentação. Resistência ao cisalhamento. Zirconia. 10-MDP.

ABSTRACT

Zirconia ceramic is a material with good mechanical properties and has shown great improvements in aesthetic properties, which is why its use has increased significantly in recent years. As it is a polycrystalline ceramic, it has limitations in terms of adhesion. The objective of this study was to evaluate the combination of physicochemical surface treatment methods (blasting associated with *primer* s containing the 10-MDP molecule), procedures with an attempt to improve the properties of the cementing material, such as heating prior to polymerization, as well as the effect of aging on zirconia adhesion. A laboratory study was carried out *in vitro*, using zirconia ceramic fragments (HT White, Talmax, Brazil) and lithium disilicate (CAD/CAM IPS E.max Ivoclar, Liechtenstein), where they were cemented Z100 resin discs (3M ESPE, USA). 24 groups of zirconia were formed, according to the surface treatment (with and without blasting with aluminum oxide 32 μm), the *primer* or adhesive used: (Clearfil SE Bond, KURARAY NORITAKE, JAPAN; Single Bond Universal, 3M ESPE, USA and Clearfil Ceramic Primer, KURARAY NORITAKE, JAPAN), the temperature of the cement (Nx3 light cure, Kerr, USA), room temperature and pre-heated at 69°C, and the time of the mechanical test (48 hours or 6 months). And 6 disilicate groups were also formed, according to the *primer* or adhesive used (Clearfil SE Bond, KURARAY NORITAKE, JAPAN; Single Bond Universal, 3M ESPE, USA and Clearfil Ceramic Primer, KURARAY NORITAKE, JAPAN) and the cement temperature (Nx3 light cure, Kerr, USA), room temperature and preheated to 69°. Discs of Z100 resin (3M ESPE, USA) were cemented onto the ceramics and all sets were light-cured for 20 seconds using the Valo light-curing device (Ultradent, USA) at a power of 1000 mW/cm² and stored in distilled water until the moment of mechanical test. After this period, the mechanical test was carried out using the shear resistance test, on the Emic 500 universal testing machine (Emic Model 500; São José dos Pinhais, Brazil). After detachment, the surface of the ceramics were examined under optical microscopy with the aim of determining the fracture pattern. Statistical analysis was conducted with Bioestat (Bioestat 5.0 Software, Brazil) and Jamovi (Jamovi Software, Amsterdam, Netherlands). It was possible to observe that there was no statistically significant difference between the experimental conditions in the three types of primer or universal adhesive. It was also observed that the blasting factor of the ceramic surface did not produce an increase in shear strength values in any of the primer s or universal adhesives studied. Furthermore, in zirconia ceramics, when the aging factor was tested, there was a significant loss of adhesion in the groups without sandblasting.

Keywords: Zirconia. Adhesive cementation. Surface treatment. 10 MDP. Bond strength.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fragmento de Zircônia pré-sinterizados, pós sinterização e sendo embutido em resina acrílica em uma junta de PVC.....	43
Figura 2: Fragmento de Zircônia embutido em resina acrílica em junta de PVC .	44
Figura 3: Discos de resina composta utilizados	44
Figura 4: Discos de resina cimentados no fragmento de cerâmica	49
Figura 5: Ensaio mecânico na máquina de ensaios universais Emic 500	51
Figura 6: Corpos de prova após descolamento dos discos de resina	52
Figura 7: Microscopia ótica dos padrões de fratura encontrados.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Materiais utilizados	45
Quadro 2: Grupos de zircônia de acordo com o tratamento de superfície, o <i>primer</i> ou adesivo utilizado, a temperatura do cimento e o tempo de envelhecimento	47
Quadro 3: Grupos de dissilicato de lítio com de acordo com o tratamento de superfície, o <i>primer</i> ou adesivo e a temperatura do cimento.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	Graus Celsius
µm	Micrometro
3Y-TZP	Zircônia Policristalina Tetragonal Estabilizada por Ítrio 3%
4Y-TZP	Zircônia Policristalina Tetragonal Estabilizada por Ítrio 4%
5Y-TZP	Zircônia Policristalina Tetragonal Estabilizada por Ítrio 5%
6Y-TZP	Zircônia Policristalina Tetragonal Estabilizada por Ítrio 3%
10-MDP	10-Metacriloxidecil dihidrogênio fosfatado
Al ₂ O ₃	Óxido de Alumínio
Cad/Cam	Desenho e processamento assistido por computador
CO ₂	Dióxido de carbono
H	Horas
HF	Ácido fluorídrico
mJ	Microjoule
mm	Milímetro
Mpa	Mega Pascal
mW/cm ²	Miliwatts por Centímetro Quadrado
N	Newtons
N	Número de amostras por grupo
RC	Resina composta
Y-TZP	Zircônia Policristalina Tetragonal Estabilizada por Ítrio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	Cerâmicas odontológicas	23
2.2	Cerâmicas reforçadas por zircônia	24
2.3	Cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio.....	26
2.4	Tratamentos de superfície da zircônia.....	27
2.4.1	<i>Jateamento com óxido de alumínio</i>	27
2.4.2	<i>10-MDP</i>	28
2.4.3	<i>Métodos físico-químicos</i>	29
2.5	Aquecimento material cimentante	36
3	HIPÓTESES	39
4	OBJETIVOS	41
4.1	Objetivo geral.....	41
4.2	Objetivos específicos	41
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	43
6	ARTIGO CIENTÍFICO 1.....	53
7	ARTIGO CIENTÍFICO 2.....	79
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
	REFERÊNCIAS	103
	ANEXO A - Produção intelectual durante o Curso de Doutorado	109

1 INTRODUÇÃO

Desde a segunda metade do século 20, a odontologia vem enfrentando desafios para atender o aumento das demandas estéticas (Chatterjee; Ghosh, 2022). Especialmente nas últimas décadas, essas necessidades levaram à superação progressiva das próteses metalocerâmicas e levaram a um foco nas restaurações livres de metal (Comino-Garayoa *et al.*, 2021).

A partir da década de 70, a introdução da tecnologia de sistemas de desenho e processamento assistidos por computador (CAD/CAM), tem ajudado a simplificar a fabricação de próteses dentárias, contribuindo ainda mais para o uso de materiais restauradores cerâmicos em substituição às coroas e próteses fixas com infraestruturas metálicas. Além disso, a evolução constante dessa tecnologia tem permitido o uso de blocos monolíticos, fabricados industrialmente sob rígido controle, que garantem menor presença de falhas internas, otimização do tempo de trabalho e preparos dentais mais conservadores (Fathi *et al.*, 2023; Kim *et al.*; 2022; Mirt *et al.*, 2024; Miyazaki *et al.*, 2013; Shishido *et al.*, 2023).

As cerâmicas de zircônia tetragonal parcialmente estabilizada com ítrio possuem características desejáveis como uma boa estética, propriedades mecânicas, além de serem biocompatíveis (De-Paula *et al.*, 2017; Kim *et al.*; 2022; Lima *et al.*, 2019; Nagaoka *et al.*, 2017; Souza *et al.*, 2010; Yue *et al.*, 2019). Essas cerâmicas com alto teor cristalino são utilizadas como material de infraestrutura e em coroas monolíticas sobre dentes e implantes, permitindo restaurações sem metal de performance clínica mais previsível (Miyazaki *et al.*, 2013). Contudo, pela baixa proporção de fase vítrea e baixa quantidade de dióxido de silício, nem o condicionamento com ácido fluorídrico nem a silanização resultam em uma boa ligação entre o material restaurador e os cimentos resinosos (Koko *et al.*, 2020; Miragaya *et al.*, 2011).

A possibilidade de união química e mecânica estáveis entre a superfície da zircônia e os cimentos resinosos aumentaria ainda mais suas aplicações clínicas. Apesar de não existir um tratamento de superfície consagrado para a zircônia tal qual as cerâmicas que contém silício na composição, que são tratadas por ácido fluorídrico (HF) e silano. Diferentes procedimentos já foram propostos para modificar a superfície da zircônia e aumentar a resistência de união aos materiais resinosos. Porém esses tratamentos individualmente não se mostram eficientes para gerar uma união

confiável de longo prazo entre o cimento e a zircônia, levando a crer que a combinação de métodos de pré-tratamento pode ser aconselhável antes da cimentação (Fathi *et al.*, 2023; Komine; Blatz; Matsumura, 2010; Llerena-Icochea *et al.*, 2017).

Uma técnica alternativa seria uma combinação de jateamento e pré-tratamento químico, que poderia aumentar a força de ligação entre a zircônia e os cimentos à base de resina (Comba *et al.*, 2021; Comino-Garayoa *et al.*, 2021; Fathi *et al.*, 2023; Khanlar *et al.*, 2022; Lima *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2019).

É de grande interesse estudar diferentes métodos de tratamento das cerâmicas de zircônia, e principalmente avaliar a qualidade da adesão a longo prazo, após situações que simulem o envelhecimento. Este método deve ser, preferencialmente, simples e ao alcance de todos os clínicos. Sendo assim, justifica-se a execução de estudos para avaliar a combinação de métodos de tratamento de superfície físico-químicos (jateamento associado a diferentes *primers* e adesivo contemporâneos que apresentam em sua composição a molécula 10-metacrilóiloxidecil dihidrogenofosfato -10-MDP), bem como procedimentos com a tentativa de melhorar as propriedades do material cimentante, como o pré-aquecimento antes da polimerização. Sendo assim, o presente estudo investigou diferentes métodos de tratamento da superfície da cerâmica reforçada por zircônia, buscando compreender a qualidade desse material a longo prazo. Considerando que o alcance da adesão deve vir de procedimentos simples e acessíveis a todos os clínicos, combinações de métodos foram propostos para teste.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cerâmicas odontológicas

Atualmente há uma grande demanda por trabalhos protéticos totalmente livres de metal. As cerâmicas odontológicas são materiais com alto potencial estético devido à sua capacidade de mimetizar a estrutura dentária. Esses materiais têm sido amplamente utilizados devido à sua excelente estética, imitando adequadamente as estruturas dentárias, boa estabilidade química e resistência mecânica alta, para resistir às forças oclusais (Bacchi; Cesar, 2022; Da Rosa *et al.*, 2022; Peng; Wang, 2021). Desde que as cerâmicas dentárias começaram a ser utilizadas de forma mais eficiente, no início da década de 60, como materiais de revestimento de estruturas metálicas, diversas melhorias foram feitas em sua composição e métodos de processamento, resultando em uma evolução significativa de suas propriedades e um aumento gradual em suas indicações clínicas (Bacchi; Cesar, 2022). A atenção da pesquisa científica tem se concentrado nesses materiais, principalmente no dissilicato de lítio e na zircônia, a fim de esclarecer suas propriedades, indicações e limitações (Zarone *et al.*, 2019).

O sucesso clínico das restaurações indiretas não depende apenas do conhecimento e manuseio correto do material, é amplamente dependente de uma ligação forte e estável entre os materiais cerâmicos, os sistemas adesivos e os tecidos dentários. Adesão confiável e integridade marginal são essenciais para a durabilidade de restaurações cerâmicas (Lima *et al.*, 2019; Llerena-Icochea *et al.*, 2017; Miragaya *et al.*, 2011; Miyazaki *et al.*, 2013).

Um dos desafios na odontologia continua sendo a obtenção de uma adesão durável, que leva ao sucesso clínico das restaurações cerâmicas. O aumento da resistência de união depende de vários fatores, incluindo os tratamentos de superfície, o sistema adesivo e o processo de cimentação. Entre os vários tipos de cerâmica, a zircônia e o dissilicato de lítio têm ganhado atenção devido a suas características favoráveis (Koko *et al.*, 2020).

2.2 Cerâmicas reforçadas por zircônia

Com a introdução da zircônia na odontologia, surgiram maiores possibilidades no campo das restaurações indiretas (Chatterjee; Ghosh, 2022). Zircônia é um óxido cristalino de zircônio e possui boas propriedades mecânicas, óticas e biológicas (Kongkiatkamon *et al.*, 2023). É amplamente utilizada para restaurações dentárias por causa de suas propriedades mecânicas superiores e biocompatibilidade. Até recentemente sofria de duas deficiências principais: faltava translucidez e estava associada a infiltrações marginais devido a limitações na sua adesão (Kim *et al.*; 2022). Recentemente, houve melhorias significativas nos biomateriais restauradores, incluindo a zircônia, e na produção de grandes variedades para restaurações protéticas em odontologia (Kongkiatkamon *et al.*, 2023). O desenvolvimento recente de zircônia monolítica altamente translúcida, com melhorias estéticas tornou essas restaurações uma alternativa mais viável às restaurações cerâmicas, principalmente pelo fato de exibirem uma alta resistência à fratura (Kim *et al.*; 2022). As cerâmicas de zircônia tetragonal parcialmente estabilizadas com ítrio (Y-TZP) possuem várias propriedades vantajosas, como sua estética agradável, alta tenacidade à fratura, alto desempenho mecânico, alta resistência à flexão e biocompatibilidade adequada (De-Paula *et al.*, 2017; Kongkiatkamon *et al.*, 2023; Lima *et al.*, 2019; Nagaoka *et al.*, 2017; Souza *et al.*, 2010; Yue *et al.*, 2019;).

Nas últimas décadas, tem havido uma evolução contínua de novas gerações de zircônia, variando em composição, translucidez e propriedades mecânicas, para atender situações clínicas de forma mais abrangente (Mirt *et al.*, 2024). A zircônia pura e natural possui três fases estáveis, dependendo da temperatura, monoclinica, tetragonal e cúbica. A fase monoclinica é predominante em temperatura ambiente e com o aumento de temperatura (1170°C) ou degradação em baixa temperatura, transforma-se na forma tetragonal. Com o envelhecimento, envelhecimento hidrotérmico ou aumentando ainda mais a temperatura (2370°C), ocorre a transformação progressiva para a fase monoclinica (Kongkiatkamon *et al.*, 2023). Muitas vezes vários elementos como Ítrio, cério, cálcio e magnésio são dissolvidos na zircônia para torná-la mais estável em temperatura ambiente, estabilizando a fase tetragonal, evitando a transformação das fases tetragonal e cúbica para a fase monoclinica durante o resfriamento após a sinterização. A Zn utilizada na odontologia

é classificada por subtipos, dependendo da concentração de ítrio (Kongkiatkamon *et al.*, 2023; Shishido *et al.*, 2023).

A Zn 3 YTZP, estabilizada com ítrio a 3%, é composta principalmente por uma fase tetragonal e possui maior resistência a flexão e tenacidade à fratura entre as cerâmicas odontológicas. Para melhorar a translucidez, foram introduzidas cerâmica de zn estabilizadas por ítrio com 4,5 % a 6% (4YTZP, 5YTZP e 6YTZP). Modificações na composição, métodos de processamento e aumento no teor de ítrio e fase cúbica tem sido apresentados como opções viáveis para melhorar a translucidez das zircônias (Benalcázar-Jalkh *et al.*, 2023). Esse aumento na concentração de ítrio aumenta a fase cúbica, gerando grãos maiores que os da fase tetragonal, reduzindo a birrefringência nos limites dos grãos, com consequente aumento na translucidez. (Bacchi; Cesar, 2022; Kongkiatkamon *et al.*, 2023; Shishido *et al.*, 2023; Zarone *et al.*, 2019). A Zn com menor teor de ítrio tem melhores propriedades mecânicas e menos translucidez, enquanto as com maior teor de ítrio tem mais translucidez e propriedades mecânicas inferiores (Benalcázar-Jalkh *et al.*, 2023; Shishido *et al.*, 2023). Suas propriedades mecânicas são atribuídas a transformação de fase (tetragonal para monoclinica) induzidas por estresse mecânico. Essa transformação acompanhada pela expansão de volume da rede cristalina gera tensão compressiva que impede a propagação de trincas, processo conhecido por tenacificação por transformação induzida por tensão (Bacchi; Cesar, 2022; Badami *et al.*, 2014; Kongkiatkamon *et al.*, 2023; Shishido *et al.*, 2023). Essa característica da zircônia a enquadra em uma categoria de materiais considerados inteligentes. O comportamento inteligente ocorre quando um material pode sentir um estímulo do seu ambiente e reagir a ele de uma maneira útil, confiável, reproduzível e geralmente reversível (Badami *et al.*, 2014).

Devido à microestrutura policristalina sem vidro na zircônia, e à sua inércia química, a adesão em cerâmicas de Zn é mais difícil do que à cerâmica à base de sílica (Khanlar *et al.*, 2022). O protocolo para cimentação de superfícies cerâmicas vítreas à base de sílica é bem definido. Já a zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio ainda tem protocolos com diretrizes controversas (Comino-Garayoa *et al.*, 2021; Lima *et al.*, 2019; Miragaya *et al.*, 2011). Essa cerâmica tem baixa proporção de fase vítrea e não contém dióxido de silício, por isso nem o condicionamento ácido nem a silanização resultam em uma boa ligação entre esse material e os cimentos resinosos (Miragaya *et al.*, 2011). O grande conteúdo de policristais confere estabilidade química à zircônia reduzindo assim a reatividade com

ácidos. É difícil estabelecer uma ligação físico-química durável devido às suas superfícies inertes e à dificuldade de criar microrretenção na superfície densamente sinterizada. As estruturas altamente cristalinas fornecem uma resistência ao ácido e a estrutura livre de sílica e vidro não pode formar uma rede de siloxilano com agentes de acoplamento silano (De-Paula *et al.*, 2017; Go; Shin; Park, 2019; Nagaoka *et al.*, 2017; Skienhe *et al.*, 2018).

Diante da necessidade de um protocolo que resulte em uma adesão mais confiável, diferentes procedimentos foram propostos para modificar a superfície interna da zircônia e aumentar a resistência de união à estrutura subjacente, como por exemplo asperização com instrumentos rotatórios e pontas diamantadas, irradiação com laser de érbio, jateamento com óxido de alumínio de diferentes tamanhos de partículas (antes ou depois da sinterização), revestimento triboquímico com sílica. Todos os métodos buscam melhorar o intertravamento micromecânico através do aumento da rugosidade de superfície (Comino-Garayoa *et al.*, 2021; Khan *et al.*, 2017; Lima *et al.*, 2019; Llerena-Icochea *et al.*, 2017; Nagaoka *et al.*, 2017; Şanlı *et al.*, 2015). No entanto um método de adesão à resina ainda não foi estabelecido (Kim *et al.*; 2022).

2.3 Cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio

O dissilicato de lítio é uma vitrocerâmica composta por uma quantidade relevante de fase vítrea, reforçada por cristais, aproximadamente 70% (Bacchi; Cesar, 2022). Se destaca entre as cerâmicas vítreas por apresentar melhores propriedades ópticas, físicas e mecânicas, uma grande resistência a flexão e à fratura, permitindo seu uso desde em preparos minimamente invasivos até em próteses parciais fixas posteriores múltiplas (Bacchi; Cesar, 2022; Diniz *et al.*, 2019; Koko *et al.*, 2020; Zarone *et al.*, 2019). Apresenta resultados estéticos favoráveis combinados com uma resistência superior (Prochnow *et al.*, 2018).

Devido a presença de sílica em sua composição, é considerada uma cerâmica sensível a ácido fluorídrico (Zarone *et al.*, 2019) e possui uma alta resistência de adesão ao substrato devido a mecanismos de ligação micromecânicos e químicos. (Da Rosa *et al.*, 2022; Diniz *et al.*, 2019; Lima *et al.*, 2022). O intertravamento micromecânico entre a cerâmica e o cimento se deve pela criação de micro

irregularidades superficiais por meio de ataque ácido e/ou tratamentos físicos como jateamento (Zarone *et al.*, 2019).

Para as vitrocerâmicas até o momento o ataque com ácido fluorídrico é o procedimento mais bem estabelecido a ser realizado de acordo com protocolos validados (Da Rosa *et al.*, 2022; Diniz *et al.*, 2019; Lima *et al.*, 2022; Prochnow *et al.*, 2018). O ataque ácido dissolve a parte vítrea, expondo a estrutura cristalina com consequente criação de uma superfície rugosa para retenção micromecânica, aumentando a molhabilidade (Lima *et al.*, 2022), e a energia superficial antes da aplicação do silano, criando uma condição favorável de reatividade química (Prochnow *et al.*, 2018).

Essa ligação adesiva é eficientemente aumentada pelo silano, garantindo uma interação química entre o agente à base de resina e a cerâmica, obtida formando fortes ligações siloxanicas (Zarone *et al.*, 2019).

O silano é um eficaz promotor de adesão. Possui moléculas bifuncionais que atuam como elo proporcionando interação química entre as partículas cerâmicas inorgânicas (sílica presente na cerâmica vítrea) e a fase orgânica do cimento resinoso (Da Rosa *et al.*, 2022; Lima *et al.*, 2022). A modificação na energia livre de superfície da cerâmica após o condicionamento ácido tem um consequente aumento na molhabilidade após a aplicação do silano (Diniz *et al.*, 2019). Essa forte interação gera uma unidade consistente que proporciona ótima distribuição de tensão sobre a restauração, melhorando suas propriedades mecânicas (Da Rosa *et al.*, 2022). O intertravamento mecânico e a reatividade química proporcionados pelos tratamentos consolidados de superfície, garantirão ligação efetiva de longo prazo (Prochnow *et al.*, 2018).

2.4 Tratamentos de superfície da zircônia

2.4.1 Jateamento com óxido de alumínio

O jateamento é considerado um passo importante para adesão adequada ao cimento resinoso. A aplicação do jato com óxido de alumínio resulta em um aumento da rugosidade superficial acompanhada da perda de material da superfície. A rugosidade se deve à transição da fase tetragonal para monocíclica resultando em tensão e tração e ruptura. O processo abrasivo remove as camadas contaminadas

soltas, aumenta a área de superfície disponível para colagem e melhora a molhabilidade do material de cimentação (Khan *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2019). Existe uma preocupação com falhas superficiais produzidas por partículas que podem se tornar fonte de concentração de estresse e acelerar o desenvolvimento de falhas clínicas. Os pontos de tensão concentrada podem desencadear rachaduras e fraturas (Khan *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2019).

De acordo com Mirt *et al.* (2024), o jateamento melhora a resistência de união entre a cerâmica de zircônia e o cimento resinoso, criando uma rugosidade superficial e promovendo longevidade e sucesso clínico. Além disso, afirma que o jateamento demonstrou melhoria nas propriedades mecânicas e estabilidade ao envelhecimento das 3YTZP.

O uso de abrasão de superfície da zircônia com pontas diamantadas tem sido extensamente estudado, mas sua influência na ligação zircônia – resina ainda não foi suficientemente esclarecida (Kim *et al.*; 2022).

A partir da hipótese de que a abrasão a ar (jateamento com óxido de alumínio) antes e depois da sinterização da zircônia poderia fornecer maior resistência de união na interface zircônia-cimento resinoso, bem como um aumento na resistência à flexão de curto prazo, Abi-Rached *et al.* (2015) realizaram um estudo *in vitro* com o propósito de avaliar o efeito do jateamento antes e depois da sinterização na caracterização da superfície da zircônia tetragonal estabilizada por ítrio (rugosidade, morfologia e transformação de fase), resistência à flexão e resistência ao cisalhamento a um cimento resinoso. Concluíram que o jateamento da zircônia com óxido de alumínio, independentemente da ordem em que é realizado, fornece transformação tetragonal para monoclinica, enquanto a sinterização tende a zerar o conteúdo da fase monoclinica. Além disso, considerando a ligação adesiva de curto prazo e a resistência à flexão, o jateamento antes e depois da sinterização, quando usado em combinação, apresentou o melhor desempenho.

