UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

MARIA GABRIELA MARTIN DA COSTA LAMIN

AVALIAÇÃO DE CIMENTOS RESINOSOS NA ADESÃO DA ZIRCÔNIA À DIFERENTES TIPOS DE MATERIAIS DE NÚCLEO

2024

MARIA GABRIELA MARTIN DA COSTA LAMIN

AVALIAÇÃO DE CIMENTOS RESINOSOS NA ADESÃO DA ZIRCÔNIA À DIFERENTES TIPOS DE MATERIAIS DE NÚCLEO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte das exigências para a obtenção do grau de CIRURGIÃO-DENTISTA.

Orientador: Prof. Assoc. Carlos Rocha Gomes Torres
Coorientador: Pedro Caio Alves Barros

São José dos Campos
2024

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2024]. Disponível em http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Lamin, Maria Gabriela Martin da Costa
Avaliação de cimentos resinosos na adesão da zircônia à diferentes tipos de materiais de núcleo / Maria Gabriela Martin da Costa Lamin. - São José dos Campos : [s.n.], 2024.
36 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Graduação em Odontologia - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2024.
Orientador: Carlos Rocha Gomes Torres
Coorientador: Pedro Caio Alves Barros

1. Cimento resinoso. 2. Núcleo. 3. Resistência adesiva. 4. Zircônia. I. Torres, Carlos Rocha Gomes, orient. II. Barros, Pedro Caio Alves, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. V. Universidade Estadual Paulista (Unesp). VI. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi e Seção Técnica de Informática, ICMC/USP
com adaptações - STATI, STRAUD e DTI do ICT/UNESP.
Renata Aparecida Couto Martins CRB-8/8376

BANCA EXAMINADORA

Prof. Assoc. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres (Orientador)
Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Instituto de Ciência e Tecnologia
Odontologia Restauradora

Prof. Assist. Dra. Symone Cristina Teixeira
Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Instituto de Ciência e Tecnologia
Odontologia Social e Clínica Infantil

Prof. Assist. Dra. Fernanda Alves Feitosa
Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Instituto de Ciência e Tecnologia
Odontologia Social e Clínica Infantil

São José dos Campos, dia 06 de março de 2024.

DEDICATÓRIA

Esse trabalho é dedicado à minha mãe que sempre fez o possível e o impossível para garantir minha educação.

AGRADECIMENTOS

A **Deus** por me abençoar e iluminar meu caminho e guiar meus passos.

Aos meus pais **Glória e Sidnei**, por me apoiarem e me aconselharem nessa passagem pela faculdade. Por toda ajuda e amor, que espero sempre retribuir.

Aos **meus avós**, por me ensinarem a amar incondicionalmente e respeitar o próximo.

Ao meu professor orientador**, Carlos Torres**, cuja expertise e paciência foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

As professoras **Symone, Fernanda e Ana Amélia** por me guiarem durante a faculdade, me apresentando a odontologia que eu quero fazer parte.

Aos meus amigos por estarem ao meu lado e me proporcionar boas risadas. Especialmente à **Maria Júlia**, por sempre me apoiar e segurar minha mão durante os momentos fáceis e difíceis. Ao **Pedro Caio**, meu coorientador e grande amigo por me ensinar muito e me ajudar muito. A **Monique** minha dupla de faculdade que passou por todas as fases e dificuldades comigo desde o primeiro dia e ao **Rafael Cunha** pela paciência e apoio durante esse trabalho.

Sem o apoio de todos vocês minha trajetória não seria tão gratificante. Obrigada.

"Ao alcançar nossos objetivos, não nos esqueçamos de olhar para trás e agradecer àqueles que nos apoiaram, àqueles que nos desafiaram e, acima de tudo, a nós mesmos por nunca desistirmos." - Malala Yousafzai

RESUMO

Lamin MGMC. Avaliação de cimentos resinosos na adesão da zircônia á diferentes tipos de materiais de núcleo [trabalho de conclusão de curso]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2024.

Objetivo: O objetivo deste estudo é avaliar a resistência de união entre a zircônia, empregada como coroa unitária, e diferentes tipos de materiais para núcleo, utilizando cimentos e seus respectivos primers **Material e Métodos:** 300 espécimes cilíndricos de Zircônia Y-TZP (Vita) foram preparados. Foi realizado jateamento de oxido de alumínio na superfície e aplicação de primers seguindo os protocolos dos