2.4.2 10-MDP

Atualmente acredita-se que o método baseado em 10-MDP seja a estratégia mais apropriada para aumentar a resistência de união zircônia-cimento resinoso sendo considerada uma abordagem promissora para melhorar a ligação química,

retenção e estabilidade das restaurações de zircônia (Chatterjee; Ghosh, 2022; Khanlar *et al.*, 2022; Kim *et al.*, 2022; Nagaoka *et al.*, 2017).

Souza *et al.* (2010) avaliaram o efeito de *primers* sistemas de cimentação e envelhecimento na resistência de união de substratos de óxido de zircônio. Concluíram que a aplicação de *primer* contendo MDP pode aumentar a resistência de união entre o substrato de zircônia plano e liso. Os cimentos a base de MDP não foram capazes de aumentar a resistência de união à zircônia. As amostras envelhecidas apresentaram uma menor resistência de união.

Nagaoka *et al.* (2017) avaliaram a interação química e demonstraram os mecanismos de coordenação entre o MDP e o óxido zircônio. Testes de resistência ao cisalhamento foram conduzidos para determinar o efeito da concentração do MDP na eficácia da ligação à zircônia. Concluíram que concentrações mais altas de MDP produziram forças de ligação significativamente maiores com uma clara dependência da concentração.

Llerena-Iconchea *et al.* (2017) também avaliaram a influência de adesivos com diferentes concentrações de MDP na resistência do cimento resinoso à zircônia, utilizando adesivos comercialmente disponíveis e adesivos experimentais com acréscimos de diferentes concentrações de MDP. Três adesivos comercialmente disponíveis foram avaliados: Single Bond Universal, Single Bond 2 e Signum Zirconia Bond. Foi sugerido que os monômeros MDP são necessários para obter ligação com materiais cerâmicos policristalinos resistentes a ácidos, como a zircônia. Esses monômeros podem interagir com óxidos metálicos, permitindo a ligação química de óxidos cerâmicos com ou sem um agente de acoplamento adicional. Os maiores valores de resistência ao cisalhamento foram obtidos com Signum Zirconia Bond e Single Bond Universal e não houve diferenças estatísticas entre os adesivos experimentais.

2.4.3 Métodos físico-químicos

Novas técnicas de modificação de superfície abriram uma infinidade de opções de tratamento. No entanto, esses tratamentos individualmente não são suficientes para gerar uma ligação confiável de longo prazo entre o cimento e a zircônia. Portanto uma combinação de métodos de pré-tratamento é imprescindível (Khan *et al.*, 2017; Llerena-Icochea *et al.*, 2017). Uma técnica alternativa deve conter uma interação

química entre a zircônia e o sistema de cimentação sem exigir danos mecânicos (Skienhe *et al.*, 2018). A combinação de jateamento e pré-tratamento químico aumentou a força de ligação entre a zircônia e os cimentos à base de resina (Lima *et al.*, 2019).

Para Blatz *et al.* (2016) ter protocolos de cimentação confiáveis é fundamental para o sucesso clínico das restaurações indiretas de cerâmica, incluindo aquelas produzidas em zircônia. Baseado em décadas de pesquisa sobre como obter resistências de união duráveis a longo prazo, descrevem nesse trabalho o conceito APC de ligação de zircônia, que se baseia em três etapas práticas: (A) abrasão das partículas de ar – jateamento, (P) *primer* de zircônia, que normalmente contém monômeros de fosfato adesivos como o MDP e (C) cimentos resinosos autopolimerizáveis. Essa combinação seria capaz de fornecer resistências de ligações altas e duráveis entre a zircônia e o cimento resinoso.

Pesquisas tem se concentrado no uso de *primers* e cimentos contendo monômeros de fosfato que tem afinidade por óxidos de metal, sendo o 10-MDP um dos monômeros mais utilizados (Llerena-Icochea *et al.*, 2017). O 10-MDP é um monômero adesivo funcional amplamente utilizado em odontologia, conhecido por ser capaz de se ligar quimicamente a diferentes substratos como dentina, cerâmica e metal, além de permitir reparo intra-oral (Santos *et al.*, 2019). Os grupos fosfato do monômero MDP reagem quimicamente com os grupos hidroxila da zircônia, aumentando consequentemente a resistência de união por um período mais longo (Go; Shin; Park, 2019). A ligação do 10-MDP com a zircônia não é apenas iônica, mas também uma ligação de hidrogênio. O 10-MDP é um monômero funcional ácido que possui um grupo éster de fosfato que se liga diretamente à óxidos de metal como o óxido zircônio (Şanlı *et al.*, 2015).

Miragaya *et al.* (2011) investigaram a influência de quatro tratamentos de superfície na resistência de união de um cimento resinoso autoadesivo a um material cerâmico de zircônia estabilizada com ítrio. Utilizaram jateamento com óxido de alumínio, *primer* contendo MDP, condicionamento com o sistema Rocatec e foram realizados testes de microcisalhamento após as amostras serem armazenadas por 24 horas em água a 37. Concluíram que o cimento autoadesivo apresentou melhor adesão que o cimento resinoso convencional. O uso de *primer* contendo MDP parece ser uma alternativa mais confiável para aumentar a resistência de união com zircônia.

E o *primer* com MDP pode aumentar a força de união entre o cimento autoadesivo e o material restaurador de cerâmica de zircônia estabilizada por ítrio.

Ozcan e Bernasconi (2015) realizaram uma revisão sistemática com metanálise analisando o potencial de adesão de agentes de cimentação à base de resina e ionômero de vidro à zircônia, com o objetivo de destacar os possíveis fatores dominantes que afetam os resultados de resistência de união a esse substrato. Obtiveram uma amostra final de 52 estudos sendo que 169 métodos condicionantes foram investigados. Chegaram à conclusão de que o aumento da adesão pode ser esperado após o condicionamento físico-químico da zircônia e que cimentos resinosos à base de MDP tendem a apresentar resultados superiores aos outros tipos de cimento em testes de micro e macro tração. Ressaltam, porém, que estudos de adesão em zircônia requerem mais padronização.

Le, Larsson e Papiá (2019) avaliaram a força de união entre cimentos à base de MDP e zircônia translúcida em comparação à zircônia convencional. Após procedimentos de cimentação as amostras foram submetidas a três procedimentos diferentes de envelhecimento artificial (armazenamento em água por 24 horas, 5.000 termociclos ou envelhecimento de longo prazo, com armazenamento em água por 150 dias incluindo 37.500 termociclos), antes do teste de resistência ao cisalhamento. Nesse trabalho o jateamento com óxido de alumínio aumentou a resistência ao cisalhamento e a aspereza da superfície de zircônia convencional e translúcida, independentemente dos procedimentos de envelhecimentos artificiais utilizados. Concluíram também que cimentos à base de MDP combinados com zircônia jateada alcançaram uma resistência de união suficiente e que a força da união foi semelhante na zircônia convencional e na translúcida.

Recentemente entraram no mercado, agentes de ligação universal, contendo MDP, concebidos para poderem aderir a diferentes substratos. Santos *et al.* (2019) testaram diferentes tratamentos de superfícies associados a adesivos universais em superfícies lisas e jateadas, concluíram que os sistemas de adesivos universais são capazes de aderir à zircônia e mostraram que o jateamento com óxido de alumínio pode ser essencial para uma ligação satisfatória.

Guilardi *et al.* (2019) investigaram o efeito do tratamento de superfície de zircônia (jato de óxido de alumínio ou revestimento triboquímico com sílica) e envelhecimento, no comportamento de fadiga de restaurações em zircônia monolíticas finas, cimentadas com dois tipos de cimentos resinosos contendo ou não

MDP, a um substrato semelhante à dentina. Características fractográficas e topográficas foram analisadas por estereomicroscópio e microscópio eletrônico de varredura. Antes do envelhecimento não foram encontradas diferenças estatísticas entre os dois tratamentos de superfície, independentemente do cimento. As restaurações Y-TZP simplificadas e finas coladas apresentaram alta capacidade de carga, independentemente dos fatores estudados. O cimento resinoso contendo MDP aplicado na superfície de zircônia abrasiva com óxido de alumínio não foi suficiente para manter o desempenho de fadiga após o envelhecimento, enquanto uma maior estabilidade ao envelhecimento foi alcançada pelo tratamento com o método de revestimento triboquímico de sílica. Ao usar o cimento resinoso sem MDP, o tratamento de superfície e o envelhecimento não afetaram o desempenho à fadiga.

Saker e Hashem (2020) avaliaram a resistência de união à microtração de dois tipos de cimentos à zircônia monolítica e dentina após várias modificações de superfície e envelhecimento. Os blocos monolíticos de zircônia foram divididos em quatro grupos principais: sem modificação de superfície, jateados com óxido de alumínio, glazeado com fina camada de cerâmica de baixa fusão e ataque ácido com ácido fluorídrico a 10% por 60 segundos e jateados com Cojet. Os blocos de zircônia foram colados à dentina com cimento autoadesivo ou cimento de ionômero de vidro modificado por resina e submetidos a protocolo de armazenamento em água por 3 ou 150 dias para envelhecimento. Após esse período os corpos de prova foram submetidos a tração até a separação. Chegaram à conclusão de que o método de pré-tratamento e o tipo de cimento influenciam a eficácia da resistência de união da zircônia monolítica ao substrato dentinário. Sendo que a corrosão seletiva por infiltração de vidro foi um método eficaz na alteração das propriedades de superfície, criando uma ligação forte e durável à zircônia monolítica. Além disso, concluíram que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina pode ser considerado como uma alternativa para a cimentação de restaurações monolíticas de zircônia.

Comba *et al.* (2021) realizaram um estudo em que avaliaram a eficácia de técnicas químicas para modificação de superfície na resistência de união imediata e após envelhecimento entre a zircônia e o cimento resinoso. Um total de 128 discos de zircônia foram divididos em 4 grupos (n=32) de acordo com o tratamento adesivo: revestimento triboquímico de sílica seguido de silano e quatro diferentes adesivos (Optibond FL, Kerr; Signum Zirconia Bond, Hereaus; Z-Prime Plus, Bisco e All-Bond Universal, Bisco). Cilindros de resina composta foram cimentados na amostra de

zircônia com Duo-Link Universal (Bisco). Oito corpos de prova por grupo foram submetidos a 10.000 termociclos e, subsequentemente, a resistência de união foi testada com o teste de resistência ao cisalhamento. O teste ANOVA mostrou que o envelhecimento artificial afetou significativamente a resistência de união à zircônia. O teste de Bonferroni destacou uma influência significativa do tratamento adesivo (Signum) na resistência de união após a termociclagem. Concluiu-se que os sistemas de ligação à base de 10-MDP não apresentaram melhora na resistência de ligação inicial em comparação com o tratamento triboquímico.

Karakis, Akay e Pat (2021) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a energia superficial da zircônia e a resistência de união ao cisalhamento após a aplicação de diferentes tempos de irradiação de plasma de argônio. A superfície dos corpos de prova foi revestida por plasma de argônio com diferentes tempos de irradiação (2,5 – 15 – 20 min). Os grupos experimentais foram divididos em dois subgrupos; nos primeiros subgrupos, os espécimes foram cimentados com *primer* cerâmico e os segundos subgrupos foram cimentados com cimento resinoso sem *primer*. Após a cimentação, o teste de resistência de união ao cisalhamento foi realizado. Na aplicação do *primer* plus ao Ar-plasma, a força média de resistência ao cisalhamento de todos os grupos mostrou valores aumentados, no entanto, apenas o Grupo B (duração plasmática de 15 minutos) e o Grupo C (duração plasmática de 2,5 minutos) revelaram valores mais altos estatisticamente significativos. A energia superficial da zircônia aumentou com a aplicação de plasma de argônio. Desta forma, a resistência de união entre zircônia e cimento foi reforçada.

Hatami *et al.* (2021) realizaram um estudo com o objetivo avaliar e comparar o efeito de três tipos de lasers na resistência de união ao cisalhamento da zircônia ao cimento resinoso. Neste estudo *in vitro*, 55 discos de zircônia (6 mm de diâmetro x 3 mm de espessura) foram divididos aleatoriamente em cinco grupos: controle, jateamento com óxido de alumínio, laser de dióxido de carbono (CO₂), laser de érbio e laser de neodímio. A morfologia da superfície de um espécime de cada grupo foi avaliada por um microscópio eletrônico de varredura. Discos de zircônia foram cimentados em resina composta usando Panavia F2. O teste de resistência ao cisalhamento foi realizado a uma velocidade de 1 mm/min após 24 horas de armazenamento em água destilada e termociclismo. Os dados foram analisados por análise de variância unidirecional e testes HSD de Tukey *post hoc* ($\alpha=0,05$). Todos os lasers aumentaram os valores de resistência ao cisalhamento da zircônia em cimento

resinoso em comparação com a superfície não tratada. O laser de érbio foi o tratamento a laser mais eficaz na resistência de união sendo estatisticamente semelhante ao jateamento com óxido de alumínio.

Os tratamentos químicos afetam a topografia da superfície enquanto os físico-químicos afetam a rugosidade, molhabilidade e energia livre de superfície (Lima *et al.*, 2019). Alguns estudos mostraram que a combinação do jateamento simples com óxido de alumínio, seguido da aplicação do 10-MDP resulta em altos valores de adesão e afinidade química (Komine; Blatz; Matsumura, 2010; Le; Larsson; Papia, 2019; Şanlı *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2019; Yue *et al.*, 2019) mesmo quando o 10-MDP é parte de sistemas multi-componentes como os adesivos universais (Llerena-Icochea *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2019), sendo que nesses casos o jateamento da superfície de zircônia é essencial para uma ligação satisfatória (Santos *et al.*, 2019).

Khanlar *et al.* (2022) avaliaram o efeito do protocolo de abrasão por partículas de ar e do *primer* na topografia de superfície e na resistência de união do cimento resinoso à cerâmica de zircônia altamente translúcida. As amostras de zircônia foram divididas em 5 grupos de acordo com o tipo de partícula e pressão utilizadas no jateamento (1- controle, 2- óxido de alumínio com pressão 0,2 Mpa, 3- óxido de alumínio com pressão 0,4 Mpa, 4- esferas de vidro com pressão 0,2 Mpa, 5- esferas de vidro com pressão 0,4 Mpa). Foram testados dois diferentes *primers* (um experimental com 1% de MDP e o *primer* MDP Silano – Clearfil ceramic *primer* plus). A resistência de união à tração foi mensurada em dois momentos, após 24 horas e após 5000 ciclagens térmicas. A rugosidade de superfície foi medida utilizando um microscópio confocal de varredura a laser 3D. Concluíram que a abrasão a ar com diferentes partículas e pressão de jateamento pode melhorar a adesão à zircônia como a seleção adequada do *primer*. A abrasão de esferas de vidro, seguidas de *primer* MDP silano e abrasão com óxido de alumínio seguido de MDP 1% forneceram resistência de união estável do cimento à zircônia após o envelhecimento. Concluíram também que a zircônia tratada com a abrasão com esferas de vidro atinge um desejável desempenho na cimentação, sem criar microfissuras que podem prejudicar as suas propriedades mecânicas.

Comino-Garayoa *et al.* (2021) realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de responder a seguinte pergunta: “qual o método de condicionamento de superfície é aquele que obtém os melhores valores de adesão à zircônia ao longo do tempo, aplicando um cimento resinoso?” Para isso realizaram uma busca na literatura

por dois revisores independentes, incluindo artigos publicados entre 1º de abril de 2015 e 1º de dezembro de 2020, discordâncias foram resolvidas por um terceiro revisor. As bases de dados eletrônicas analisadas foram PubMed, The Cochrane Library, Scopus e Web of Science. Foram utilizados os seguintes termos de pesquisa e suas combinações: “zircônio”, “zircônia”, “3Y-TZP”, “3Y-TZP cerâmica”, adesão dentária”, “teste de força de adesão”, “cimento”, “ligação dental”, “ligação de resina”. 45 artigos relevantes foram incluídos no trabalho. No total, 260 diferentes métodos de pré-tratamento de superfície, principalmente combinações de protocolos de abrasão a ar com agentes adesivos foram investigados. Os resultados mostraram que os pré-tratamentos mecânico-químicos de superfície ofereceram os melhores resultados adesivos. Os cimentos autoadesivos e os contendo 10-MDP obtiveram os melhores resultados da adesão à zircônia. O envelhecimento artificial reduziu a adesão. Porém, um protocolo adesivo padronizado não foi estabelecido devido a falta de evidências.

Chatterjee e Ghosh (2022) realizaram uma revisão sistemática, utilizando busca na base de dados Pubmed, na literatura internacional, com trabalhos publicados entre janeiro de 2000 e maio de 2021, utilizando as palavras-chave: zircônia, tratamento superfície cerâmica, adesão zircônia, MDP, teste resistência de união, adesão resina. A busca foi realizada por dois revisores independentes. Usaram como critério de inclusão artigos publicados na língua inglesa, estudos *in vitro*, revisões, testes de resistência de união do tipo micro/macro cisalhamento/tração. Foram excluídos relatos de caso, ensaios clínicos, estudos com menos de 5 amostras e estudos sem termociclagem ou armazenamento em meio úmido. Após a triagem e exclusões, 56 artigos foram utilizados no estudo. Concluíram que, de todos os métodos propostos, o pré-tratamento mecânico-químico da superfície da zircônia com óxido de alumínio e o uso do 10- metacrilóiloxidecil dihidrogenofosfato foram considerados os mais eficazes na maioria dos estudos.

Fathi *et al.* (2023) realizaram uma revisão sistemática do tipo guarda-chuva, utilizando as bases de dados eletrônicas PubMed, Medline, Scopus, Cochrane Library e Google Scholar, de acordo com a estrutura PICO, a questão do estudo foi: “Qual o método de cimentação tem a melhor adesão à zircônia ao longo do tempo?”. 17 trabalhos foram selecionados, 6 preencheram os critérios de inclusão e exclusão pré-definidos e 4 revisões sistemáticas com metanálise tiveram seus dados utilizados no trabalho. Um total de 163 artigos foram considerados para os estudos sistemáticos selecionados. Esses artigos relatam aplicação de vários métodos de condicionamento

de superfície, incluindo protocolos de abrasão a ar e uso de adesivos. Concluíram que há um aumento da adesão da zircônia após tratamentos mecânico-químicos e cimento resinoso à base de MDP. A contaminação da superfície e o envelhecimento artificial reduziram os fatores de adesão à zircônia.

2.5 Aquecimento material cimentante

Os materiais usados para cimentação de cerâmicas são a base de resina composta. A reação de polimerização das resinas deixa uma porção significativa de grupos metacrilato sem reagir. Uma conversão incompleta resulta em monômeros residuais que não foram reagidos e que podem ser lixiviados pela saliva. Monômeros não reagidos agem como plastificantes, reduzindo a resistência mecânica (Daronch; Rueggeberg; De Goes, 2005). Uma forma de melhorar o grau de conversão das resinas é aquecê-la antes da cimentação (Barbon *et al.*, 2022; Favoreto *et al.*, 2023; Teyagirwa *et al.*, 2023). O pré-aquecimento a 60°C antes da polimerização diminui sua viscosidade permitindo uma maior mobilidade dos radicais livres. Conseqüentemente esses materiais alcançam uma maior conversão dos monômeros em polímeros do que quando utilizadas em temperatura ambiente. O grau de conversão está intimamente relacionado às propriedades mecânicas do polímero. Sendo assim, são esperados aumento da dureza, aumento da resistência à flexão e aumento da resistência ao desgaste (Al-Ahdal; Silikas; Watts, 2014; Coelho *et al.*, 2019; Daronch; Rueggeberg; De Goes, 2005; Favoreto *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2015; Teyagirwa *et al.*, 2022; Tomaselli *et al.*, 2019).

Daronch, Rueggeberg e De Goes (2005) avaliaram a conversão de monômeros em polímeros, através do método de espectroscopia infravermelha, de determinada resina composta em diferentes temperaturas, variando entre 3°C e 60°C e relacionando ao tempo de fotoativação de 5, 10, 20 e 40 segundos. Verificaram que em temperatura mais alta, 60°C, a conversão de monômeros foi maior e a resina termo-modificada permitiu um tempo de fotoativação menor, com resultados de conversão de monômeros semelhantes ou melhores em comparação a mesma resina composta à 22°C exposta a um tempo de fotoativação maior.

Fróes-Salgado *et al.* (2010) avaliaram a adaptação marginal, grau de conversão e propriedades mecânicas da resina termo modificada e constataram que esta apresentou melhor adaptação marginal quando comparada com a resina composta à

temperatura ambiente. As propriedades mecânicas e o grau de conversão não foram superiores nas resinas termo-modificadas comparadas a resina composta à temperatura ambiente, porém principalmente nas paredes axiais do preparo as resinas termo-modificadas apresentaram menor número de gaps.

Lucey *et al.* (2010) realizaram um estudo em que avaliaram a viscosidade e microdureza das RC aquecidas a 60°C, comparadas às resinas mantidas em temperatura ambiente (24°C). Houve diferença significativa na viscosidade pré-cura e microdureza pós cura, tanto na superfície quanto na base das restaurações. Concluíram que o pré-aquecimento facilita a inserção nas cavidades, melhorando a adaptação e aumenta o grau de polimerização e profundidade de cura.

Nada e El-Mowafy (2011) investigaram o efeito do pré-aquecimento nas propriedades mecânicas de três resinas compostas. As amostras foram preparadas em temperatura ambiente para controle e em duas temperaturas mais altas, 37°C e 54°C. Os resultados demonstraram que o pré-aquecimento melhorou a dureza de superfície de duas resinas testadas e isso poderia aumentar a resistência ao desgaste. Uma das resinas teve um aumento na força de compressão. A força de tração foi aumentada consideravelmente em uma resina. Concluíram que o pré-aquecimento pode melhorar as características mecânicas de algumas resinas, mas que elas reagem de forma diferente ao pré-aquecimento dependendo da composição.

França *et al.* (2011) realizaram um estudo que avaliou o grau de conversão e a resistência à tração de cimentos resinosos de cura dual aquecidos a 50°C antes e durante a polimerização. Amostras dos cimentos foram obtidas usando moldes de silicone de adição. Os produtos foram manipulados a 25°C ou 50°C e submetidos a 3 condições de cura: fotoativação através de lâmina de vidro ou disco de resina composta pré-polimerizada de 2 mm de espessura, ou então autopolimerizáveis. Todos os espécimes foram armazenados secos no escuro por 15 dias. Foi realizada a análise do grau de conversão por meio de espectrometria. Para o teste de resistência à tração os corpos de prova (n=10) foram testados em uma máquina de ensaio universal (velocidade de 1 mm/min) até a falha. Os dados de grau de conversão e resistência à tração foram submetidos a ANOVA de 2 fatores, seguido pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$). Ambos os produtos apresentaram maior grau de conversão a 50°C do que a 25°C em todas as condições de cura. Nenhuma diferença significativa na resistência a tração foi observada entre a maioria dos grupos ativados por luz a 25°C e aqueles a 50°C. Concluíram que o aumento da temperatura levou a um maior grau

de conversão, mas seus efeitos no cimento resinoso da resistência a tração dependeram da condição de cura.

Morais *et al.* (2012) avaliaram o efeito de cimentos resinosos duais pré-aquecidos na resistência de união de restaurações indiretas à dentina. Para isso realizaram um estudo *in vitro* investigando os efeitos dos agentes cimentantes resinosos polimerizados com o aumento da temperatura sobre a resistência de união à microtração de restaurações indiretas na dentina de molares humanos. Os dentes selecionados foram divididos em 8 grupos (n=5) de acordo com a temperatura do cimento resinoso (25°C ou 50°C), modo de cura (modo dual ou autopolimerizável) e produto (Excite DSC/Variolink II [VII] e XP Bond/Calibra [Cal]). Os agentes de união foram aplicados nas superfícies de dentina de acordo com as instruções dos fabricantes. As amostras foram armazenadas em umidade relativa a 37°C por 7 dias. Os espécimes foram seccionados méso-distalmente e vestibulo-lingualmente para obter vários feixes ligados com um diâmetro de 1 mm² área transversal para o teste de microtração. Os padrões de falha da amostra foram analisados usando um microscópio eletrônico de varredura. Concluíram que o aumento da temperatura antes da polimerização do cimento resinoso pode promover um aumento da resistência de união a microtração.

Além disso, a cimentação com resinas pré-aquecidas pode aumentar o efeito de fortalecimento das cerâmicas. Com a diminuição gradual da viscosidade conforme o aumento da temperatura, elas infiltram nas porosidades da interface da cerâmica, aumentando a resistência de união e a resistência à fratura, promovendo um maior fortalecimento da cerâmica (Coelho *et al.*, 2019).

Barbon *et al.* (2022) afirmam que os agentes de cimentação apresentam o elo fraco do protocolo de adesão de restaurações indiretas, afetando a resistência final da restauração. Seu trabalho mostrou uma pequena melhoria nas propriedades mecânicas após o pré-aquecimento dos materiais cimentantes, porém não apresentou vantagens significativas.

De acordo com Favoreto *et al.* (2023), a ideia de pré-aquecer a resina não é nova. Evidências dos seus benefícios, como o aumento do grau de conversão e consequente melhoria das propriedades mecânicas, tem sido relatada em estudos *in vitro* por mais de duas décadas. No entanto, recentemente surgiu uma tendência de crescimento, não só em resinas de massa, mas também em adesivos e cimentos.

3 HIPÓTESES

A hipótese nula testada foi que o envelhecimento, jateamento da superfície da Zi e ao aumento da temperatura do cimento não influenciaram a resistência de união das cerâmicas testadas à resina composta.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito do envelhecimento na resistência de união entre cimentos resinosos utilizados em diferentes temperaturas, e cerâmica de zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio tipo 6YTZP com diferentes protocolos de tratamento de superfície, por meio de teste resistência de cisalhamento.

4.2 Objetivos específicos

- a) avaliar o efeito da rugosidade de superfície e da temperatura do cimento NX3 na resistência ao cisalhamento com as cerâmicas zircônia quando os *primers* Clearfill SE, Ceramic Primer ou adesivo Universal (Single Bond Universal) são usados como material de tratamento químico;
- b) avaliar o efeito do pré-aquecimento do cimento resinoso NX3 quando diferentes *primers* (Clearfill SE, Ceramic Primer) e um adesivo universal (Single Bond Universal) são usados para o tratamento químico da cerâmica de zircônia com sua superfície jateada ou não;
- c) comparar a resistência de união em dois momentos diferentes, 48 horas após a cimentação e depois de 06 meses de envelhecimento em meio úmido;
- d) avaliar o padrão de fratura após o ensaio de resistência ao cisalhamento dos materiais resinosos aderidos à cerâmica de zircônia após jateamento e/ou aquecimento do cimento NX3;
- e) avaliar a resistência de união alcançada por zircônia, comparando com o dissilicato de lítio.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Foram produzidos fragmentos de zircônia (HT White, Talmax, Brasil), de dimensões variadas (Fig. 1). Cada fragmento foi sinterizado a 1400°C a 1580°C por 120 minutos (Forno de sinterização Ceramill Therm DRS, Amann Girrbach, Áustria), com resfriamento natural, seguindo recomendações do fabricante. Os fragmentos foram embutidos em resina acrílica autopolimerizável (JET Artigos Odontológicos Clássico LTDA, Brasil) em um molde de junta de pvc (Figs. 1 e 2) de meia polegada (Tigre, Brasil). Após a presa da resina acrílica, a superfície do conjunto foi polida com lixa de carbeto de silício 211Q, grão P600 (3M, EUA), por 1 minuto para regularizar a superfície e lavados em seguida (Quadro 1).

Figura 1: Fragmento de Zircônia pré-sinterizados, pós sinterização e sendo embutido em resina acrílica em uma junta de PVC



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 2: Fragmento de Zircônia embutido em resina acrílica em junta de PVC



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 3: Discos de resina composta utilizados



Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 1: Materiais utilizados

Material Fabricante/Lote	Composição
Clearfil SE Bond Primer (Kuraray Noritake, Japão) Lote A60361	Principais ingredientes: - 10-metacriloxidecil diidrogeniofosfato (MDP); - 2-hidroxietil metacrilato (HEMA); - Dimetacrilato hidrófilo; - Canforoquinona; - N.N-dietanol-p-toluidina água.
Single Bond Universal (3M ESPE, EUA) Lote 2106200799	Silano, água, iniciadores, etanol, copolímero do ácido polialcenóico modificado por metacrilato, HEMA, resina dimetacrilato, MDP e partículas de carga.
Clearfil Ceramic Primer (Kuraray Noritake, Japão) Lote 3V0075	Etanol, 3-methacriloiloxipropil-trimetoxisilano, 10-metacriloxidecil di-hidrogênio fosfato.
NX3 light cure yellow (Kerr, EUA) Lote 7294920	Metacrilato de bisfenol A diglicidil; dimetacrilato de trietilenoglicol; dimetacrilato de bisfenol A etoxilado; dimetacrilato de uretano; canforquinona; 4 - dimetilaminobenzoato de etila; -hidroxi-4-metoxibenzofenona; sílica; vidro de aluminoborosilicato bário; fluoreto de sódio e pigmento.
Zircônia HT Talmax - 6YTZP	ZrO ₂ (94,0-95,0%), HfO ₂ (2,1-5,0%), Al ₂ O ₃ (≤ 0,5%), Y ₂ O ₃ (4,5-6%), outros óxidos <0,5%.
Z100 (3M ESPE, EUA) (Lote 2211800117)	Composição: - Bisfenol-A glicildimetacrilato (Bis-GMA); - Trietilenoglicoldimetacrilato (TEGDMA); - Zircônia / sílica.
Bloco CAD/CAM IPS E.max – (Ivoclar, Liechtenstein)	Vitrocerâmica de dissilicato de lítio (LS2).
Óxido de alumínio 32 µm	Partículas de óxido de alumínio.
Porcelain Etch (Ultradent, EUA) Lote D0I8G	Ácido fluorídrico 9% tamponado.
Ultradent Silane (Ultradent, EUA) Lote D0I8G	Silano.

Fonte: Elaborado pela autora

Foram confeccionados discos de resina Z100 (3M ESPE, EUA) na cor A1 (Fig. 3), com auxílio de elástico de afastamento interdental (Morelli, Brasil), de 4,0 mm de diâmetro e 1,0 mm de altura, com orifício interno de 1,5 mm de diâmetro. Após

inserção da resina no orifício interno apoiado em uma placa de vidro, cada disco foi polimerizado por 20 segundos utilizando o aparelho fotopolimerizador Valo Cordless Grand 3200 (Ultradent, EUA) na irradiância de 1000 mW/cm², encostado sobre o elástico, com a distância de 0 mm. Os discos de resina foram lixados com lixa 211Q, grão P600 (3M, EUA) e, posteriormente, cimentados nos blocos de cerâmica, seguindo o protocolo pré-determinado para cada grupo.

Foram formados 24 grupos, com 30 corpos de prova cada, divididos de acordo com o tratamento de superfície, o *primer* ou adesivo utilizado, o cimento utilizado, temperatura do cimento, e o momento do ensaio mecânico (Quadro 2).

Nos grupos com tratamento mecânico foi realizado jateamento prévio à cimentação com óxido de alumínio 32 µm, com uma pressão 60 a 80 lbf/pol² (4~5,5 Kgf/cm²), por 10 segundos a uma distância de 1 cm. Após esse tratamento, foram lavados em água corrente. Para aquecimento do cimento resinosos a 69°C, foi utilizado o aparelho Hot Set (TECHNOLIFE, BRASIL). Após os tratamentos de superfície e a aplicação dos *primer*s Clearfil SE bond (KURARAY NORITAKE, JAPÃO), Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO) e o adesivo Single Bond Universal (3M ESPE, EUA).

Os discos de resina foram cimentados à zircônia (Fig. 4), com o cimento resinoso Nx3 light cure (Kerr, EUA) e o conjunto fotopolimerizado por 20 segundos utilizando o aparelho fotopolimerizador Valo Cordless Grand 3200 (Ultradent, EUA) na irradiância de 1000 mW/cm². Parte das amostras foram armazenadas em água destilada por 48 horas em temperatura ambiente e outra parte armazenada em estufa a 37°C em água destilada por 6 meses, com trocas de água semanais.

Quadro 2: Grupos de zircônia de acordo com o tratamento de superfície, o primer ou adesivo utilizado, a temperatura do cimento e o tempo de envelhecimento

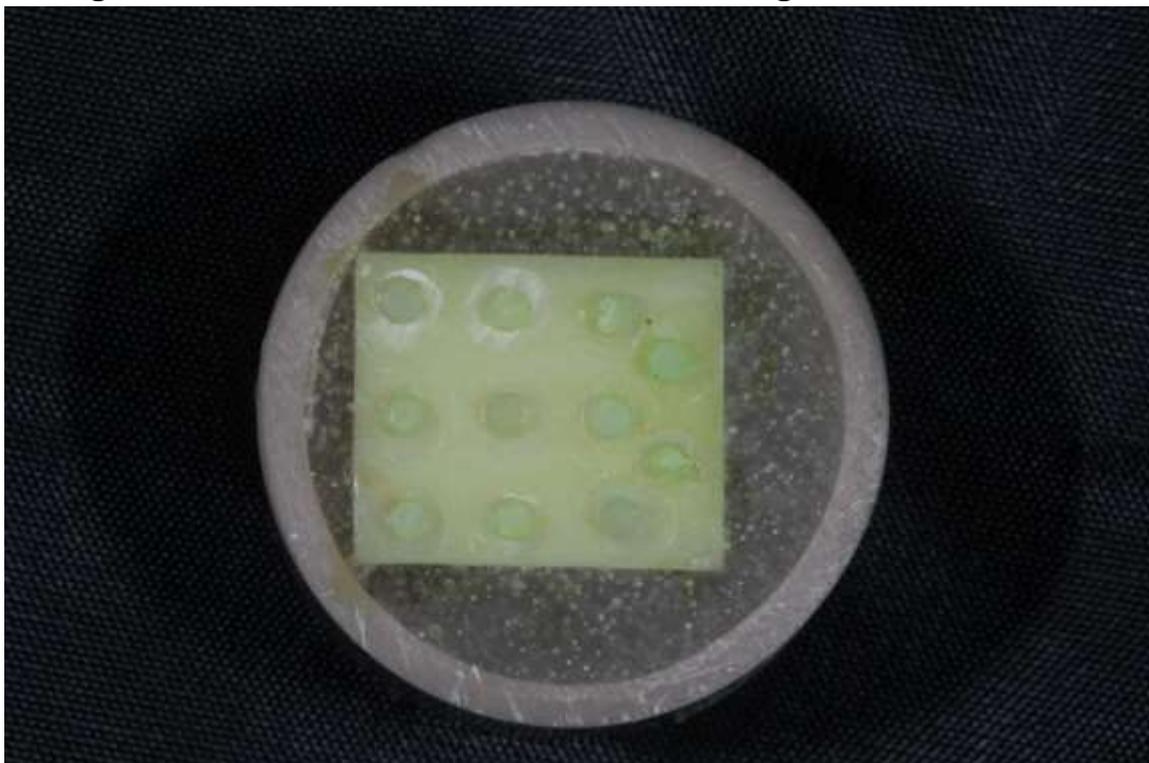
Continua...

Grupo	Tratamento de Superfície realizado	Primer Utilizado	Cimento	Momento Ensaio Mecânico
G1	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
G2	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas
G3	Sem tratamento	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
G4	Sem tratamento	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas
G5	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
G6	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas
G7	Sem tratamento	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
G8	Sem tratamento	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas
G9	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
G10	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas
G11	Sem tratamento	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
G12	Sem tratamento	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas

Grupo	Tratamento de Superfície realizado	Primer Utilizado	Temperatura Cimento	Momento Ensaio Mecânico
G13	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 6 meses
G14	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 6 meses
G15	Sem tratamento	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 6 meses
G16	Sem tratamento	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 6 meses
G17	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 6 meses
G18	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 6 meses
G19	Sem tratamento	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 6 meses
G20	Sem tratamento	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 6 meses
G21	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 6 meses
G22	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 6 meses
G24	Sem tratamento	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 6 meses
G24	Sem tratamento	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 6 meses

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 4: Discos de resina cimentados no fragmento de cerâmica



Fonte: Elaborado pela autora

Após cada período, 48 horas e 6 meses, foram realizados os ensaios mecânicos utilizando o teste de resistência ao cisalhamento, em que cada conjunto zircônia e resina composta (n=30) foi fixado em um dispositivo para ensaios de cisalhamento (Odeme; Luzerna, Santa Catarina, Brasil) adaptado à máquina de ensaios universais Emic 500 (Emic Model 500; São José dos Pinhais, Brasil). A velocidade de teste foi de 0,5 mm por minuto. A força em Newtons (N) da quebra dos corpos de prova foi anotada e posteriormente convertida em Mega Pascal (MPa) em função da área de contato de cada cimento com a cerâmica.

Para o grupo das cerâmicas vítreas, foram produzidas amostras em dissilicato de lítio, utilizando blocos CAD/CAM IPS E.max (Ivoclar, Liechtenstein).

Quadro 3: Grupos de dissilicato de lítio com de acordo com o tratamento de superfície, o *primer* ou adesivo e a temperatura do cimento

Grupo	Tratamento de Superfície realizado	Primer Utilizado	Temperatura Cimento	Momento Ensaio Mecânico
D1	Ácido fluorídrico 9% e Silano (Ultradent, USA)	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
D2	Ácido fluorídrico 9% e Silano (Ultradent, USA)	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas
D3	Ácido fluorídrico 9% e Silano (Ultradent, USA)	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
D4	Ácido fluorídrico 9% e Silano (Ultradent, USA)	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas
D5	Ácido fluorídrico 9% e Silano (Ultradent, USA)	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
D6	Ácido fluorídrico 9% e Silano (Ultradent, USA)	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas

Fonte: Elaborado pela autora

Os blocos também foram embutidos em resina acrílica autopolimerizável (JET Artigos Odontológicos Clássico LTDA, Brasil) em um molde de junta de pvc de meia polegada (Tigre, Brasil). Após a presa da resina acrílica, a superfície do conjunto foi polida com lixa 211Q, grão P600 (3M, EUA), por 1 minuto para regularizar a superfície e lavados em seguida (Quadro 1). Foram formados 06 grupos, com 30 corpos de prova cada, divididos de acordo com o *primer* ou adesivo utilizado, o cimento utilizado, e a temperatura do cimento. (Quadro 5). Todos os grupos de dissilicato de lítio foram condicionados com ácido fluorídrico 9% (Ultradent, EUA) por 20 segundos com posterior aplicação de silano (Ultradent, EUA). Os discos de resina foram cimentados ao dissilicato de lítio, com o cimento e o Nx3 light cure (Kerr, EUA), em temperatura ambiente e aquecido a 69° C e o conjunto fotopolimerizado por 20 segundos utilizando o aparelho fotopolimerizador Valo Cordless Grand 3200 (Ultradent, EUA) na potência de 1000 mW/cm².

As amostras de dissilicato de lítio foram armazenadas em água destilada por 48 horas em temperatura ambiente. Após esse período foi realizado o ensaio mecânico, seguindo os mesmos parâmetros utilizados no ensaio com a zircônia.

Figura 5: Ensaio mecânico na máquina de ensaios universais Emic 500



Fonte: Elaborado pela autora

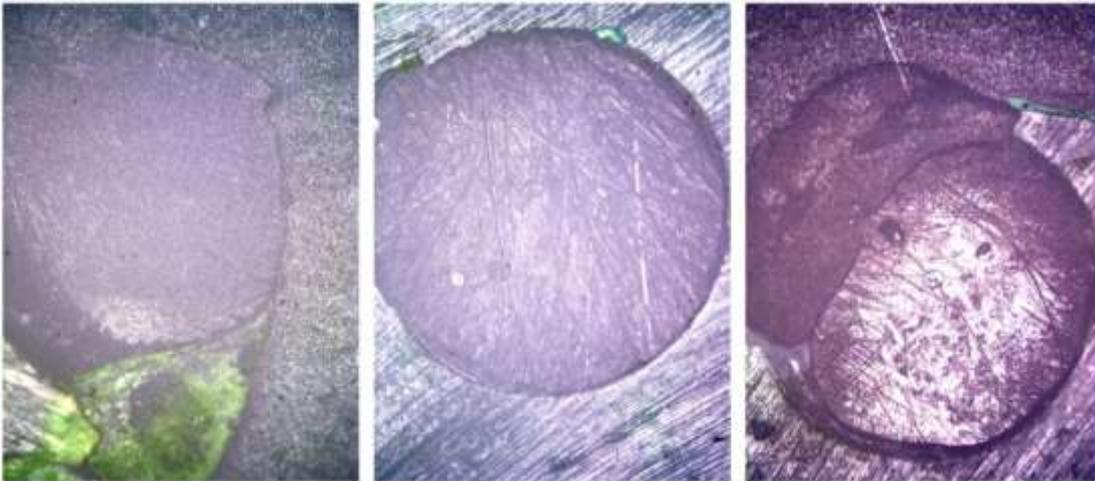
Após o descolamento, a superfície das cerâmicas de zircônia e de dissilicato de lítio foram examinadas em microscopia óptica, com aumento de 3,5 vezes, com o objetivo a determinação do padrão de fratura, que foram caracterizados da seguinte maneira: adesiva (entre cimento/zircônia); coesiva (no cimento); mista (falhas adesivas e coesivas na mesma superfície de fratura).

Figura 6: Corpos de prova após descolamento dos discos de resina



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 7: Microscopia ótica dos padrões de fratura encontrados



Fonte: Elaborado pela autora

A análise estatística foi conduzida com o Bioestat (Bioestat 5.0 Software, Brasil) e com o Jamovi (Jamovi Software, Amsterdam, Holanda). Primeiro os dados foram submetidos ao teste de normalidade *Kolmogorov-Smirnov* no Bioestat e, em seguida, ao teste de Análise de variância 3-fatores e post hoc de Tukey, no Jamovi, para determinação de diferenças entre os grupos.

6 ARTIGO CIENTÍFICO 1

Avaliação da resistência de união ao longo do tempo de diferentes técnicas de cimentação de zircônia.

Artigo formatado dentro das normas do periódico **Dental Materials (Qualis A1)**.

As normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no endereço eletrônico: <https://www.sciencedirect.com/journal/dental-materials/publish/guide-for-authors>

Avaliação da resistência de união ao longo do tempo de diferentes técnicas de cimentação de zircônia

Karina de Castro Silveira Namorato¹, Lorrany Raicy Costa¹, Maria Leticia de Barros Massahud¹, Stéphanny Maria Meira², Maristele Silva Cavalcanti³, Alberto Nogueira da Gama Antunes⁴

¹ Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

² Mestranda no Programa de Pós Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

³ Residente no Programa de Residência Multiprofissional em Saúde Da Família HUCF-Unimontes, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

⁴ Professor Adjunto, Departamento de Odontologia, Programa de Pós Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

Autor correspondente

Karina Silveira de Castro Namorato

Programa de Pós-Graduação em Odontologia - PUC Minas

Av. Dom José Gaspar, 500, Prédio 46/Sala 101 - Coração Eucarístico

CEP: 30535-901 – Belo Horizonte/MG, Brasil

Telefone: +55 38 99956-8171

E-mail: karina.namorato@gmail.com

RESUMO

Objetivo: avaliar o efeito do envelhecimento na resistência de união da zirconia após diferentes tratamentos físico-químicos de superfície e aquecimento do cimento.

Metodologia: Foi realizado um estudo laboratorial *in vitro*, utilizando fragmentos de cerâmica de zircônia (HT White, Talmax, Brasil), que foram divididos em 24 grupos de acordo com o tratamento de superfície (com e sem jateamento com óxido de alumínio 32 μm), o *primer* ou adesivo utilizado: (Clearfil SE Bond, KURARAY NORITAKE, JAPÃO; Single Bond Universal, 3M ESPE, EUA e Clearfil Ceramic Primer, KURARAY NORITAKE, JAPÃO), a temperatura do cimento (Nx3 light cure, Kerr, EUA), temperatura ambiente e pré-aquecidos a 69°C, e o momento do ensaio mecânico (48 horas ou 6 meses). Sobre as cerâmicas foram cimentados discos de resina Z100 (3M ESPE, EUA) e todos os conjuntos foram fotopolimerizados por 20 segundos utilizando o aparelho fotopolimerizador Valo (Ultradent, EUA) na potência de 1000 mW/cm² e armazenadas em água destilada até o momento do ensaio mecânico (48 horas ou 6 meses). Após esse período, foi realizado o teste de resistência ao cisalhamento, na máquina de ensaios universais Emic 500 (Emic Model 500; São José dos Pinhais, Brasil). Após o descolamento a superfície das cerâmicas foram examinadas em microscopia óptica com o objetivo a determinação do padrão de fratura, A análise estatística foi conduzida com o Bioestat (Bioestat 5.0 Software, Brasil) e com o Jamovi (Jamovi Software, Amsterdam, Holanda).

Resultados: Foi possível observar que não houve diferença estatisticamente significativa entre as condições experimentais testadas. Além disso, quando o fator envelhecimento foi testado, houve uma perda significativa de adesão nos grupos sem jateamento.

Palavras-chave: Cerâmica. Cimentação. Resistência ao cisalhamento.

1. Introdução

Desde meados do século 20, a odontologia tem enfrentado desafios para atender às demandas estéticas [1]. Especialmente nas últimas décadas, essas necessidades têm impulsionado a superação progressiva das próteses metalocerâmicas, direcionando o foco para as restaurações livres de metal [2]. A partir da década de 70, a introdução da tecnologia de sistemas de desenho e processamento assistidos por computador (CAD/CAM) simplificou a fabricação de próteses dentárias, promovendo o uso de materiais restauradores cerâmicos em substituição às coroas e próteses fixas com infraestruturas metálicas [3-7]. A evolução contínua dessa tecnologia permitiu o uso de blocos monolíticos, fabricados industrialmente sob rigoroso controle, garantindo menor presença de falhas internas, otimização do tempo de trabalho e preparos dentais mais conservadores [7].

Com a introdução da zircônia na odontologia, surgiram maiores possibilidades no campo das restaurações indiretas [1]. A zircônia, um óxido cristalino de zircônio, tem sido amplamente utilizada devido às suas propriedades mecânicas superiores e biocompatibilidade [8]. As cerâmicas de zircônia tetragonal parcialmente estabilizadas com ítrio (Y-TZP) possuem várias propriedades vantajosas, como estética agradável, alta tenacidade à fratura, alto desempenho mecânico, alta resistência à flexão e biocompatibilidade adequada [8-13]. No entanto, sua baixa proporção de fase vítrea e quantidade reduzida de dióxido de silício dificultam a ligação com os cimentos resinosos, mesmo após tratamentos como condicionamento com ácido fluorídrico e silanização [14,15].

Atualmente, não existe um tratamento de superfície estabelecido para a zircônia, como ocorre com cerâmicas que contêm silício, tratadas com ácido fluorídrico e silano. Diferentes métodos de pré-tratamento têm sido propostos, mas

individualmente não são suficientes para garantir uma união confiável de longo prazo entre o cimento e a zircônia, tornando a combinação de métodos de pré-tratamento imprescindível antes da cimentação [3,16,17].

Uma técnica alternativa seria a combinação de jateamento e pré-tratamento químico, aumentando assim a força de ligação entre a zircônia e os cimentos à base de resina [2,3,10, 18-20]. Estudar diferentes métodos de tratamento das cerâmicas de zircônia é de grande interesse, bem como avaliar a qualidade da adesão obtida a longo prazo, após situações que simulem o envelhecimento. Esses devem ser, preferencialmente, simples e acessíveis a todos os clínicos. Portanto, justifica-se a realização de estudos para avaliar a combinação de métodos de tratamento de superfície físico-químicos, assim como procedimentos para melhorar as propriedades do material cimentante, como o pré-aquecimento antes da polimerização. A hipótese nula testada foi que o envelhecimento, jateamento da superfície da Zi e ao aumento da temperatura do cimento não influenciaram a resistência de união da zircônia à resina composta.

2. Materiais e métodos

Foram produzidos fragmentos de zircônia (HT White, Talmax, Brasil), de dimensões variadas. Cada fragmento foi sinterizado a 1400°C a 1580°C por 120 minutos (Forno de sinterização Ceramill Therm DRS, Amann Girrbach, Áustria), com resfriamento natural, seguindo recomendações do fabricante. Os fragmentos foram embutidos em resina acrílica autopolimerizável (JET Artigos Odontológicos Clássico LTDA, Brasil) em um molde de junta de pvc de meia polegada (Tigre, Brasil). Após a presa da resina acrílica, a superfície do conjunto foi polida com lixa

de carbetto de silício 211Q, grão P600 (3M, EUA), por 1 minuto para regularizar a superfície e lavados em seguida.

Foram confeccionados discos de resina Z100 (3M ESPE, EUA) na cor A1, com auxílio de elástico de afastamento interdental (Morelli, Brasil), de 4,0 mm de diâmetro e 1,0 mm de altura, com orifício interno de 1,5 mm de diâmetro. Após inserção da resina no orifício interno apoiado em uma placa de vidro, cada disco foi polimerizado por 20 segundos utilizando o aparelho fotopolimerizador Valo Cordless Grand 3200 (Ultradent, EUA) na potência de 1000 mW/cm², encostado sobre o elástico, com a distância de 0 mm. Os discos de resina foram lixados com lixa 211Q, grão P600 (3M, EUA) e, posteriormente, cimentados nos blocos de cerâmica, seguindo o protocolo pré-determinado para cada grupo.

Foram formados 24 grupos, com 30 corpos de prova cada, divididos de acordo com o tratamento de superfície, o *primer* ou adesivo utilizado, o cimento utilizado, temperatura do cimento, e o momento do ensaio mecânico (Quadro 1).

Nos grupos com tratamento mecânico foi realizado jateamento prévio à cimentação com óxido de alumínio 32 µm por 10 segundos. Após esse tratamento, foram lavados. Para aquecimento dos cimentos resinosos a 69°C, foi utilizado o aparelho Hot Set (TECHNOLIFE, BRASIL). Após os tratamentos de superfície e a aplicação dos *primer*s Clearfil SE bond (KURARAY NORITAKE, JAPÃO), Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO) e o adesivo Single Bond Universal (3M ESPE, EUA).

Os discos de resina foram cimentados à zircônia, com o cimento resinoso Nx3 light cure (Kerr, EUA) e o conjunto fotopolimerizado por 20 segundos utilizando o aparelho fotopolimerizador Valo Cordless Grand 3200 (Ultradent, EUA) na potência de 1000 mW/cm². Parte das amostras foram armazenadas em água destilada por 48

horas em temperatura ambiente e outra parte armazenada em estufa a 37°C em água destilada por 6 meses, com trocas de água semanais.

Após cada período, 48 horas e 6 meses, foram realizados os ensaios mecânicos utilizando o teste de resistência ao cisalhamento, em que cada conjunto zircônia e resina composta (n=30) foi fixado em um dispositivo para ensaios de cisalhamento (Odeme; Luzerna, Santa Catarina, Brasil) adaptado à máquina de ensaios universais Emic 500 (Emic Model 500; São José dos Pinhais, Brasil). A velocidade de teste foi de 0,5 mm por minuto. A força em Newtons (N) da quebra dos corpos de prova foi anotada e posteriormente convertida em Mega Pascal (MPa) em função da área de contato de cada cimento com a cerâmica.

Após o descolamento a superfície das cerâmicas de zircônia foram examinadas em microscopia óptica com o objetivo a determinação do padrão de fratura, que foram caracterizados da seguinte maneira: adesiva (entre cimento/zircônia); coesiva (no cimento); mista (falhas adesivas e coesivas na mesma superfície de fratura).

A análise estatística foi conduzida com o Bioestat (Bioestat 5.0 Software, Brasil) e com o Jamovi (Jamovi Software, Amsterdam, Holanda). Primeiro os dados foram submetidos ao teste de normalidade *Kolmogorov-Smirnov* no Bioestat e, em seguida, ao teste de Análise de variância 3-fatores e post hoc de Tukey, no Jamovi, para determinação de diferenças entre grupos (Tabela 1).

3. Resultados

Na figura 1, os resultados das cimentações feitas com Clearfil são mostrados após análise de variância 3 critérios e teste *post hoc* de Tukey. Para as amostras jateadas, no período de 48 horas e 6 meses, não há diferenças estatisticamente

significantes entre aqueles que foram cimentados com a resina aquecida e aqueles que receberam a resina na temperatura ambiente. Houve redução da resistência de união dos grupos que tiveram a resina aquecida após 6 meses de armazenamento. No caso das amostras jateadas associadas à resina aquecida, o valor caiu de 19.6 MPa de média para 11.2 MPa quando a resina era aquecida (42.5% de redução, $p=0.013$). A mesma situação ocorreu para os grupos cimentados em cerâmica lisa, 15.9 MPa de média para 5.34 MPa (queda de 66.41%, $p=0.009$).

Na figura 2 são mostrados os resultados das cimentações produzidas com o adesivo Universal da 3M. Existe diferença estatisticamente significativa entre o grupo imediato que foi jateado e usou o agente cimentante na temperatura ambiente (15.2 MPa) e seu equivalente em cerâmica lisa (23.4 MPa), $p=0.010$). Após o envelhecimento, o grupo jateado não mostrou diferenças estatisticamente significantes em relação aos grupos não envelhecidos. Porém, na cerâmica lisa, sem tratamento mecânico, o envelhecimento causou redução dos valores de resistência ao cisalhamento no caso do NX3 na temperatura ambiente (23.4MPa para 8.59 MPa, $p<0.001$) e quando aquecido (23.6 MPa para 7.7 MPa, $p<0.001$).

A figura 3 apresenta os resultados da análise do Ceramic Primer como tratamento da cerâmica de zircônia. Foi encontrada diferença estatisticamente significativa, causada pelo armazenamento em água, no grupo que foi jateado e o NX3 foi usado em temperatura ambiente ($p<0.001$). De forma diferente, quando o NX3 foi aquecido, não foi verificado valores diferentes entre os grupos. Para as superfícies que estão lisas, tanto no NX3 na temperatura ambiente como o NX3 aquecido há diferenças estatisticamente significantes ($p<0.001$, NX3; NX3 aquecido, $p=0.045$).

A figura 4 dispõem os padrões de fratura encontrados. O padrão de fratura coesivo foi frequentes nos métodos que fizeram uso do Clearfil e adesivo Universal e

menos frequente no Ceramic Primer. Grupos que não fizeram uso do jateamento apresentaram maior incidência de fraturas do tipo adesiva (Figuras 5,6,7 e 8).

4. Discussão

Apesar das melhorias dos métodos de processamento e das propriedades mecânicas, cerâmicas livres de sílica continuam sendo um grande desafio [3]. A obtenção de valores de adesão adequados entre a cerâmica de zircônia e os cimentos à base de resina é um pré-requisito para que as restaurações sejam duradouras e possam alcançar o sucesso clínico. Métodos mecânicos e químicos vem sendo aplicados com o objetivo de modificar a superfície da zircônia, aumentando sua resistência de união ao cimento resinoso. Dentre os tratamentos possíveis, a associação entre métodos mecânicos e químicos tem sido considerada uma alternativa confiável [1,3,10,12,17,19,21,22].

No presente estudo, a investigação centrou-se na avaliação do impacto do tratamento mecânico na performance adesiva de diferentes *primers* e de um adesivo universal, todos eles contendo a molécula 10-MDP. Além disso, a resistência ao cisalhamento de um cimento resinoso fotoativável aplicado sobre a zircônia, tanto em temperatura ambiente quanto após o pré-aquecimento (funcionando como segunda variável). Todas as variáveis foram testadas em dois momentos: 48 horas após as cimentações e após envelhecimento dos espécimes por 6 meses em meio úmido. Os resultados obtidos nos primeiros testes, em 48 horas, revelaram a aceitação da hipótese nula, pois nenhuma das variáveis resultou em valores de resistência ao cisalhamento diferentes estatisticamente.

Como método químico, foram utilizados *primers* e adesivo contendo a molécula 10-MDP. O 10-MDP é um monômero funcional ácido que possui um grupo éster

fosfato que se liga diretamente a óxidos metálicos, como o óxido de zircônio [9,11,21]. O 10-MDP é um monômero comumente utilizado para criar ligações químicas com a superfície da zircônia. Sua estrutura química é formada por uma sequência de 10 carbonos unidos linearmente. Juntamente com a extremidade que apresenta a ligação dupla de carbono-carbono, possui relativa hidrofobia. A outra extremidade contém o fosfato ácido, que possui características adesivas sobre o óxido de zircônio. O tipo de ligação química é a iônica ou por meio de pontes de hidrogênio [9,11,17,22,23].

O método mecânico de pré-tratamento para cerâmicas de zircônia mais utilizado usado jateamento com partículas de óxido de alumínio para aumentar a área de superfície. Ao criar microirregularidades, aumenta-se a área de contato com os materiais resinosos que devem ser usados durante a cimentação.

Em relação a cerâmica de zircônia, não há consenso sobre condições de uso, tamanho da partícula, configuração da pressão do ar e duração do jateamento. Mais estudos laboratoriais e clínicos são necessários para a criação de um protocolo definitivo. No presente estudo, todas as placas cerâmicas foram regularizadas com lixamento com o abrasivo carbeto de silício. Como é visto nas figuras de microscopia ótica, o uso da lixa cria riscos paralelos entre si ao longo da superfície. Essa característica pode ter contribuído para que os valores de resistência ao cisalhamento não apresentassem diferenças estatisticamente significantes entre si.

Quando testada a variável temperatura do cimento, e o cimento foi previamente aquecido a 69°C, também não foram encontradas diferenças estatisticamente relevantes com relação ao cimento utilizado em temperatura ambiente. O pré-aquecimento antes da polimerização diminui sua viscosidade, permitindo maior mobilidade dos radicais livres. Conseqüentemente, estes materiais alcançariam maior conversão de monômeros em polímeros, e o grau de conversão está intimamente

relacionado às propriedades mecânicas do polímero [24-27]. Porém no presente estudo não foram detectadas diferenças nos valores de resistência de união entre as temperaturas do cimento. Resultado semelhante foi obtido por Favoreto et al. [28], que relata uma pequena melhora nas propriedades mecânicas do material pré-aquecido, porém não apresentando vantagens significativas.

Com relação aos padrões de fratura encontrados, houve uma predominância do padrão coesivo nos métodos que fizeram uso do Clearfil e do adesivo Universal, o que pode ser sugestivo de uma ligação mais forte. Ao mesmo tempo, os grupos que não fizeram uso do jateamento apresentaram uma maior incidência de fraturas do tipo adesivas, o que pode demonstrar fragilidade da união.

A utilização de adesivo resinoso contendo MDP associado ao jateamento, com ou sem aquecimento, parece indicar uma possibilidade interessante e viável de tratamento de cerâmicas de zircônia por causa da simplificação dos procedimentos de cimentação. Adesivos universais e *primers* contendo monômeros com radicais fosfato ácidos são facilmente encontrados no mercado. A incorporação e armazenamento em água para simular um ambiente de constante umidade, algo que ocorre em situações clínicas, pode enfraquecer a resistência de união devido à hidrólise da rede de polímeros. Novos ensaios mecânicos foram realizados após 6 meses de envelhecimento em meio úmido, com finalidade de avaliar o comportamento dos espécimes testados após um longo período de cimentação. Logo, os efeitos das condições de envelhecimento na ligação zircônia-resina usando esses métodos de pré-tratamento foram testados e, como era esperado, mostraram uma queda considerável nos valores de adesão, principalmente nos grupos que não foram submetidos a jateamento.

Esse fato sugere que, mesmo os resultados não tendo sido estatisticamente relevantes nos testes realizados em 48 horas, a longo prazo a combinação de tratamentos utilizando o jateamento pode gerar uma adesão mais durável.

5. Conclusão

A partir dos resultados encontrados nesse estudo *in vitro*, podemos concluir que nenhuma das variáveis testadas resultou em valores de resistência ao cisalhamento diferentes estatisticamente, porém a variável jateamento foi capaz de produzir ligações mais estáveis a longo prazo em meio úmido. Mais estudos são necessários na tentativa de formalizar um protocolo seguro de adesão às cerâmicas de zircônia.

Referências

- [1] Chatterjee N, Amrita G. Current scenario on adhesion to zirconia; surface pretreatments and resin cements: A systematic review. *J Indian Prosthodont Soc.* 2022; 22: 13-20.
- [2] Comino-Garayoa R, Peláez J, Tobar C, Rodríguez V, Suárez MJ. Adhesion to zirconia: A systematic review of surface pretreatments and resin cements. *Materials (Basel).* 2021; 14: 2751. doi: 10.3390/ma14112751.
- [3] Fathi A, Hashemi S, Tabatabaei s, Mosharraf R, Atashi R. Adhesion to Zirconia: An umbrella review. *Int J Adhes Adhes.* 2023; 122: 103322.
- [4] Kim M, Kim RH, Lee SC, Lee TK, Hayashi M, Yu B, Jo DW. Evaluation of tensile bond strength between self-adhesive resin cement and surface-pretreated zirconia. *Materials (Basel).* 2022; 15: 3089. doi: 10.3390/ma15093089.
- [5] Shishido S, Inagaki R, Kanno T, Svanborg P, Barkarmo S, Örtengren U, et al. Residual stress associated with crystalline phase transformation of 3–6 mol% yttria-stabilized zirconia ceramics induced by mechanical surface treatments. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2023; 146: 106067. doi: 10.1016/j.jmbbm.2023.106067.
- [6] Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res.* 2013; 57: 236-61. doi: 10.1016/j.jpor.2013.09.001.
- [7] Mirt T, Kocjan A, Hofer AK, Schwentenwein M, Iveković A, Bermejo R, et al. Effect of airborne particle abrasion and regeneration firing on the strength of 3D-printed 3Y and 5Y zirconia ceramics. *Dent Mater.* 2024; 40: 111-117. doi: 10.1016/j.dental.2023.10.025.

- [8] Kongkiatkamon S, Rokaya D, Kengtanyakich S, Peampring C. Current classification of zirconia in dentistry: An updated review. *PeerJ*. 2023; 11: e15669. doi: 10.7717/peerj.15669.
- [9] De-Paula DM, Loguercio AD, Reis A, Frota NM, Melo R, Yoshihara K, et al. Micro-Raman vibrational identification of 10-MDP bond to zirconia and shear bond strength analysis. *Biomed Res Int*. 2017;2017:8756396. doi: 10.1155/2017/8756396.
- [10] Lima RBW, Barreto SC, Alfrisany NM, Porto TS, De Souza GM, De Goes MF. Effect of silane and MDP-based primers on physico-chemical properties of zirconia and its bond strength to resin cement. *Dent Mater*. 2019; 35: 1557-1567. doi: 10.1016/j.dental.2019.07.008.
- [11] Nagaoka N, Yoshihara K, Feitosa VP, Tamada Y. Chemical interaction mechanism of 10-MDP with zirconia. *Sci Rep*. 2017; 7: 45563. doi: 10.1038/srep45563
- [12] de Souza GM, Silva NR, Paulillo LA, De Goes MF, Rekow ED, Thompson VP. Bond strength to high-crystalline content zirconia after different surface treatments. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2010; 93: 318-23. doi: 10.1002/jbm.b.31549.
- [13] Yue X, Hou X, Gao J, Bao P, Shen J. Effects of MDP based primers on shear bond strength between resin cement and zirconia. *Exp Ther Med*. 2019; 17: 3564-72. doi: 10.3892/etm.2019.7382
- [14] Miragaya L, Maia LC, Sabrosa CE, de Goes MF, da Silva EM. Evaluation of self-adhesive resin cement bond strength to yttria-stabilized zirconia ceramic (Y-TZP) using four surface treatments. *J Adhes Dent*. 2011; 13: 473-80. doi: 10.3290/j.jad.a19820.

- [15] Koko M, Takagaki T, Abdou A, Inokoshi M, Ikeda M, Wada T, et al. Effects of the ratio of silane to 10-methacryloyloxydecyl dihydrogenphosphate (MDP) in primer on bonding performance of silica-based and zirconia ceramics. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2020; 112: 104026. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.104026.
- [16] Komine F, Blatz MB, Matsumura H. Current status of zirconia-based fixed restorations. *J Oral Sci*. 2010; 52: 531-9. doi: 10.2334/josnusd.52.531.
- [17] Llerena-Icochea AE, Costa RM, Borges A, Bombonatti J, Furuse AY. Bonding polycrystalline zirconia with 10-MDP-containing adhesives. *Oper Dent*. 2017; 42: 335-341. doi: 10.2341/16-156-L.
- [18] Comba A, Baldi A, Tempesta RM, Carossa M, Perrone L, Saratti CM, et al. Do chemical-based bonding techniques affect the bond strength stability to cubic zirconia?. *Materials (Basel)*. 2021; 14: 3920. doi: 10.3390/ma14143920.
- [19] Khanlar LN, Takagaki T, Abdou A, Inokoshi M, Ikeda M, Takahashi A, et al. Effect of air-particle abrasion protocol and primer on the topography and bond strength of a high-translucent zirconia ceramic. *J Prosthodont*. 2022; 31: 228-238. doi: 10.1111/jopr.13372.
- [20] Dos Santos RA, de Lima EA, Mendonça LS, de Oliveira JE, Rizuto AV, de Araújo Silva Tavares ÁF, et al. Can universal adhesive systems bond to zirconia?. *J Esthet Restor Dent*. 2019; 31: 589-594. doi: 10.1111/jerd.12521.
- [21] Şanlı S, Çömlekoğlu MD, Çömlekoğlu E, Sonugelen M, Pamir T, Darvell BW. Influence of surface treatment on the resin-bonding of zirconia. *Dent Mater*. 2015; 31: 657-68. doi: 10.1016/j.dental.2015.03.004.
- [22] Skienhe H, Habchi R, Ounsi H, Ferrari M, Salameh Z. Evaluation of the effect of different types of abrasive surface treatment before and after zirconia sintering

on its structural composition and bond strength with resin cement. *Biomed Res Int.* 2018; 2018: 1803425. doi: 10.1155/2018/1803425. eCollection 2018.

- [23] LE M, Larsson C, Papia E. Bond strength between MDP-based cement and translucent zirconia. *Dent Mater J.* 2019; 38: 480-489. doi: 10.4012/dmj.2018-194.
- [24] França FÁ, Oliveira Md, Rodrigues JA, Arrais CA. Pre-heated dual-cured resin cements: analysis of the degree of conversion and ultimate tensile strength. *Braz Oral Res.* 2011; 25: 174-9. doi: 10.1590/s1806-83242011000200013.
- [25] Morais A, Santos AR, Giannini M, Reis AF, Rodrigues JA, Arrais CA. Effect of pre-heated dual-cured resin cements on the bond strength of indirect restorations to dentin. *Braz Oral Res.* 2012; 26: 170-6. doi: 10.1590/s1806-83242012000200014.
- [26] da Silva JC, Vieira RR, Rege ICC, Cruz CAS, Vaz LG, Estrela C, et al. Pre-heating mitigates composite degradation. *J Appl Oral Sci.* 2015; 23: 571-579. doi: 10.1590/1678-775720150284
- [27] Thompson JY, Stoner BR, Piascik JR, Smith R. Adhesion/cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: where are we now?. *Dent Mater.* 2011; 27: 71-82. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.022.
- [28] Favoreto MW, de Souza Carneiro T, Wendlinger M, Ñaupari-Villasante R, de Matos TP, Kunz PM, et al. Various ways of pre-heating a bulk-fill thermoviscous composite in restoration in non-cariou cervical lesions: 12-month randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2023; 27: 4345-4359. doi: 10.1007/s00784-023-05054-7.

Lista de Tabela, Quadro e Figuras

Tabela 1. Análise de variância 3 critérios (uso do Jateamento, Envelhecimento e Aquecimento do cimento considerados como fatores)

Quadro 1. Grupos de zircônia de acordo com o tratamento de superfície, o *primer* ou adesivo utilizado, o cimento utilizado, a temperatura do cimento e o tempo de envelhecimento

Fig. 1. Efeito da rugosidade de superfície e da temperatura do NX3 na resistência de união com as cerâmicas zircônia quando o Clearfil é usado como forma de tratamento químico.

Fig. 2. Efeito da rugosidade de superfície e da temperatura do NX3 na resistência de união com as cerâmicas zircônia quando o adesivo Universal é usado em associação ao material cimentante

Fig. 3. Efeito da rugosidade de superfície e da temperatura do NX3 na resistência de união com as cerâmicas zircônia quando o Ceramic Primer é usado em associação ao material cimentante.

Fig. 4. padrão de fratura dos grupos de 48 horas e de 6 meses.

Fig. 5. Microscopia óptica do padrão de fratura classificado como misto. Em “a” é possível visualizar a superfície da cerâmica com a presença dos riscos originados da aplicação da lixa de carbetto de silício. Em “b” é possível ver uma provável falha adesiva entre o cimento NX3 e a superfície do disco de Z100. Em “c” é possível ver uma porção do cimento resinoso que fraturou coesivamente

Fig. 6. Microscopia óptica do padrão de fratura classificado como coesiva em material resinoso. Em Todas a imagem é possível observar que todo o círculo central, com imagem irregular, é sugestivo de uma estrutura de material resinoso cimentante que se quebrou internamente após aplicação da força de cisalhamento

Fig. 7. Microscopia óptica do padrão de fratura classificado como adesiva. Em “a” a superfície da cerâmica é observada com a presença de riscos da lixa de carbeto de silício. Apenas em “b” observa-se uma imagem relativamente fora de foco, sugestiva de pedaço da resina Z100

Fig. 8. Microscopia óptica do padrão de fratura classificado como adesiva de uma cimentação feita com a cerâmica jateada. As linhas da lixa de carbeto de silício não visualizas

Tabela 1. Análise de variância 3 critérios (uso do Jateamento, Envelhecimento e Aquecimento do cimento considerados como fatores)

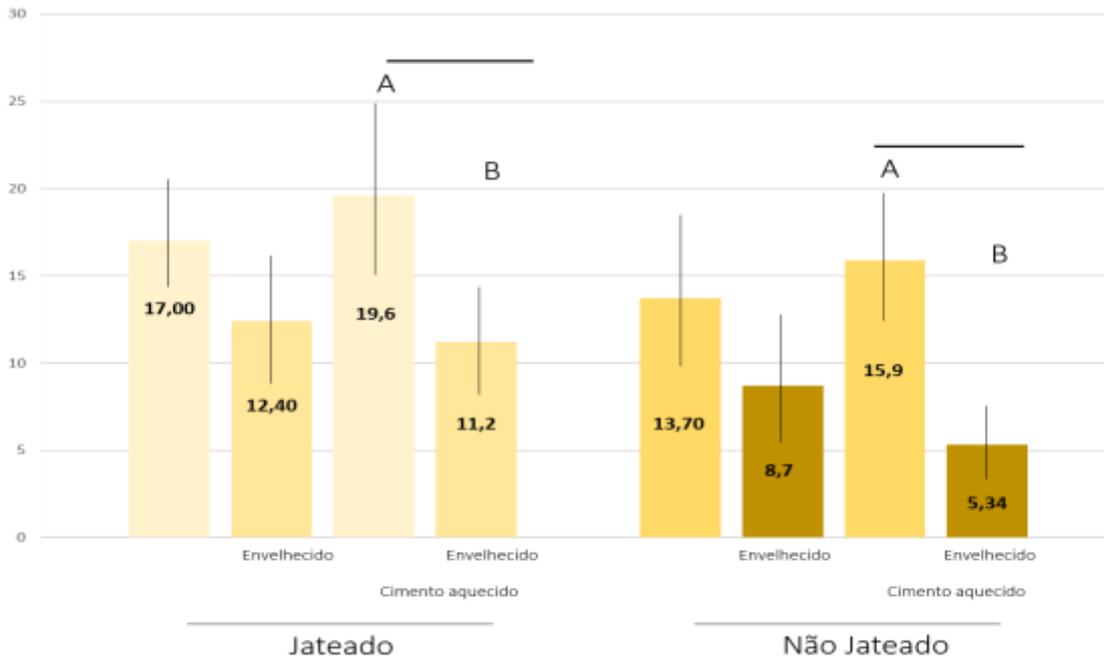
	Soma de Quadrados	gl	Quadrado médio	F	p
Jateamento	1077.58	1	1077.58	16.4906	< .001
Envelhecimento	14660.43	1	14660.43	224.3537	< .001
Aquecido	262.55	1	262.55	4.0178	0.045
Jateamento * Envelhecimento	584.25	,1	584.25	8.9409	0.003
Jateamento * Aquecido	182.52	1	182.52	2.7931	0.095
Envelhecimento * Aquecido	31.61	1	31.61	0.4838	0.487
Jateamento * Envelhecimento * Aquecido	4.12	1	4.12	0.0630	0.802
Resíduos	46721.79	715	65.35		

Quadro 1: Grupos de zircônia de acordo com o tratamento de superfície, o *primer* ou adesivo utilizado, o cimento utilizado, a temperatura do cimento e o tempo de envelhecimento

Continua...

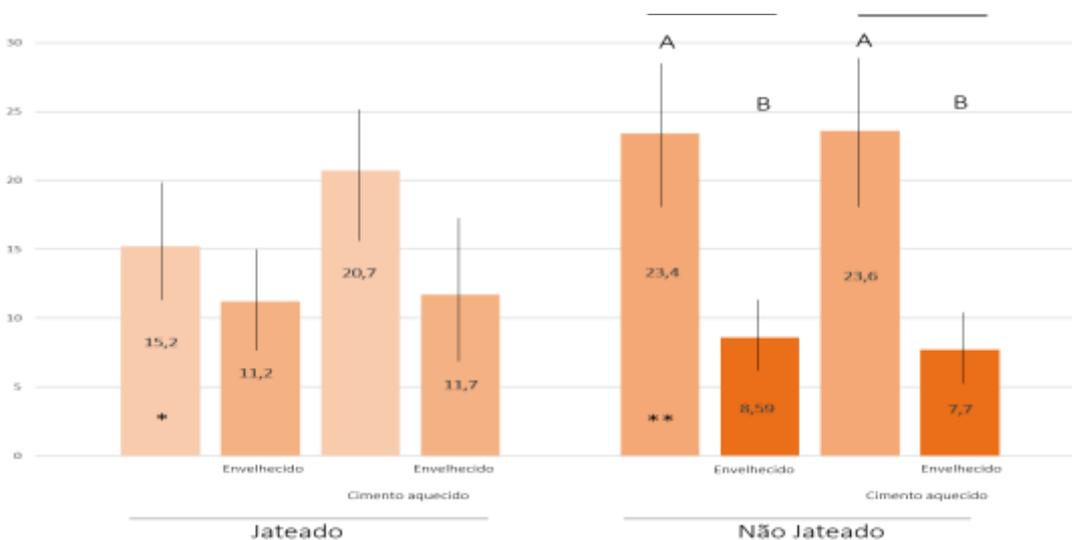
Grupo	Tratamento de Superfície realizado	Primer Utilizado	Cimento	Momento Ensaio Mecânico
G1	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
G2	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas
G3	Sem tratamento	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
G4	Sem tratamento	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas
G5	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
G6	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas
G7	Sem tratamento	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
G8	Sem tratamento	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas
G9	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
G10	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas
G11	Sem tratamento	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 48 horas
G12	Sem tratamento	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 48 horas
G13	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 6 meses
G14	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 6 meses
G15	Sem tratamento	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 6 meses
G16	Sem tratamento	Clearfil SE Bond Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 6 meses
G17	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 6 meses

				Conclusão
Grupo	Tratamento de Superfície realizado	Primer Utilizado	Cimento	Momento Ensaio Mecânico
G18	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 6 meses
G19	Sem tratamento	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 6 meses
G20	Sem tratamento	Single Bond Universal (3M ESPE, EUA)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 6 meses
G21	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 6 meses
G22	Jateamento com óxido de alumínio 32 µm	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 6 meses
G24	Sem tratamento	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Temperatura ambiente	Após 6 meses
G24	Sem tratamento	Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO)	Nx3 light cure (Kerr, EUA) Aquecido a 69°C	Após 6 meses



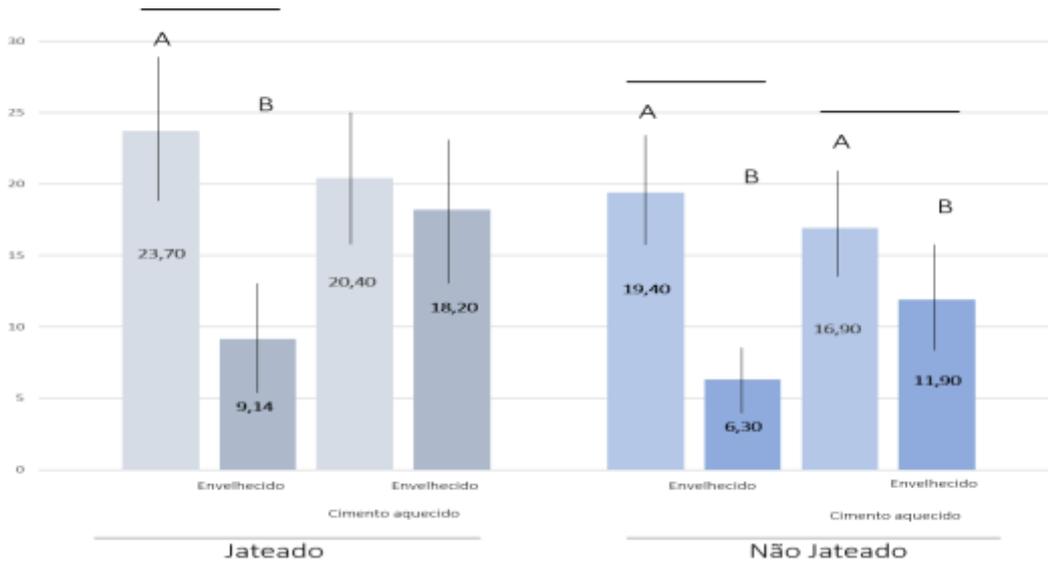
Legenda: Valores em MPa. Barra horizontal e letras maiúsculas distintas indicam diferenças estatisticamente significantes pelo teste Tukey ($p < 0.05$).

Fig. 1. Efeito da rugosidade de superfície e da temperatura do NX3 na resistência de união com as cerâmicas zircônia quando o Clearfil é usado como forma de tratamento químico.



Legenda: Valores em MPa. Barra horizontal e letras maiúsculas distintas indicam diferenças estatisticamente significantes pelo teste Tukey ($p < 0.05$). A presença do asterisco (* ou **) indica a comparação de valores de resistência ao cisalhamento que apresentou diferenças estatisticamente significantes pelo teste Tukey ($p < 0.05$).

Fig. 2. Efeito da rugosidade de superfície e da temperatura do NX3 na resistência de união com as cerâmicas zircônia quando o adesivo Universal é usado em associação ao material cimentante.



Legenda: Valores em MPa. Barra horizontal e letras maiúsculas distintas indicam diferenças estatisticamente significantes pelo teste Tukey ($p < 0.05$).

Fig. 3. Efeito da rugosidade de superfície e da temperatura do NX3 na resistência de união com as cerâmicas zircônia quando o Ceramic Primer é usado em associação ao material cimentante.

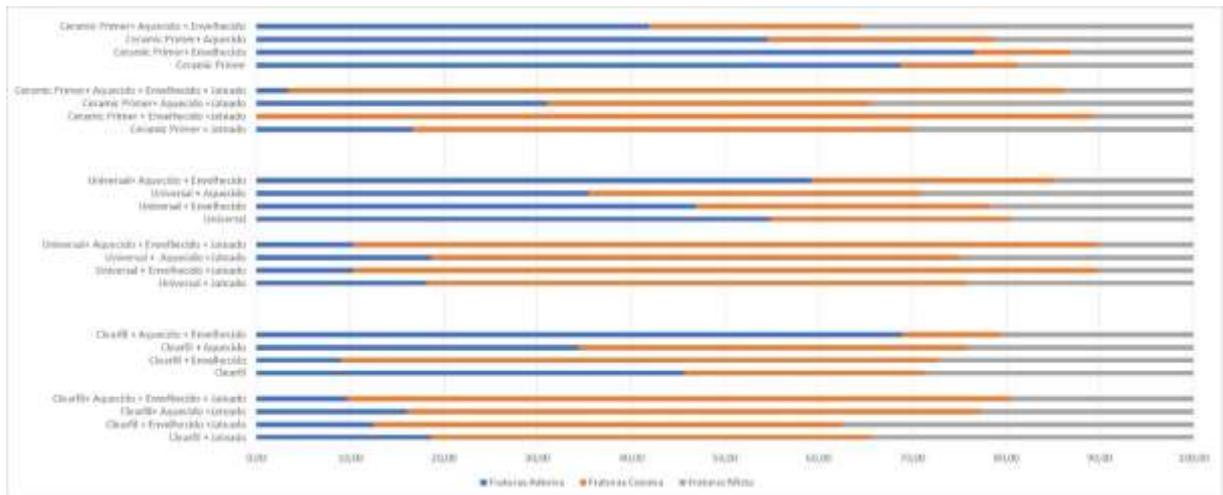


Fig. 4. padrão de fratura dos grupos de 48 horas e de 6 meses.

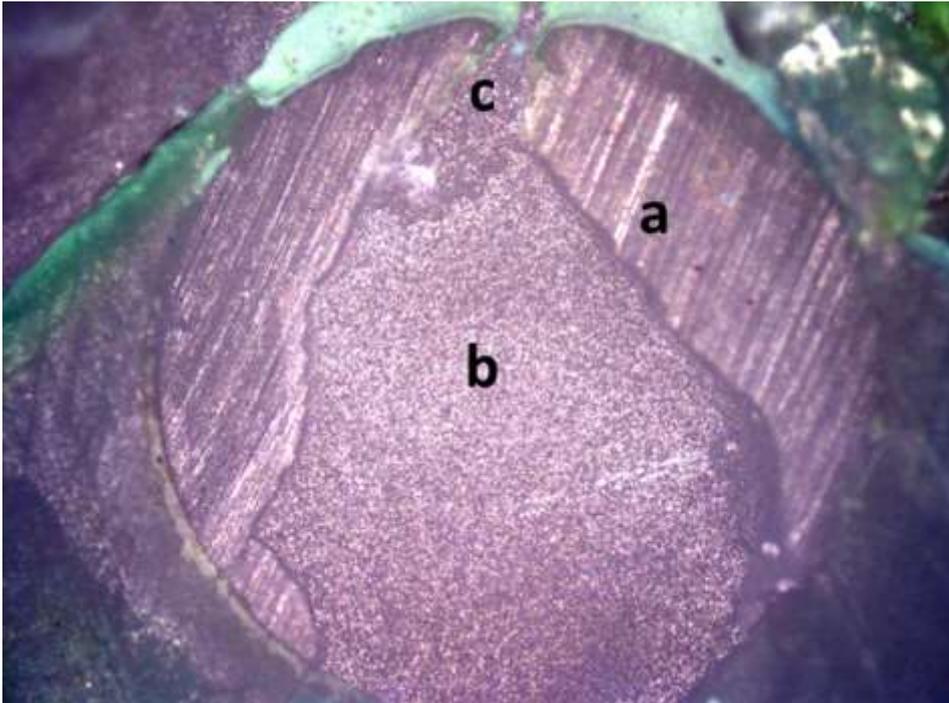


Fig. 5. Microscopia óptica do padrão de fratura classificado como misto. Em “a” é possível visualizar a superfície da cerâmica com a presença dos riscos originados da aplicação da lixa de carbeto de silício. Em “b” é possível ver uma provável falha adesiva entre o cimento NX3 e a superfície do disco de Z100. Em “c” é possível ver uma porção do cimento resinoso que fraturou coesivamente.



Fig. 6. Microscopia óptica do padrão de fratura classificado como coesiva em material resinoso. Em Todas a imagem é possível observar que todo o círculo central, com imagem irregular, é sugestivo de uma estrutura de material resinoso cimentante que se quebrou internamente após aplicação da força de cisalhamento.

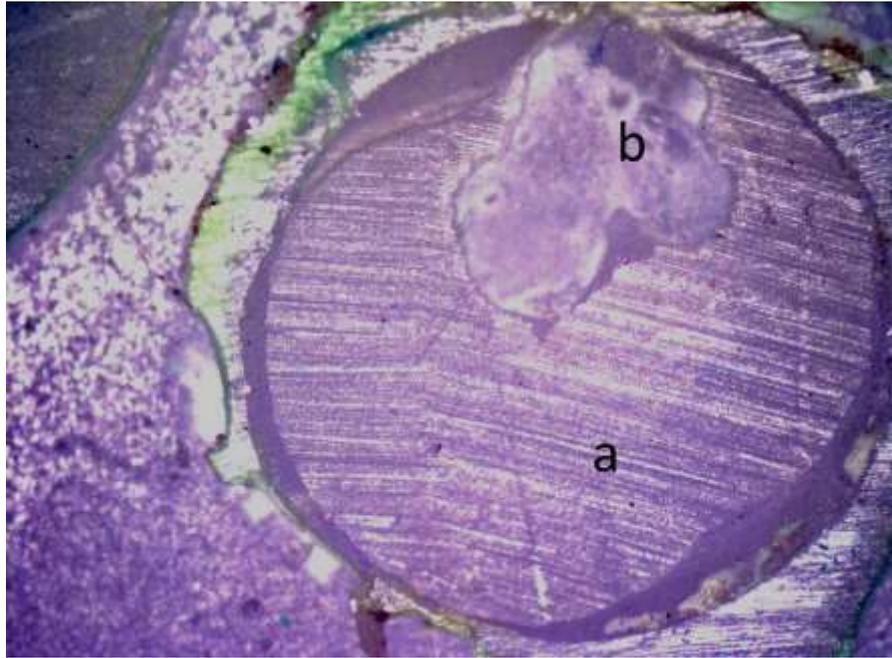


Fig. 7. Microscopia óptica do padrão de fratura classificado como adesiva. Em “a” a superfície da cerâmica é observada com a presença de riscos da lixa de carbeto de silício. Apenas em “b” observa-se uma imagem relativamente fora de foco, sugestiva de pedaço da resina Z100.



Fig. 8. Microscopia óptica do padrão de fratura classificado como adesiva de uma cimentação feita com a cerâmica jateada. As linhas da lixa de carbeto de silício não visualizas.

7 ARTIGO CIENTÍFICO 2

Efeito do pré-aquecimento do cimento na resistência de união das cerâmicas de zircônia e dissilicato de lítio

Artigo formatado dentro das normas do periódico **Dental Materials (Qualis A1)**.

As normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no endereço eletrônico: <https://www.sciencedirect.com/journal/dental-materials/publish/guide-for-authors>

Efeito do pré-aquecimento do cimento na resistência de união das cerâmicas de zircônia e dissilicato de lítio

Karina de Castro Silveira Namorato¹, Lorrany Raicy Costa¹, Maria Leticia de Barros Massahud¹, Stéphanhy Maria Meira², Maristele Silva Cavalcanti³, Alberto Nogueira da Gama Antunes⁴

¹ Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

² Mestranda no Programa de Pós Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

³ Residente no Programa de Residência Multiprofissional em Saúde Da Família HUCF-Unimontes, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

⁴ Professor Adjunto, Departamento de Odontologia, Programa de Pós Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

Autor correspondente

Karina Silveira de Castro Namorato

Programa de Pós-Graduação em Odontologia - PUC Minas

Av. Dom José Gaspar, 500, Prédio 46/Sala 101 - Coração Eucarístico

CEP: 30535-901 – Belo Horizonte/MG, Brasil

Telefone: +55 38 99956-8171

E-mail: karina.namorato@gmail.com

RESUMO

Objetivo: comparar a resistência de união da zircônia com o dissilicato de lítio, bem como avaliar a influência do pré-aquecimento do cimento na resistência de união das cerâmicas.

Metodologia: Foi realizado um estudo laboratorial *in vitro*, utilizando fragmentos de cerâmica de zircônia (HT White, Talmax, Brasil), e de dissilicato de lítio, utilizando blocos CAD/CAM IPS E.max (Ivoclar, Liechtenstein), que foram divididos em grupos de acordo com o *primer* ou adesivo utilizado: (Clearfil SE Bond, KURARAY NORITAKE, JAPÃO; Single Bond Universal, 3M ESPE, EUA e Clearfil Ceramic Primer, KURARAY NORITAKE, JAPÃO), a temperatura do cimento (Nx3 light cure, Kerr, EUA), temperatura ambiente e pré-aquecidos a 69°C. Sobre as cerâmicas foram cimentados discos de resina Z100 (3M ESPE, EUA) e todos os conjuntos foram fotopolimerizadas por 20 segundos utilizando o aparelho fotopolimerizador Valo (Ultradent, EUA) na potência de 1000 mW/cm² e armazenadas em água destilada por 48 horas até o momento do ensaio mecânico. Após esse período, foi realizado o teste de resistência ao cisalhamento, na máquina de ensaios universais Emic 500 (Emic Model 500; São José dos Pinhais, Brasil). Após o descolamento a superfície das cerâmicas foram examinadas em microscopia óptica com o objetivo a determinação do padrão de fratura, A análise estatística foi conduzida com o Bioestat (Bioestat 5.0 Software, Brasil) e com o Jamovi (Jamovi Software, Amsterdam, Holanda).

Resultados: foi possível observar que o método de tratamento e o aquecimento do material resinoso não foram capazes de causar diferenças entre os grupos. Não foi verificado também diferenças entre as cerâmicas de zircônia e dissilicato de lítio.

Palavras-chave: Cerâmica. Cimentação. Resistência ao cisalhamento.

1. Introdução

Desde que as cerâmicas dentárias começaram a ser utilizadas de forma mais eficiente, no início da década de 60, como materiais de revestimento de estruturas metálicas, diversas melhorias foram feitas em sua composição e métodos de processamento, resultando em uma evolução significativa de suas propriedades e um aumento gradual em suas indicações clínicas [1]. A atenção da pesquisa científica tem se concentrado nesses materiais, principalmente no dissilicato de lítio e na zircônia, devido a suas características favoráveis [2], a fim de esclarecer suas propriedades, indicações e limitações [3].

O sucesso clínico das restaurações indiretas não depende apenas do conhecimento e manuseio correto do material, é amplamente dependente de uma ligação forte e estável entre os materiais cerâmicos, os sistemas adesivos e os tecidos dentários. Adesão confiável e integridade marginal são essenciais para a durabilidade de restaurações cerâmicas [4-7].

Um dos desafios na odontologia continua sendo a obtenção de uma adesão durável, que leva ao sucesso clínico das restaurações cerâmicas. O aumento da resistência de união depende de vários fatores, incluindo os tratamentos de superfície, o sistema adesivo e o processo de cimentação [2,8].

Para as vitrocerâmicas até o momento o ataque com ácido fluorídrico é o procedimento mais bem estabelecido a ser realizado de acordo com protocolos validados [9-12]. O ataque ácido dissolve a parte vítrea, expondo a estrutura cristalina com conseqüente criação de uma superfície rugosa para retenção micromecânica, aumentando a molhabilidade [11], e a energia superficial antes da aplicação do silano, criando uma condição favorável de reatividade química [12]. Essa ligação adesiva é

eficientemente aumentada pelo silano, garantindo uma interação química entre o agente à base de resina e a cerâmica, obtida formando fortes ligações siloxânicas [3].

Atualmente, não existe um tratamento de superfície consagrado para a zircônia tal qual as cerâmicas que contém silício na composição, que são tratadas por ácido fluorídrico (HF) e silano. A possibilidade de união química e mecânica estáveis entre a superfície da zircônia e os cimentos resinosos aumentariam ainda mais suas aplicações clínicas. Diferentes procedimentos já foram propostos para modificar a superfície da zircônia e aumentar a resistência de união aos materiais resinosos. Porém esses tratamentos individualmente não são suficientes para gerar uma união confiável de longo prazo entre o cimento e a zircônia, logo a combinação de métodos de pré-tratamento pode ser imprescindível antes da cimentação [5,13,14]. Uma técnica alternativa seria uma combinação de jateamento e pré-tratamento químico, que poderia aumentar a força de ligação entre a zircônia e os cimentos à base de resina [4,13, 15-18].

O objetivo desse trabalho foi comparar a resistência de união da zircônia com o dissilicato de lítio, que possui protocolos bem estabelecidos, bem como avaliar a influência do pré-aquecimento do cimento na resistência de união das cerâmicas. Na hipótese nula, não haveria diferenças entre as condições experimentais testadas, com relação às diferentes cerâmicas, bem como com relação à temperatura do cimento.

2. Materiais e métodos

Foram produzidos fragmentos de cerâmica de zircônia (HT White, Talmax, Brasil), de dimensões variadas. Cada fragmento foi sinterizado a 1400°C a 1580°C por 120 minutos (Forno de sinterização Ceramill Therm DRS, Amann Girrbach, Áustria), com resfriamento natural, seguindo recomendações do

fabricante. Os fragmentos foram embutidos em resina acrílica autopolimerizável (JET Artigos Odontológicos Clássico LTDA, Brasil) em um molde de junta de pvc de meia polegada (Tigre, Brasil). Após a presa da resina acrílica, a superfície do conjunto foi polida com lixa de carbetto de silício 211Q, grão P600 (3M, EUA), por 1 minuto para regularizar a superfície e lavados em seguida.

Para o grupo de cerâmicas vítreas, foram produzidas amostras em dissilicato de lítio, utilizando blocos CAD/CAM IPS E.max (Ivoclar, Liechtenstein). Os blocos também foram embutidos em resina acrílica autopolimerizável (JET Artigos Odontológicos Clássico LTDA, Brasil) em um molde de junta de pvc de meia polegada (Tigre, Brasil). Após a presa da resina acrílica, a superfície do conjunto foi polida com lixa 211Q, grão P600 (3M, EUA), por 1 minuto para regularizar a superfície e lavados em seguida.

Foram formados 06 grupos de cada cerâmica (zirconia e dissilicato de lítio), com 30 corpos de prova cada, divididos de acordo com o *primer* ou adesivo utilizado, o cimento utilizado, e a temperatura do cimento.

Foram confeccionados discos de resina Z100 (3M ESPE, EUA) na cor A1, com auxílio de elástico de afastamento interdental (Morelli, Brasil), de 4,0 mm de diâmetro e 1,0 mm de altura, com orifício interno de 1,5 mm de diâmetro. Após inserção da resina no orifício interno apoiado em uma placa de vidro, cada disco foi polimerizado por 20 segundos utilizando o aparelho fotopolimerizador Valo Cordless Grand 3200 (Ultradent, EUA) na potência de 1000 mW/cm², encostado sobre o elástico, com a distância de 0 mm. Os discos de resina foram lixados com lixa 211Q, grão P600 (3M, EUA) e, posteriormente, cimentados nos blocos de cerâmica, seguindo o protocolo pré-determinado para cada grupo.

Nos grupos de zircônia o tratamento mecânico foi realizado jateamento prévio à cimentação com óxido de alumínio 32 µm por 10 segundos. Após esse tratamento, foram lavados. Para aquecimento dos cimentos resinosos a 69°C, foi utilizado o aparelho Hot Set (TECHNOLIFE, BRASIL). Após os tratamentos de superfície e a aplicação dos *primers* Clearfil SE bond (KURARAY NORITAKE, JAPÃO), Clearfil Ceramic Primer (KURARAY NORITAKE, JAPÃO) e o adesivo Single Bond Universal (3M ESPE, EUA).

Os discos de resina foram cimentados à zircônia, com o cimento resinoso Nx3 light cure (Kerr, EUA) e o conjunto fotopolimerizado por 20 segundos utilizando o aparelho fotopolimerizador Valo Cordless Grand 3200 (Ultradent, EUA) na potência de 1000 mW/cm². Parte das amostras foram armazenadas em água destilada por 48 horas em temperatura ambiente e outra parte armazenada em estufa a 37 °C em água destilada por 6 meses, com trocas de água semanais.

Todos os grupos de dissilicato de lítio foram condicionados com ácido fluorídrico 9% (Ultradent, EUA) por 20 segundos com posterior aplicação de silano (Ultradent, EUA). Os discos de resina foram cimentados ao dissilicato de lítio, com o cimento e o Nx3 light cure (Kerr, EUA), em temperatura ambiente e aquecido a 69° C e o conjunto fotopolimerizado por 20 segundos utilizando o aparelho fotopolimerizador Valo Cordless Grand 3200 (Ultradent, EUA) na potência de 1000 mW/cm².

Após o período de 48 horas, foram realizados os ensaios mecânicos utilizando o teste de resistência ao cisalhamento, em que cada conjunto de cerâmica e resina composta (n=30) foi fixado em um dispositivo para ensaios de cisalhamento (Odeme; Luzerna, Santa Catarina, Brasil) adaptado à máquina de ensaios universais Emic 500 (Emic Model 500; São José dos Pinhais, Brasil). A velocidade

de teste foi de 0,5 mm por minuto. A força em Newtons (N) da quebra dos corpos de prova foi anotada e posteriormente convertida em Mega Pascal (MPa) em função da área de contato de cada cimento com a cerâmica.

Após o descolamento a superfície das cerâmicas foram examinadas em microscopia óptica com o objetivo a determinação do padrão de fratura, que foram caracterizados da seguinte maneira: adesiva (entre cimento/cerâmica); coesiva (no cimento); mista (falhas adesivas e coesivas na mesma superfície de fratura).

A análise estatística foi conduzida com o Bioestat (Bioestat 5.0 Software, Brasil) e com o Jamovi (Jamovi Software, Amsterdam, Holanda). Primeiro os dados foram submetidos ao teste de normalidade *Kolmogorov-Smirnov* no Bioestat e, em seguida, ao teste de Análise de variância 2-fatores e post hoc de Tukey, no Jamovi, para determinação de diferenças entre grupos.

3. Resultados

Os valores de resistência ao cisalhamento são mostrados na tabela 1. Não há diferença estatisticamente significativa entre os métodos de tratamento químico das cerâmicas quando o NX3 é aquecido, em ambas as cerâmicas. Similarmente, não existe diferenças estatisticamente significantes entre as cerâmicas dentro de cada condição de tratamento. A hipótese nula foi, portanto, aceita.

A figura 1 dispõem os padrões de fratura encontrados. O padrão de fratura coesivo foi o predominante tanto nos grupos de zirconia jateada quanto nos grupos de dissilicato de lítio. Apenas o grupo de zirconia com o ceramic primer e o cimento aquecido não seguiu esse padrão.

4. Discussão

Os resultados obtidos indicaram que não houve diferenças estatisticamente significativas na resistência ao cisalhamento entre os métodos de tratamento quando o NX3 foi aquecido em ambas as cerâmicas. Considerando a cerâmica de dissilicato de lítio, devido a presença de sílica em sua composição, é considerada uma cerâmica sensível a ácidos [3] e possui uma alta resistência de adesão à resina devido a mecanismos de ligação micromecânicos e químicos [9-11]. O dissilicato de lítio possui seu espaço na odontologia por suas propriedades estéticas e mecânica, além de serem biocompatíveis. Sua estrutura química, composta por 70% de cristais de dissilicato de lítio e 30% de matriz vítrea, proporciona resistência flexural à ruptura, variando entre 300 e 400 MPa [1], que é melhorada após cimentação com materiais a base de resina composta [9]. Essa característica do material somada ao material de cimentação o torna ideal para fixação dos laminados [19], coroas totais [20], inlays, onlays [21]. A presença de sílica em sua composição o torna ácido-sensível, garantindo alta resistência de adesão ao substrato dentinário por meio de ligações micromecânicas e químicas [11,19].

O ácido fluorídrico e silano são os materiais mais comuns para tratamento de cerâmicas compostas por silício. O que causa seu funcionamento de fato é a aplicação de ambos durante a etapa de cimentação final de uma restauração indireta. Peumans et al. [22] verificou que a aplicação de somente ácido fluorídrico (27,1 MPa) ou silano (19,8 MPa) foram inferiores ao seu uso combinado (50,3 MPa) no ensaio de resistência a microtração. Essa combinação foi empregada no presente estudo, mesmo considerando que os agentes químicos selecionados, Clearfil, Ceramic Primer e adesivo Universal foram desenvolvidos com a proposta de aplicação sem o silano. Estes foram usados na superfície das cerâmicas após o tratamento com ácido

fluorídrico. De fato, o ácido fluorídrico cria as micro irregularidades por meio da reação química preferencial do ácido fluorídrico com a fase de sílica da cerâmica feldspática para formar hexafluorossilicatos [23]. Esses silicatos são posteriormente removidos através de enxágue abundante, deixando a superfície com aparência opaca pela presença das micro porosidades [24,25]. Na sequência dos procedimentos, a superfície das cerâmicas foi tratada com os *primers* da Kuraray e o adesivo Universal (3M ESPE). A substância comum aos materiais é a molécula 10-MDP. O 10-MDP é hoje um dos monômeros funcionais mais eficientes em termos de ligação química, amplamente utilizada na odontologia, conhecido por ser capaz de se ligar quimicamente a diferentes substratos como dentina, cerâmica e metal [5,26].

Inicialmente, o 10-MDP foi sintetizado para união química com óxidos metálicos de ligas de metais não preciosos, ou seja, aquelas que apresentam grande capacidade de formar óxidos quando em contato com o ar. Como a cerâmica de dissilicato de lítio é rica em óxidos, assim como a zircônia, seu uso sobre estes materiais é especialmente útil para criar uma camada de componentes químicos que promovem maior capacidade de umedecimento do agente cimentante e possibilite a formação de união química do tipo primária metálicos [2]. Consequentemente, isso explica parcialmente a performance dos materiais serem similares para as duas cerâmicas (Tabela 1). Paralelamente, é importante lembrar que as zircônias também receberam tratamento mecânico, o que ajudaria a compreender o motivo das duas cerâmicas apresentarem valores de resistência ao cisalhamento similares. As superfícies de zircônia. A combinação entre jateamento e o uso de *primers* contendo 10-MDP aumenta significativamente a resistência de união do cimento resinoso à zircônia [4,27,28]. Foi mostrado com espectroscopia de Micro-Raman uma que o uso de *primers* contendo 10-MDP altera a superfície das cerâmicas de gerando um pico

amplo entre 1545 cm^{-1} e 1562 cm^{-1} , que não está presente nem no 10-MDP puro nem na zircônia isoladamente. Isso sugere que estes picos amplos podem estar relacionados à ligação entre a funcionalidade do grupo fosfato do 10-MDP e a cerâmica [29].

Outro fator testado, aquecimento do material resinosos NX3, não foi capaz de causar diferenças estatisticamente significativa entre grupo. a fixação de cerâmicas dentárias emprega materiais à base de resina composta, destacando-se por suas qualidades estéticas e resistência. Durante o processo de polimerização dos cimentos, uma porção do material permanece sem participara das cadeias poliméricas, devido à natureza autolimitada da reação. Este fenômeno resulta em monômeros residuais não reagidos, que podem ser liberados na saliva. Esses monômeros livres atuam como plastificantes da estrutura polimérica, comprometendo a resistência mecânica do material [30].

Ao aquecer o material resinosos de cimentação a aproximadamente 60°C antes da fotoativação, sua viscosidade é reduzida, permitindo uma mobilidade aumentada dos radicais livres. Esse procedimento facilita a conversão de monômeros em polímeros, aumentando o valor das propriedades mecânicas do polímero, como evidenciado por um aumento na dureza, resistência à flexão e resistência ao desgaste [31-33]. Foi verificado anteriormente que a diminuição da viscosidade com o aumento da temperatura permite maior preenchimento das porosidades da cerâmica, reforçando a união e aumentando a resistência à fratura [9,32]. Ainda assim, o presente estudo não detectou nenhum efeito positivo adicional. Tal fato sugere que a eficácia dos métodos de tratamento de superfície pode não ser tão dependente da escolha dos agentes ou da cerâmica, mas sim de outros fatores como a técnica de aplicação e as condições operatórias [8].

5. Conclusão

Protocolos e materiais de cimentação confiáveis são fundamentais para o sucesso clínico das restaurações dentárias indiretas de cerâmica, incluindo aquelas feitas de materiais de zircônia. No presente estudo foi possível observar que o método de tratamento e o aquecimento do material resinoso não foram capazes de causar diferenças entre os grupos. Não foi verificado também diferenças entre as cerâmicas de zircônia e dissilicato de lítio.

Referências

- [1] Bacchi A, Cesar PF. Advances in ceramics for dental applications. *Dent Clin North Am.* 2022; 66: 591-602. doi: 10.1016/j.cden.2022.05.007.
- [2] Koko M, Takagaki T, Abdou A, Inokoshi M, Ikeda M, Wada T, et al. Effects of the ratio of silane to 10-methacryloyloxydecyl dihydrogenphosphate (MDP) in primer on bonding performance of silica-based and zirconia ceramics. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020; 112: 104026. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.104026.
- [3] Zarone F, Di Mauro MI, Ausiello P, Ruggiero G, Sorrentino R. Current status on lithium disilicate and zirconia: a narrative review. *BMC Oral Health.* 2019; 19: 134. doi: 10.1186/s12903-019-0838-x.
- [4] Lima RBW, Barreto SC, Alfrisany NM, Porto TS, De Souza GM, De Goes MF. Effect of silane and MDP-based primers on physico-chemical properties of zirconia and its bond strength to resin cement. *Dent Mater.* 2019; 35: 1557-1567. doi: 10.1016/j.dental.2019.07.008.
- [5] Llerena-Icochea AE, Costa RM, Borges A, Bombonatti J, Furuse AY. Bonding polycrystalline zirconia with 10-MDP-containing adhesives. *Oper Dent.* 2017; 42: 335-341. doi: 10.2341/16-156-L.

- [6] Miragaya L, Maia LC, Sabrosa CE, de Goes MF, da Silva EM. Evaluation of self-adhesive resin cement bond strength to yttria-stabilized zirconia ceramic (Y-TZP) using four surface treatments. *J Adhes Dent.* 2011; 13: 473-80. doi: 10.3290/j.jad.a19820.
- [7] Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res.* 2013; 57: 236-61. doi: 10.1016/j.jpor.2013.09.001.
- [8] Yu P, Wang XY. Effects of surface treatment procedures on bond strength of lithium disilicate glass ceramic. *Chin J Dent Res.* 2021; 24: 119-124. doi: 10.3290/j.cjdr.b1530491.
- [9] da Rosa LS, Dapieve KS, Dalla-Nora F, Rippe MP, Valandro LF, Sarkis-Onofre R, et al. Does adhesive luting reinforce the mechanical properties of dental ceramics used as restorative materials? A systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent.* 2022; 24: 209-222. doi: 10.3290/j.jad.b2916469.
- [10] Diniz V, Monteiro JB, Rodrigues JVM, Prado PHCO, Melo RM. Impact of acid concentration and firing on the long-term bond strength of a zirconia-lithium silicate ceramic following adhesive cementation. *J Adhes Dent.* 2019; 21: 355-363. doi: 10.3290/j.jad.a42998.
- [11] Lima RBW, Muniz IAF, Campos DES, Murillo-Gómez F, Andrade AKM, Duarte RM, et al. Effect of universal adhesives and self-etch ceramic primers on bond strength to glass ceramics: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *J Prosthet Dent.* 2024; 131: 392-402. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.01.011.
- [12] Prochnow C, Pereira GKR, Venturini AB, Scherer MM, Rippe MP, Bottino MC, et al. How does hydrofluoric acid etching affect the cyclic load-to-failure of lithium

disilicate restorations?. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2018; 87: 306-311. doi: 10.1016/j.jmbbm.2018.07.040.

- [13] Fathi A, Hashemi S, Tabatabaei s, Mosharraf R, Atashi R. Adhesion to Zirconia: An umbrella review. *Int J Adhes Adhes.* 2023; 122: 103322.
- [14] Komine F, Blatz MB, Matsumura H. Current status of zirconia-based fixed restorations. *J Oral Sci.* 2010; 52: 531-9. doi: 10.2334/josnusd.52.531.
- [15] Comba A, Baldi A, Tempesta RM, Carossa M, Perrone L, Saratti CM, et al. Do chemical-based bonding techniques affect the bond strength stability to cubic zirconia?. *Materials (Basel).* 2021; 14: 3920. doi: 10.3390/ma14143920.
- [16] Comino-Garayoa R, Peláez J, Tobar C, Rodríguez V, Suárez MJ. Adhesion to zirconia: A systematic review of surface pretreatments and resin cements. *Materials (Basel).* 2021; 14: 2751. doi: 10.3390/ma14112751.
- [17] Khanlar LN, Takagaki T, Abdou A, Inokoshi M, Ikeda M, Takahashi A, et al. Effect of air-particle abrasion protocol and primer on the topography and bond strength of a high-translucent zirconia ceramic. *J Prosthodont.* 2022; 31: 228-238. doi: 10.1111/jopr.13372.
- [18] Dos Santos RA, de Lima EA, Mendonça LS, de Oliveira JE, Rizuto AV, de Araújo Silva Tavares ÁF, et al. Can universal adhesive systems bond to zirconia?. *J Esthet Restor Dent.* 2019; 31: 589-594. doi: 10.1111/jerd.12521.
- [19] Guimarães HAB, Cardoso PC, Decursio RA, Monteiro LJE, de Almeida LN, Martins WF, Magalhães APR. Simplified surface treatments for ceramic cementation: use of universal adhesive and self-etching ceramic primer. *Int J Biomater.* 2018, 2018; 2598073. doi: 10.1155/2018/2598073.

- [20] Kalavacharla VK, Lawson NC, Ramp LC, Burgess JO. Influence of etching protocol and silane treatment with a universal adhesive on lithium disilicate bond strength. *Oper Dent*. 2015; 40: 372-8. doi: 10.2341/14-116-L.
- [21] Silva LHD, Lima E, Miranda RBP, Favero SS, Lohbauer U, Cesar PF. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Braz Oral Res*. 2017; 31: e58. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0058.
- [22] Peumans M, Valjakova EB, De Munck J, Mishevskaja CB, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness of luting composites to different CAD/CAM materials. *J Adhes Dent*. 2016; 18: 289-302. doi: 10.3290/j.jad.a36155.
- [23] Thurmond JW, Barkmeier WW, Wilwerding TM. Effect of porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded to porcelain. *J Prosthet Dent*. 1994; 72: 355-9. doi: 10.1016/0022-3913(94)90553-3.
- [24] 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; 2: 53-8. doi: 10.1016/s0300-5712(96)00078-4.
- [25] Borges GA, Sophr AM, de Goes MF, Sobrinho LC, Chan DC. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. *J Prosthet Dent*. 2003; 89: 479-88. doi: 10.1016/s0022-3913(02)52704-9.
- [26] LE M, Larsson C, Papia E. Bond strength between MDP-based cement and translucent zirconia. *Dent Mater J*. 2019; 38: 480-489. doi: 10.4012/dmj.2018-194.
- [27] Favoreto MW, de Souza Carneiro T, Wendlinger M, Ñaupari-Villasante R, de Matos TP, Kunz PM, et al. Various ways of pre-heating a bulk-fill thermoviscous composite in restoration in non-carious cervical lesions: 12-month randomized

clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2023; 27: 4345-4359. doi: 10.1007/s00784-023-05054-7.

- [28] Nagaoka N, Yoshihara K, Feitosa VP, Tamada Y. Chemical interaction mechanism of 10-MDP with zirconia. *Sci Rep.* 2017; 7: 45563. doi: 10.1038/srep45563
- [29] De-Paula DM, Loguercio AD, Reis A, Frota NM, Melo R, Yoshihara K, et al. Micro-Raman vibrational identification of 10-MDP bond to zirconia and shear bond strength analysis. *Biomed Res Int.* 2017; 2017: 8756396. doi: 10.1155/2017/8756396.
- [30] Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF. Monomer conversion of pre-heated composite. *J Dent Res.* 2005; 84: 663-7. doi: 10.1177/154405910508400716.
- [31] Al-Ahdal K, Silikas N, Watts DC. Rheological properties of resin composites according to variations in composition and temperature. *Dent Mater.* 2014; 30: 517-24. doi: 10.1016/j.dental.2014.02.005.
- [32] Coelho NF, Barbon FJ, Machado RG, Boscato N, Moraes RR. Response of composite resins to preheating and the resulting strengthening of luted feldspar ceramic. *Dent Mater.* 2019; 35: 1430-1438. doi: 10.1016/j.dental.2019.07.021.
- [33] Tomaselli LO, Oliveira DCRS, Favarão J, Silva AFD, Pires-de-Souza FCP, Geraldeli S, et al. Influence of pre-heating regular resin composites and flowable composites on luting ceramic veneers with different thicknesses. *Braz Dent J.* 2019; 30: 459-466. doi: 10.1590/0103-6440201902513. eCollection 2019.

Lista de Tabelas e Figuras

Tabela 1. Análise de variância 2 critérios

Tabela 2. Padrão de fratura

Fig. 1. Padrão de fratura dos grupos de cerâmicas de zirconia e dissilicato de lítio

Tabela 1. Análise de variância 2 critérios

	Ceramic Primer Nx3	Ceramic Primer Nx3 aquecido	Clearfil Nx3	Clearfil Nx3 aquecido	Universal Nx3	Universal Nx3 aquecido
Dissilicato	23,44(9,23) Aa	22,40 (10,90) Aa	20,45 (8,30) Aa	23,38 (10,15) Aa	21,08 (6,96) Aa	23,97 (7,72) Aa
Zircônia jateada	23,15 (10,55) Aa	20,493 (10,55) Aa	16,96 (6,42) Aa	19,75 (10,62) Aa	15,03 (8,73) Aa	20,52 (9,96) Aa

Letras maiúsculas iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes em linha. Letras minúsculas iguais indica ausência de diferenças estatisticamente significantes em colunas (comparação entre dissilicato e zircônia).

Tabela 2. Padrão de fratura

Grupos / % de tipo de fratura	Adesiva	Coesiva	Mista
Dissilicato+Ceramic Primer +NX3	3,00%	66,70%	30,30%
Dissilicato+Ceramic Primer +NX3+Aquecido	12,50%	46,90%	40,60%
Dissilicato+ClearFil+NX3	12,10%	66,70%	21,20%
Dissilicato+ClearFil+NX3+Aquecido	9,10%	60,50%	30,40%
Dissilicato+Universal+NX3	26,70%	63,30%	10,00%
Dissilicato+Universal+NX3+Aquecido	25,00%	46,90%	28,10%
Grupos / % de tipo de fratura	Adesiva	Coesiva	Mista
Zircônia Jateada+Ceramic Primer +NX3	16,50%	54,00%	29,50%
Zircônia Jateada+Ceramic Primer +NX3+Aquecido	31,00%	34,50%	34,50%
Zircônia Jateada+ClearFil+NX3	18,80%	46,80%	34,40%
Zircônia Jateada+ClearFil+NX3+Aquecido	16,10%	61,30%	22,60%
Zircônia Jateada+Universal+NX3	18,20%	57,60%	24,20%
Zircônia Jateada+Universal+NX3+Aquecido	18,80%	56,20%	25,00%

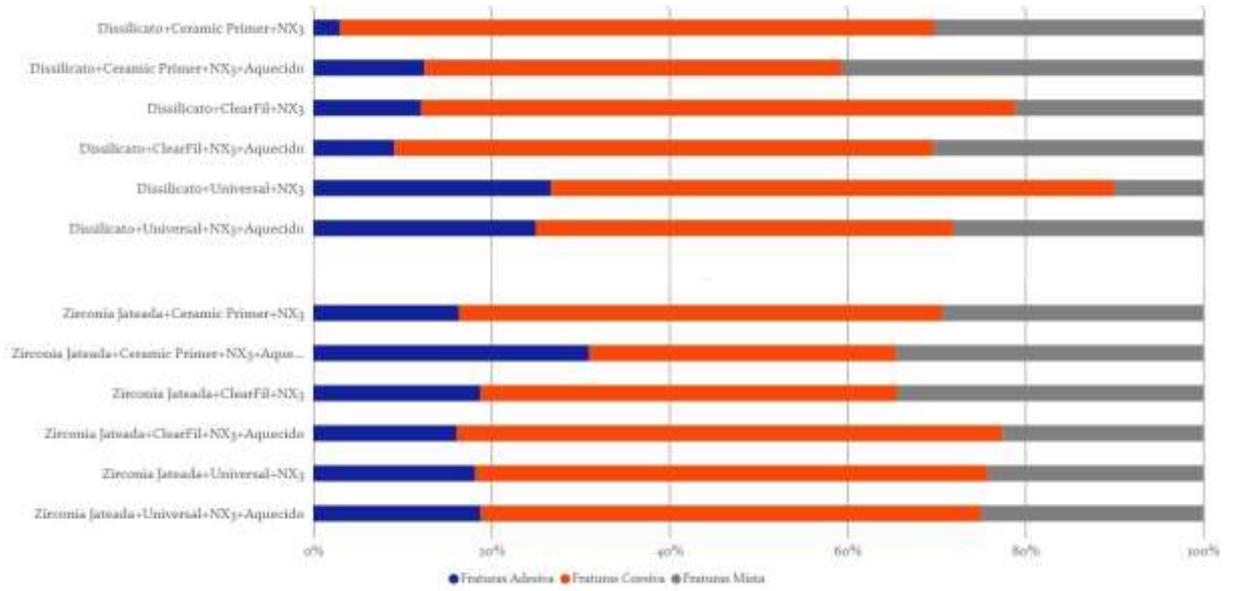


Fig. 1. Padrão de fratura dos grupos de cerâmicas de zirconia e dissilicato de lítio

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da zircônia como material de infraestrutura e em restaurações indiretas monolíticas sobre dentes e implantes tem aumentado bastante nos últimos anos. É um material com excelentes propriedades mecânicas e que tem apresentado grandes melhorias nas propriedades estéticas, que era um fator limitador especialmente para restaurações em dentes anteriores devido à grande opacidade das zircônias da primeira geração.

Além das melhorias das propriedades estéticas, as pesquisas têm se concentrado na possibilidade de adesão à zircônia. A possibilidade de ligação previsível entre a superfície da zircônia e os cimentos resinosos poderiam aumentar ainda mais as indicações e uso desses materiais.

Atualmente não existe um tratamento de superfície universal para a zircônia, mas para alcançar uma resistência de ligação durável a superfície precisa ser tratada.

No presente estudo foi analisada a influência de diferentes *primers* comercialmente disponíveis contendo a molécula 10-MDP, associados ou não ao jateamento com óxido de alumínio, na resistência de cisalhamento de um cimento resinoso, utilizado em temperatura ambiente e pré-aquecido, à zircônia. Os testes foram realizados em dois momentos, para avaliar a resistência inicial e após armazenamento em meio úmido para simular envelhecimento.

Com relação ao aquecimento do material cimentante, seu uso pode não ser justificado por não apresentar melhorias significativas e representar um passo clínico a mais. O uso de um adesivo resinoso contendo MDP em associação ao jateamento, parece indicar uma possibilidade interessante e viável de tratamento de cerâmicas de zircônia.

REFERÊNCIAS

- ABI-RACHED, F. O. *et al.* Air abrasion before and/or after zirconia sintering: surface characterization, flexural strength, and resin cement bond strength. **Operative Dentistry**, v. 40, n. 2, p. E66-E75, Mar./Apr. 2015.
- AL-AHDAL, K.; SILIKAS, N.; WATTS, D. C. Rheological properties of resin composites according to variations in composition and temperature. **Dental Materials**, v. 30, n. 5, p. 517-524, May 2014.
- BACCHI, A.; CESAR, P. F. Advances in ceramics for dental applications. **Dental Clinics**, v. 66, n. 4, p. 591-602, 2022.
- BADAMI, V. *et al.* Biosmart materials: Breaking new ground in dentistry. **The Scientific World Journal**, v. 2014, p. 986912, Feb. 2014.
- BARBON, F. J. *et al.* A systematic review and meta-analysis on using preheated resin composites as luting agents for indirect restorations. **Clinical of Oral Investigations**, v. 26, n. 4, p. 3383-3393, Apr. 2022.
- BENALCÁZAR-JALKH, E. B. *et al.* A Narrative Review on Polycrystalline Ceramics for Dental Applications and Proposed Update of a Classification System. **Materials**, v. 16, n. 24, p. 7541, 2023.
- BLATZ, M. B. *et al.* How to bond zirconia: the APC concept. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, v. 37, n. 9, p. 611-618, Oct. 2016
- CHATTERJEE, N.; GHOSH, A. Current scenario on adhesion to zirconia; surface pretreatments and resin cements: A systematic review. **The Journal of Indian Prosthodontic Society**, v. 22, n. 1, p. 13-20, 2022.
- COELHO, N. F. *et al.* Response of composite resins to preheating and the resulting strengthening of luted feldspar ceramic. **Dental Materials**, v. 35, n. 10, p. 1430-1438, Oct. 2019.
- COMBA, A. *et al.* Do chemical-based bonding techniques affect the bond strength stability to cubic zirconia?. **Materials**, v. 14, n. 14, p. 3920, July 2021.
- COMINO-GARAYOA, R. *et al.* Adhesion to zirconia: A systematic review of surface pretreatments and resin cements. **Materials**, v. 14, n. 11, p. 2751, 2021.
- DA ROSA, L. S. *et al.* Does adhesive luting reinforce the mechanical properties of dental ceramics used as restorative materials? A systematic review and meta-analysis. **The Journal of Adhesive. Dentistry**, v. 24, p. 209-222, 2022.
- DARONCH, M.; RUEGGEBERG, F. A.; DE GOES, M. F. Monomer conversion of pre-heated composite. **Journal of Dental Research**, v. 84, n. 7, p. 663-667, 2005.

DE-PAULA, D. M. *et al.* Micro-raman vibrational identification of 10-MDP bond to zirconia and shear bond strength analysis. **BioMed Research International**, v. 2017, 2017.

DINIZ, V. *et al.* Impact of acid concentration and firing on the long-term bond strength of a zirconia-lithium silicate ceramic following adhesive cementation. **The Journal of Adhesive. Dentistry**, v. 21, n. 4, p. 355-363, 2019.

FATHI, A. *et al.* Adhesion to Zirconia: An umbrella review. **International Journal of Adhesion and Adhesives**, p. 103322, 2023.

FAVORETO, M. W. *et al.* Various ways of pre-heating a bulk-fill thermoviscous composite in restoration in non-cariou cervical lesions: 12-month randomized clinical trial. **Clinical Oral Investigations**, p. 1-15, 2023.

FRANÇA, F. Á. *et al.* Pre-heated dual-cured resin cements: analysis of the degree of conversion and ultimate tensile strength. **Brazilian Oral Research**, v. 25, p. 174-179, 2011.

FRÓES-SALGADO, N. R. *et al.* Composite pre-heating: effects on marginal adaptation, degree of conversion and mechanical properties. **Dental Materials**, v. 26, n. 9, p. 908-914, Sept. 2010.

GO, E. J.; SHIN, Y.; PARK, J. W. Evaluation of the microshear bond strength of MDP-containing and non-MDP-containing self-adhesive resin cement on zirconia restoration. **Operative Dentistry**, v. 44, n. 4, p. 379-385, 2019.

GUILARDI, L. F. *et al.* Effect of zirconia surface treatment, resin cement and aging on the load-bearing capacity under fatigue of thin simplified full-contour Y-TZP restorations. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 97, p. 21-29, Sept. 2019.

HATAMI, M. *et al.* Effect of different laser treatments on the shear bond strength of zirconia ceramic to resin cement. **Dental Research Journal**, v.18, p. 56, July 2021.

KARAKIŞ, D.; AKAY, C.; PAT, S. Effect of Argon Plasma on the Shear Bond Strength of Y-TZP Zirconia Ceramic Resin Interface. **ECS Journal of Solid State Science and Technology**, v. 10, n. 5, p. 051005, May 2021.

KHAN, A. A. *et al.* Recent trends in surface treatment methods for bonding composite cement to zirconia: a review. **The Journal of Adhesive. Dentistry**, v. 19, n. 1, p. 7-19, 2017.

KHANLAR, L. N. *et al.* Effect of air-particle abrasion protocol and primer on the topography and bond strength of a high-translucent zirconia ceramic. **Journal of Prosthodontics**, v. 31, n. 3, p. 228-238, 2022.

KIM, M. *et al.* Evaluation of Tensile Bond Strength between Self-Adhesive Resin Cement and Surface-Pretreated Zirconia. **Materials**, v. 15, n. 9, p. 3089, 2022.

- KOKO, M. *et al.* Effects of the ratio of silane to 10-methacryloyloxydecyl dihydrogenphosphate (MDP) in primer on bonding performance of silica-based and zirconia ceramics. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 112, p. 104026, 2020.
- KOMINE, F.; BLATZ, M.B.; MATSUMURA, H. Current status of zirconia-based fixed restorations. **Journal of Oral Science**, v. 52, n. 4, p. 531-539, 2010.
- KONGKIATKAMON, S. *et al.* Current classification of zirconia in dentistry: An updated review. **PeerJ**, v. 11, p. e15669, 2023.
- LE, M.; LARSSON, C.; PAPIA, E. Bond strength between MDP-based cement and translucent zirconia. **Dental Materials Journal**, v. 38, n. 3, p. 480-489, 2019.
- LIMA, R. B. W. *et al.* Effect of silane and MDP-based primers on physico-chemical properties of zirconia and its bond strength to resin cement. **Dental Materials**, v. 35, n. 11, p. 1557-1567, 2019.
- LIMA, R. B. W. *et al.* Effect of universal adhesives and self-etch ceramic primers on bond strength to glass ceramics: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2022.
- LLERENA-ICOCHEA, A. E. *et al.* Bonding polycrystalline zirconia with 10-MDP-containing adhesives. **Operative Dentistry**, v. 42, n. 3, p. 335-341, 2017.
- LUCEY, S. *et al.* Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 37, n. 4, p. 278-282, Apr. 2010.
- MIRAGAYA, L. *et al.* Evaluation of self-adhesive resin cement bond strength to yttria-stabilized zirconia ceramic (Y-TZP) using four surface treatments. **The Journal of Adhesive. Dentistry**, v. 13, n. 5, p. 473, 2011.
- MIRT, T. *et al.* Effect of airborne particle abrasion and regeneration firing on the strength of 3D-printed 3Y and 5Y zirconia ceramics. **Dental Materials**, v. 40, n. 1, p. 111-117, 2024.
- MIYAZAKI, T. *et al.* Current status of zirconia restoration. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 57, n. 4, p. 236-261, 2013.
- MORAIS, A. *et al.* Effect of pre-heated dual-cured resin cements on the bond strength of indirect restorations to dentin. **Brazilian Oral Research**, v. 26, p. 170-176, 2012.
- NADA, K.; EL-MOWAFY, O. Effect of precuring warming on mechanical properties of restorative composites. **International Journal of Dentistry**, v. 2011, n. 536212, p. 1-5, Oct. 2011.
- NAGAOKA, N. *et al.* Chemical interaction mechanism of 10-MDP with zirconia. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 45563, 2017.

ÖZCAN, M.; BERNASCONI, M. Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 17, n. 1, p. 7-26, 2015.

PENG, Y. U.; WANG, X. Y. Effects of surface treatment procedures on bond strength of lithium disilicate glass ceramic. **The Chinese Journal of Dental Research**, v. 24, n. 2, p. 119-124, 2021.

PROCHNOW, C. *et al.* How does hydrofluoric acid etching affect the cyclic load-to-failure of lithium disilicate restorations?. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 87, p. 306-311, 2018.

SAKER, S.; HASHEM, D. Influence of surface modification protocol and type of luting cement on bonding of monolithic zirconia to dentin substrate. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 21, n. 12, p. 1342-1349, Dec. 2020.

ŞANLI, S. *et al.* Influence of surface treatment on the resin-bonding of zirconia. **Dental Materials**, v. 31, n. 6, p. 657-668, 2015.

SANTOS, R. A. *et al.* Can universal adhesive systems bond to zirconia? **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 31, n. 6, p. 589-594, Aug. 2019.

SHISHIDO, S. *et al.* Residual stress associated with crystalline phase transformation of 3–6 mol% yttria-stabilized zirconia ceramics induced by mechanical surface treatments. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 146, 2023.

SILVA, J. C. *et al.* Pre-heating mitigates composite degradation. **Journal of Applied Oral Science**, v. 23, n. 6, p. 571-579, Nov./Dec. 2015.

SKIENHE, H. *et al.* Evaluation of the effect of different types of abrasive surface treatment before and after zirconia sintering on its structural composition and bond strength with resin cement. **BioMed Research International**, v. 2018, p. 1803425, 2018.

SOUZA, G. M. D. *et al.* Bond strength to high-crystalline content zirconia after different surface treatments. **Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials**, v. 93, n. 2, p. 318-323, May 2010.

TEYAGIRWA, P. F. *et al.* Operator versus material influence on film thickness using adhesive resin cement or pre-heated resin composite. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 35, n. 3, p. 517-524, 2023.

TOMASELLI, L. O. *et al.* Influence of pre-heating regular resin composites and flowable composites on luting ceramic veneers with different thicknesses. **Brazilian Dental Journal**, v. 30, p. 459-466, 2019.

YUE, X. *et al.* Effects of MDP-based primers on shear bond strength between resin cement and zirconia. **Experimental and Therapeutic Medicine**, v. 17, n. 5, p. 3564-3572, 2019.

ZARONE, F. *et al.* Current status on lithium disilicate and zirconia: a narrative review. **BMC Oral Health**, v. 19, p. 1-14, 2019.

ANEXO A - Produção intelectual durante o Curso de Doutorado

✓ Artigos completos publicados ou aceitos em periódicos

ANJOS, P. T. F. B.; TEIXEIRA, M. L. C.; VIEIRA, E. P. A.; **NAMORATO, K. S. C.**;
ROCHA, M. O.

Alternativas de tratamentos para dentes com substrato escurecido: revisão narrativa.
Scientia Generalis. v.3, p.193 - 208, 2022.

Palavras-chave: Descoloração de dente, Facetas dentárias, Clareamento dentário
Áreas do conhecimento: **PRÓTESE DENTÁRIA**

Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana

Referências adicionais: Português. Meio de divulgação: Meio digital. Home page:

[<https://purl.org/27363/v3n2a20>].



Scientia Generalis 2675-2999
v. 3, n. 2, p. 193-208, 2022.

Revisão

ALTERNATIVAS DE TRATAMENTOS PARA DENTES COM SUBSTRATO ESCURECIDO: REVISÃO NARRATIVA

PURL: <https://purl.org/27363/v3n2a20>

Paloma Tawany Fagundes Barros dos Anjos ^a, Mikaelly Lorany Cardoso Teixeira ^a,
Edi Paulo Antunes Vieira ^a, Karina Silveira de Castro Namorato ^a e Marcone de
Oliveira Rocha ^{a*}

^a Faculdade Verde Norte - FAVENORTE, Mato Verde, Minas Gerais, Brasil.

Resumo

A busca por um sorriso estético tem-se tomado algo cada vez mais frequente, fazendo com que os profissionais fiquem atentos a essa crescente demanda. Existem diversos procedimentos na odontologia capazes de proporcionar ao paciente um sorriso estético, mas, algumas situações clínicas podem dificultar o resultado final esperado pelo paciente, uma delas são dentes com substrato escurecido. Podem-se dizer que para escolher um tratamento ou qual tipo de método utilizar para o mascaramento dentário, o cirurgião-dentista deve propor ao paciente um tratamento de acordo com a avaliação clínica e indicação para cada paciente. Sendo assim, existem algumas possibilidades disponíveis para esse tratamento, como o clareamento dental, faceta de resina composta e faceta de cerâmicas. O objetivo do presente trabalho foi apresentar uma revisão narrativa em que mostrou o clareamento dental, a faceta de resina e a faceta em cerâmica como três opções de tratamentos para dentes escurecidos. Para realização dessa revisão de literatura, foram efetuadas pesquisas nos bancos de dados eletrônicos: Google acadêmico, SciELO, PubMed, publicados nos últimos 15 anos, os critérios para inclusão na revisão foram artigos publicados entre os anos de 2007 e 2022 que diz respeito às soluções para dentes escurecidos. Pode-se concluir que a faceta em resina e a faceta de cerâmica são excelentes opções para o tratamento de dentes escurecidos. O clareamento dental também pode ser uma solução por ser menos invasivo e de baixo custo quando comparado às demais opções. Entretanto, o sucesso no tratamento estético de dentes anteriores independe do tipo de técnica, mas sim pela união de vários fatores como: bom planejamento, a viabilidade do tratamento para o paciente, as indicações e contraindicações, domínio da técnica pelo profissional, um laboratório de confiança e a colaboração do paciente, ao cirurgião-dentista concerne realizar a reabilitação de forma minuciosa e responsável, se atendo às individualidades de cada indivíduo.

Palavras-chave: Descoloração de dente; Facetas dentárias; Clareamento dentário.

TREATMENT ALTERNATIVES FOR TEETH WITH DARKED SUBSTRATE: A
NARRATIVE REVIEW

^a Autor para correspondência: marconeoiveirarochoa@yahoo.com.br

Artigo recebido em 15/10/2022 e aprovado para publicação em 04/11/2022.

✓ **Resumos publicados em Anais de Eventos**

SOARES, P. M. C.; COSTA, L. R.; SILVEIRA, F. F.; SOARES, N. C.; **NAMORATO, K. S. C.**; FREITAS, M. C. F. P.; SOUZA, I. N.

Evaluation of adhesive strength push out test of conventional and anatomical fiberglass pins In: 3ª Jornada Online da Faculdade de Ciências Odontológicas, 2023, Online.

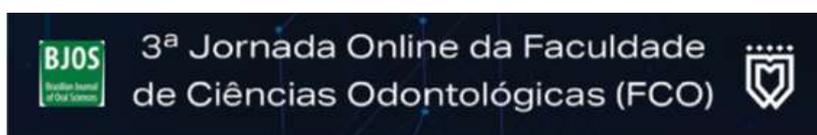
Anais da 3ª Jornada Online da Faculdade de Ciências Odontológicas.

Piracicaba: Brazilian Journal of Oral Science, 2023. v.1. p.4 - 4

Áreas do conhecimento: PRÓTESE DENTÁRIA

Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana

Referências adicionais: Brasil/Português. Meio de divulgação: Meio digital. Home page: [<https://www.bibliotecadigital.unicamp.br/bd/index.php/detalhes-material/?code=111815>]



EVALUATION OF ADHESIVE STRENGTH PUSH OUT TEST OF CONVENTIONAL AND ANATOMICAL FIBERGLASS PINS

Patrícia Maia Costa Soares¹; Lorrany Raicy Costa²; Frank Ferreira Silveira³; Natália Costa Soares⁴; Karina Silveira de Castro Namorat⁵; Maria Clara Fagundes Pimenta Freitas⁶; Isabel Nery de Souza⁷

¹ Mestre em Odontologia. Professora da Faculdade de Ciências Odontológicas

² Doutoranda em Clínicas Odontológicas. Professora da Faculdade de Ciências Odontológicas

³ Doutor em Endodontia. Professor da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

⁴ Acadêmica de Odontologia na Universidade Estadual de Montes Claros-MG, Unimontes

⁵ Doutoranda em Clínicas Odontológicas na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

⁶ Acadêmica de Odontologia na Faculdade de Ciências Odontológicas, FCO

⁷ Acadêmica de Odontologia na Faculdade de Ciências Odontológicas, FCO

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the strength of adhesive strength of the conventional fiberglass posts and the fiberglass posts individualized with composite resin, also called an anatomical fiberglass post. We selected 72 uniradicular bovine teeth, which had their crowns sectioned at the cement enamel junction in a precision cut machine. Then, the roots received endodontic treatment, the canals were unobstructed in length of 12 mm to receive fiberglass post. The 9 mm long irregular core space was used to simulate excessive dentine wear. For cementation, the specimens were randomly distributed in 6 experimental groups (N = 12), according to the type of pin used, anatomical or conventional and the resin cement used (Relyx U200, Alicem, Alicem Core). The comparison between the two post types in relation to the adhesive strength was performed using the Mann-Whitney test. The Friedman test showed that there was no statistically significant difference (p> 0.05) in the bond strength values in each resin cement between the root thirds. For the same post, the Kruskal-Wallis test also showed that there was no statistically significant difference (p> 0.05) in the bond strength values between the resin cements in each root third. It was concluded that the conventional and anatomical post type does not influence the bond strength values.

Keywords: Adhesive strength. Fiberglass post. Anatomical fiberglass pin. Resin cement.

ALVES, J. A. S. M.; NEGRAO JR, M. G.; TEIXEIRA, M. L. C.; ANJOS, P. T. F. B.; XAVIER, P. S.; ROCHA, M. O.; **NAMORATO, K. S. C.**
 REABILITAÇÃO DE DENTES DECÍDUOS ANTERIORES UTILIZANDO COROAS DE ACETATO: RELATO DE CASO In: Encontro Científico Interdisciplinar da FAVENORTE, 2022, Mato Verde - MG.

Anais Eletrônicos do Encontro Científico Interdisciplinar da Favenorte 01-2022, 2022.

Palavras-chave: dente decíduo, cárie, resina composta

Áreas do conhecimento: Odontopediatria, DENTÍSTICA

Referências adicionais: Brasil/Português. Meio de divulgação: Meio digital



REABILITAÇÃO DE DENTES DECÍDUOS ANTERIORES UTILIZANDO COROAS DE ACETATO: RELATO DE CASO

REABILITAÇÃO DE DENTES DECÍDUOS ANTERIORES UTILIZANDO COROAS DE ACETATO: RELATO DE CASO

Julie Ane Sousa Martins Alves¹,
 Márcio Gomes Negrão Júnior²,
 Mikaelly Lorany Cardoso Teixeira³,
 Paloma Tawany Fagundes Barros dos Anjos⁴,
 Patrícia Souza Xavier⁵,
 Marcene De Oliveira Rocha⁶,
 Karina Silveira de Castro Namorato⁷.

Introdução: A cárie na primeira infância é uma doença crônica, e é caracterizada como uma ou mais superfícies cariadas, sendo cavitada ou não cavitada, perdidos e restaurados devido a cárie em crianças com menos de seis anos de idade. Os dentes acometidos por cárie da primeira infância apresentam extensa destruição dentária. A utilização da coroa de acetato consiste em uma técnica direta em restaurações em resina composta muito bem aceita, sendo uma alternativa vantajosa na reabilitação de dentes decíduos. **Objetivo:** Relatar um caso clínico de reabilitação estética de dentes anteriores decíduos utilizando coroas de acetato. **Relato de Caso:** Paciente do sexo masculino, três anos de idade compareceu a clínica odontológica da Faculdade Verde Norte (FAVENORTE), acompanhado pelo responsável com a queixa principal "Cárie nos dentes da frente". Ao exame clínico, foram observadas as lesões de cárie nos dentes 51, 52, 61 e 62. Os dentes 51 e 61 apresentavam lesões de cárie inativa. No dente 52 foi observada uma pequena perda de estrutura, enquanto no dente 62 foi observado uma perda de estrutura considerável. Foi feita instrução de higiene oral e análise do diário dietético, onde foi observada alta frequência de ingestão de alimentos contendo sacarose. Como opção de tratamento para os dentes 52 e 62, optou-se por restaurações com resina composta, utilizando coroas de acetato. **Discussão:** É notório a dificuldade na reabilitação oral de crianças, por se tratar de ser um paciente de difícil manejo. Nesse estudo, o uso da matriz de acetato se apresentou de forma favorável e com boa aceitação do paciente, além de devolver estética e função do mesmo. É uma alternativa vantajosa na reabilitação de dentes decíduos com destruição extensa, dentes com má formação, ou hipoplásicos, dentes descoloridos ou fraturados. **Considerações finais:** Pode-se concluir que as coroas de acetato são uma ótima alternativa para reabilitação em dentes decíduos com grande destruição.

Palavras-chave: Dente decíduo; Cárie dentária; Resinas compostas.

O trabalho foi realizado com recursos dos próprios autores, com apoio da Favenorte.

¹Acadêmico (a) do 9º Período do Curso de Odontologia FAVENORTE; e-mail julie-ane.souza@outlook.com

²Acadêmico (a) do 9º Período do Curso de Odontologia FAVENORTE; e-mail marciogn2010@gmail.com

³Acadêmico (a) do 9º Período do Curso de Odontologia FAVENORTE; e-mail mikaellylorany@gmail.com

⁴Acadêmico (a) do 9º Período do Curso de Odontologia FAVENORTE; e-mail palomab Barros6404@gmail.com

⁵Acadêmico (a) do 9º Período do Curso de Odontologia FAVENORTE; e-mail patriciaxavier_rsp@hotmail.com

⁶Professor (a) do Curso de Odontologia FAVENORTE; e-mail marconesoliveirarocha@yahoo.com.br

⁷Professor (a) do Curso de Odontologia FAVENORTE; e-mail karina.namorato@gmail.com

MASSAHUD, M. L. B.; DINIZ, S. A. M.; NAMORATO, K. S. C.; COSTA, L. R.; BARROS, V. M.; ANTUNES, A. N. G.; SERAIDARIAN, P. I.

Associação entre bruxismo do sono e síndrome da apneia obstrutiva do sono: estudo transversal In: 38ª Reunião Anual Virtual da SBPqO, 2021, Online. **Brazilian Oral Research**. São Paulo: Brazilian Oral Research, 2021. v.35. p. 318-318.

Áreas do conhecimento: PRÓTESE DENTÁRIA
Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana
Referências adicionais: Brasil/Malgaxe. Home page:
[<http://https://www.sbpqo.org.br/hotsite2021/bor-v035-sbpqo-book.pdf>]

PN0787**Associação entre bruxismo do sono e síndrome da apneia obstrutiva do sono: estudo transversal**

Massahud MLB*, Diniz SAM, Namorato KSC, Costa LR, Barros VM, Antunes ANG, Seraidarian PI
Odontologia - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS.

Não há conflito de interesse

O bruxismo do sono (BS) é uma condição centralmente mediada, de etiologia multifatorial, que pode ocorrer secundariamente a alterações sistêmicas e ao uso de medicamentos. O objetivo deste estudo foi identificar associações entre o bruxismo do sono e a síndrome da apneia e hipopneia obstrutiva do sono (SAHOS). Neste estudo transversal, 240 indivíduos foram submetidos à polissonografia de noite inteira. Durante a anamnese, foram coletadas informações acerca das condições de saúde geral. A análise do sono foi realizada por meio da polissonografia, onde foram avaliados os eventos respiratórios e índices de apneia e hipopneia (IAH). A avaliação polissonográfica do bruxismo foi realizada por meio de dados coletados a partir de eletrodos posicionados nos músculos masseteres e queixo. O bruxismo foi definido pela presença de mais de dois eventos de atividade rítmica da musculatura mastigatória (ARMM) por hora de sono. Análises estatísticas foram realizadas para comparar a presença do bruxismo ao índice de apneia e hipopneia e à severidade da SAHOS. Foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre bruxômanos e não-bruxômanos, quando comparados ao IAH ($p=0,001$) e severidade da SAHOS ($p=0,0015$).

O BS está associado à SAHOS, como possível fator protetor durante eventos respiratórios, portanto, identificar o BS pode levantar a suspeita da ocorrência de outras alterações sistêmicas.

(Apoio: CAPES)

COSTA, L. R.; MADEIRA, G. F.; **NAMORATO, K. S. C.**; MASSAHUD, M. L. B.; ANTUNES, A. N. G.; SERAIDARIAN, P. I.

Avaliação da resistência de união e do padrão de fratura após a utilização do Monobond Etch & Prime em cerâmica a base de dissilicato de lítio In: 38ª Reunião Anual Virtual da SBPqO, 2021, Online. **Brazilian Oral Research**. São Paulo: Brazilian Oral Research, 2021. v.35. p. 267-267.

Áreas do conhecimento: PRÓTESE DENTÁRIA
Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana.

Referências adicionais: Brasil/Malgaxe. Meio de divulgação: Meio digital. Home page: [http://https://www.sbpqo.org.br/hotsite2021/bor-v035-sbpqo-book.pdf]

PN0475 Avaliação da resistência de união e do padrão de fratura após a utilização do Monobond Etch & Prime em cerâmica a base de dissilicato de lítio

Costa LR*, Madeira GF, Namorato KSC, Massahud MLB, Antunes ANG, Seraidarian PI
Odontologia - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS.

Não há conflito de interesse

O objetivo deste estudo foi avaliar os diferentes métodos de tratamento de superfície em relação aos valores de resistência ao cisalhamento. Foram utilizados blocos sinterizados de cerâmica a base de dissilicato de lítio, onde foram cimentados discos de resina composta. Foram formados 5 grupos G1 ácido fluorídrico 5% + RelyX Ceramic Primer + Single Bond Universal + RelyX Ultimate; G2 Monobond Etch & Prime (MEP) + Single Bond Universal + RelyX Ultimate; G3 óxido de alumínio 50 µm + RelyX Ceramic Primer + Single Bond Universal + RelyX Ultimate; G4 óxido de alumínio 50 µm + ácido fluorídrico a 5% + RelyX Ceramic Prime + Single Bond Universal + RelyX Ultimate; G5 óxido de alumínio 50 µm + MEP + Single Bond Universal + RelyX Ultimate. As amostras foram fotopolimerizadas 40s na potência de 1200 mW/cm² e armazenadas em água destilada por 24hs em temperatura ambiente. Após esse período, foi realizado o ensaio de resistência ao cisalhamento em máquina de ensaio universal com célula de carga de 500 N. A velocidade constante foi de 1,0 mm/min até o deslocamento do disco de cimentação. As superfícies foram analisadas sob microscopia óptica para a caracterização das superfícies fraturadas. Após a análise estatística, os resultados demonstraram que não houve diferença estatística entre os grupos 1 e 2, 3 e 5. Houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo 1 e 4 e do grupo 4 em relação ao grupo 5 (p<0.05). A falha do tipo adesiva foi predominante em todos os grupos.

Pode-se concluir que o MEP pode ser utilizado como forma de tratamento das superfícies cerâmicas à base de dissilicato de lítio.

NAMORATO, K. S. C.; COSTA, L. R.; PADUA, R. B.; ANTUNES, A. N. G.

Bond strength between zirconia and composite resin using mdp-based products, associated with the temperature of the cement In: 2 Jornada On line da Faculdade de Ciências Odontológicas, 2021, Montes Claros - MG. **Brazilian Journal of Oral Sciences.** Brazilian Journal of Oral Sciences, 2021. p.1 - 141

Palavras-chave: zirconia, Adhesive cementation, Surface treatment, MDP, Bond strength

Áreas do conhecimento: Materiais Odontológicos, PRÓTESE DENTÁRIA
Referências adicionais: Brasil/Português. Meio de divulgação: Vários

PN0497

Resistência de união da zircônia e resina composta utilizando produtos com mdp, associado a temperatura do cimento e tratamento mecânico

Namorato KSC*, Costa LR, Padua RB, Massahud MLB, Seraidarian PI, Antunes ANG
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS.

Não há conflito de interesse

O objetivo desse estudo foi avaliar a combinação de métodos de tratamento de superfície físico-químicos (jateamento associado a primers e adesivo contendo a molécula 10-Metacrilóxidecilo dihidrogênio fosfatado), bem como procedimentos com a tentativa de melhorar as propriedades do material cimentante, como o aquecimento prévio a polimerização. Foram usados fragmentos de zircônia, onde foram cimentados discos de resina. Foram formados 12 grupos, de acordo com o tratamento de superfície (com e sem jateamento com óxido de alumínio 50 µm), a temperatura do cimento (temperatura ambiente e pré-aquecidos a 69°C) e os diferentes primers contendo 10-MDP e um adesivo universal. Após os procedimentos de cimentação, as amostras foram fotopolimerizadas por 20 segundos utilizando o aparelho fotopolimerizador Valo (Ultradent, EUA) na potência de 1000 mW/cm² e armazenadas em água destilada por 48 horas em temperatura ambiente. Após esse período, foi realizado o ensaio mecânico utilizando o teste de resistência ao cisalhamento, na máquina de ensaios universais Emic 500 (Emic Model 500; São José dos Pinhais, Brasil).

Com este estudo foi possível concluir que em grupos jateados o melhor resultado de resistência de união foi provido pelo adesivo universal com o cimento sendo aquecido ou não. Para a condição sem jateamento, foi notado em temperatura ambiente o Clearfill SE Bond e o Single Bond Universal foram os tratamentos que forneceram os melhores valores de resistência de união. Ao aquecer o cimento, o adesivo universal mostrou maiores valores de resistência de união.

MAMEDE, J. C.; MARTINEZ, C. H. M.; **NAMORATO, K. S. C.**; DINIZ, S. A. M.; SERAIDARIAN, P. I.; ANTUNES, A. N. G.

Efeito das técnicas de cimentação na resistência ao cisalhamento entre materiais resinosos e a superfície de resina In: 38ª Reunião Anual Virtual da SBPqO, 2021, Online.

Brazilian Oral Research. São Paulo: Brazilian Oral Research, 2021. v.35. p.320 - 320
Áreas do conhecimento: PRÓTESE DENTÁRIA
Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana
Referências adicionais: Brasil/Malgaxe. Meio de divulgação: Meio digital. Home page: [http://https://www.sbpqo.org.br/hotsite2021/bor-v035-sbpqo-book.pdf]

PN0799 Efeito das técnicas de cimentação na resistência ao cisalhamento entre materiais resinosos e a superfície de resina

Mamede JC*, Martinez CHM, **Namorato KSC**, Diniz SAM, Seraidarian PI, Antunes ANG
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS.

Não há conflito de interesse

Materiais resinosos cimentantes pré-aquecidos podem ser indicados para cimentação de restaurações indiretas. O presente estudo avaliou a influência da temperatura do agente de cimentação e da aplicação do silano na resistência de união de materiais resinosos e a superfície interna de uma resina composta confeccionada pela técnica indireta. Discos de resina composta Filtek Z100 (n=30) foram cimentados com o cimento resinoso foto ativado NX3, a resina Bulk Fill Flow e a resina composta Filtek Z350 Flow em temperatura ambiente e 69°C, sem a aplicação de silano (controle) e com aplicação de silano. Os materiais foram usados em temperatura ambiente ou pré-aquecidos em um dispositivo de aquecimento Hot Set, que aquece e mantém a temperatura do material em 69°C. Após a cimentação, os corpos-de-prova permaneceram em umidade relativa 100% por 7 dias. Em seguida, foram submetidos ao ensaio de cisalhamento em máquina de ensaios universais equipada com célula de carga de 500 kg, usando o dispositivo de cisalhamento.

Após análise estatística, teste t ($p < 0.05$) constatou-se que o uso do silano aumentou a resistência de união de todos os materiais resinosos trabalhados em temperatura ambiente. Na temperatura de 69°C, o silano promoveu aumento da resistência de união do NX3 e da Z350 Flow. O aquecimento do material resinoso não produziu aumento dos valores, quando foram usados sobre a superfície não silanizada. Nas superfícies tratadas com silano, o cimento resinoso NX3 aquecido, produziu aumento nos valores de resistência de união de 16.19 para 21.13 Mega Pascal (MPa) ($p = 0.0012$).

COSTA, L. R.; MADEIRA, G. F.; **NAMORATO, K. S. C.**; AZEVEDO, J. L. S.; AGUIAR, K. L.; ANTUNES, A. N. G.; SERAIDARIAN, P. I.

Evaluation of union resistance after use of different conditioning agents in lithium disilicate ceramics In: 2ª Jornada On line da Faculdade de Ciências Odontológicas, 2021, Montes Claros - MG.

Brazilian Journal of Oral Sciences. Campinas - SP: Brazilian Journal of Oral Sciences, 2021. p.1 - 141

Referências adicionais: Brasil/Português. Meio de divulgação: Vários



2ª Jornada Online da Faculdade de Ciências Odontológicas (FCO)

018

EVALUATION OF UNION RESISTANCE AFTER USE OF DIFFERENT CONDITIONING AGENTS IN LITHIUM DISILICATE CERAMICS

Lorrany Raicy Costa¹; Guilherme Ferber Madeira²; Karina Silveira de Castro Namorato³; Júlia Laessa Soares Azevedo⁴; Kaline Lima Aguiar⁵; Alberto Nogueira da Gama Antunes⁶; Paulo Isaías Seraidarian⁷

¹ *Doutoranda em Clínicas Odontológicas. Professora da Faculdade de Ciências Odontológicas*
² *Graduado em Odontologia na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais*
³ *Doutoranda em Clínicas Odontológicas na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais*
⁴ *Graduanda em Odontologia na Faculdade de Ciências Odontológicas*
⁵ *Graduanda em Odontologia na Faculdade de Ciências Odontológicas*
⁶ *Doutor em Odontologia. Professor da Universidade Católica de Minas Gerais*
⁷ *Doutor em Odontologia. Professor da Universidade Católica de Minas Gerais*

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate different methods of surface treatment, in lithium disilicate ceramics, in relation to the shear strength values. Sintered ceramic blocks based on lithium disilicate were used, where resin discs were cemented. Three groups were formed, according to the surface treatment used, being: G1 - 5% hydrofluoric acid, RelyX Ceramic Primer + Single Bond Universal + RelyX Ultimate; G2 - Monobond Etch & Prime + Single Bond Universal + RelyX Ultimate; G3 - 50µm aluminum oxide blasting + RelyX Ceramic Primer + Single Bond Universal + RelyX Ultimate. The samples were light-cured for 40 seconds using a Radii Plus 1200mW/cm² and stored in distilled water for 24 hours at room temperature. After this period, the mechanical shear strength test was carried out in a universal testing machine Emic 500 with a 500N load cell. The constant speed was 1.0 millimeter per minute until the displacement of the cementing disk. The fractured surfaces were analyzed under optical microscopy with 10x magnification for the quantification and characterization of the fractured surfaces. After the statistical analysis of the data, the obtained results demonstrated that there was no statistical difference between groups 1, 2 and 3. Adhesive failure was prevalent in all groups. Within the limitations of the study, it can be concluded that Monobond Etch & Prime can be used as a way of treating ceramic surfaces based on lithium disilicate.

Keywords: Lithium disilicate. Adhesive cementation. Surface treatment.

ISSN 1677-2226
Braz J Oral Sci 20 2021

NAMORATO, K. S. C.; COSTA, L. R.; PADUA, R. B.; MASSAHUD, M. L. B.; SERAIDARIAN, P. I.; ANTUNES, A. N. G.

Resistência da união da zircônia e resina composta utilizando produtos com MDP, associado a temperatura do cimento e tratamento mecânico In: 38ª Reunião Anual Virtual da SBPqO, 2021, Online.

Brazilian Oral Research. São Paulo: Brazilian Oral Research, 2021. v.35. p.271 - 271
 Áreas do conhecimento: PRÓTESE DENTÁRIA
 Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana
 Referências adicionais: Brasil/Malgaxe. Meio de divulgação: Meio digital. Home page: [http://https://www.sbpqo.org.br/hotsite2021/bor-v035-sbpqo-book.pdf]



058

BOND STRENGTH BETWEEN ZIRCONIA AND COMPOSITE RESIN USING MDP-BASED PRODUCTS, ASSOCIATED WITH THE TEMPERATURE OF THE CEMENT

Karina Silveira de Castro Namorato¹; Lorrany Raicy Costa²; Raquel Braga de Paula³; Alberto Nogueira da Gama Antunes⁴

¹ *Doutoranda em Clínicas Odontológicas na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais*

² *Doutoranda em Clínicas Odontológicas. Professora da Faculdade de Ciências Odontológicas*

³ *Graduada em Odontologia na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais*

⁴ *Professor Adjunto I, Departamento de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais*

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of chemical surface treatment methods and the heating prior to the polymerization of cement, in an attempt to improve its properties. Fragments were used zirconia (Prettau Anterior, Zirkozahn, Lietchenstein), where Z100 resin discs were cemented (3M ESPE, USA). 06 groups were formed, according to the cement temperature (room temperature and preheated to 69°C) and the different primers containing 10-MDP (Clearfil ceramic primer, Kuraray Noritake, Japan; Clearfil SE Bond Primer, Kuraray Noritake, Japan) and the Single Bond Universal adhesive, 3M Espe USA). After the cementation procedures using the light cure version of the NX3 cement (Kerr, USA), the samples were light-cured for 20 seconds using the Valo light-curing device (Ultradent, USA) at a power of 1000 mW / cm² and stored in distilled water for 48 hours. hours at room temperature. After this period, the mechanical test was carried out using the shear strength test, on the universal testing machine Emic 500 (Emic Model 500; São José dos Pinhais, Brazil). The test speed was 0.5 mm per minute. With this study it was possible to conclude that at room temperature the Clearfill SE Bond and the Single Bond Universal were the treatments that provided the best bond strength values. When heating the cement, the universal adhesive determined higher bond strength values.

Keywords: Zirconia. Adhesive cementation. Surface treatment. MDP. Bond strength.

✓ **Apresentação de trabalho e palestra****NAMORATO, K. S. C.**

Palestra - Odontologia baseada em evidências científicas, 2022. (Conferência ou palestra, Apresentação de Trabalho) *Áreas do conhecimento: Odontologia*
Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana
Referências adicionais: Brasil/Português. Meio de divulgação: Outro; Local: Faculdade Favenorte; Cidade: Montes Claros; Evento: Semana de Odontologia e Mostra de Produção Científica; Inst.promotora/financiadora: Faculdade Favenorte

NAMORATO, K. S. C.; COSTA, L. R.; PADUA, R. B.; ANTUNES, A. N. G.

Avaliação da resistência ao cisalhamento entre zircônia e resina composta após associação de tratamento de superfície químico e mecânico, 2021. (Outra, Apresentação de Trabalho)
Áreas do conhecimento: PRÓTESE DENTÁRIA
Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana
Referências adicionais: Brasil/Português. Meio de divulgação: Outro; Local: Departamento de Odontologia; Cidade: Belo Horizonte; Evento: 22ª Jornada Odontológica / 10º Encontro de Pesquisa; Inst.promotora/financiadora: PUC Minas

COSTA, L. R.; MADEIRA, G. F.; NAMORATO, K. S. C.; ANTUNES, A. N. G.; SERAIDARIAN, P. I.

Avaliação da resistência de união após a utilização do Monobond Etch & Prime em cerâmica a base de dissilicato de lítio, 2021. (Outra, Apresentação de Trabalho)
Referências adicionais: Brasil/Português. Meio de divulgação: Meio digital; Cidade: Belo Horizonte - MG; Evento: XV Encontro Científico da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais; Inst.promotora/financiadora: Universidade Federal de Minas Gerais

COSTA, L. R.; MADEIRA, G. F.; NAMORATO, K. S. C.; MASSAHUD, M. L. B.; ANTUNES, A. N. G.; SERAIDARIAN, P. I.

Avaliação da resistência de união e do padrão de fratura após a utilização do Monobond Etch & Prime em cerâmica a base de dissilicato de lítio, 2021. (Congresso, Apresentação de Trabalho)
Áreas do conhecimento: PRÓTESE DENTÁRIA
Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana
Referências adicionais: Brasil/Malgaxe. Meio de divulgação: Outro; Local: Online; Cidade: Online; Evento: 38ª Reunião Anual Virtual da SBPqO; Inst.promotora/financiadora: SBPqO

COSTA, L. R.; MASSAHUD, M. L. B.; NAMORATO, K. S. C.; SERAIDARIAN, P. I.

Avaliação da resistência de união e morfológica utilizando agente condicionante Monobond Etch & Prime em diferentes cerâmicas vítreas, 2021. (Congresso, Apresentação de Trabalho)
Áreas do conhecimento: PRÓTESE DENTÁRIA
Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana

Referências adicionais: Brasil/Malgaxe. Meio de divulgação: Outro; Local: Online; Cidade: Online; Evento: 38ª Reunião Anual Virtual da SBPqO; Inst.promotora/financiadora: SBPqO

NAMORATO, K. S. C.; COSTA, L. R.; PADUA, R. B.; ANTUNES, A. N. G.
Bond strength between zirconia and composite resin using MDP, based products, associated with the temperature of the cement, 2021.
 (Outra,Apresentação de Trabalho)
 Áreas do conhecimento: PRÓTESE DENTÁRIA
 Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana
Referências adicionais: Brasil/Português; Local: Online; Cidade: Online; Evento: 2ª JOFCO - Jornada Online da Faculdade de Ciências Odontológicas; Inst.promotora/financiadora: Faculdade de Ciências Odontológicas

MAMEDE, J. C.; MARTINEZ, C. H. M.; **NAMORATO, K. S. C.**; DINIZ, S. A. M.; SERAIDARIAN, P. I.; ANTUNES, A. N. G.
Efeito das técnicas de cimentação na resistência ao cisalhamento entre materiais resinosos e a superfície de resina, 2021. (Congresso, Apresentação de Trabalho)
 Áreas do conhecimento: PRÓTESE DENTÁRIA
 Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana
Referências adicionais: Brasil/Malgaxe. Meio de divulgação: Outro; Local: Online; Cidade: Online; Evento: 38ª Reunião Anual Virtual da SBPqO; Inst.promotora/financiadora: SBPqO

COSTA, L. R.; MADEIRA, G. F.; **NAMORATO, K. S. C.**; AZEVEDO, J. L. S.; AGUIAR, K. L.; ANTUNES, A. N. G.; SERAIDARIAN, P. I.
Evaluation of union resistance after use of different conditioning agents in lithium disilicate ceramics, 2021. (Outra,Apresentação de Trabalho)
 Áreas do conhecimento: PRÓTESE DENTÁRIA
 Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana
Referências adicionais: Brasil/Português; Local: Online; Cidade: Online; Evento: 2ª JOFCO - Jornada Online da Faculdade de Ciências Odontológicas; Inst.promotora/financiadora: Faculdade de Ciências Odontológicas

CAVALCANTI, M. S.; SILVA, M. F.; OLIVEIRA, P. S. C.; FERRAZ, L. D. A.; MOURA, N. B.; **NAMORATO, K. S. C.**; MOURA, A. S.
Projeto de extensão como ferramenta de ensino e aperfeiçoamento para graduandos de odontologia de uma universidade de Montes Claros, 2021.
 (Outra,Apresentação de Trabalho)
 Áreas do conhecimento: Odontologia
 Setores de atividade: Atividades de atenção à saúde humana
Referências adicionais: Brasil/Português. Meio de divulgação: Filme; Local: UNIMONTES; Cidade: Montes Claros; Evento: 15º Fórum de ensino, pesquisa, extensão e gestão (FEPEG); Inst.promotora/financiadora: Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES

NAMORATO, K. S. C.; COSTA, L. R.; PADUA, R. B.; MASSAHUD, M. L. B.; SERAIDARIAN, P. I.; ANTUNES, A. N. G.

Resistência de união da zircônia e resina composta utilizando produtos com MDP, associado a temperatura do cimento e tratamento mecânico, 2021.

(Congresso, Apresentação de Trabalho)

Áreas do conhecimento: **PRÓTESE DENTÁRIA**

Setores de atividade: *Atividades de atenção à saúde humana*

Referências adicionais: *Brasil/Malgaxe. Meio de divulgação: Outro; Local: Online;*

Cidade: Online; Evento: 38ª Reunião Anual Virtual da SBPqO;

Inst.promotora/financiadora: SBPqO

NAMORATO, K. S. C.; COSTA, L. R.; PADUA, R. B.; ANTUNES, A. N. G.

Resistência de união entre zircônia e resina composta utilizando produtos a base de MDP, associado a tratamento mecânico, 2021. (Outra, Apresentação de Trabalho)

Referências adicionais: Brasil/Português. Meio de divulgação: Meio digital; Cidade:

Belo Horizonte - MG; Evento: XV Encontro Científico da Faculdade de Odontologia da

Universidade Federal de Minas Gerais; Inst.promotora/financiadora: Universidade

Federal de Minas Gerais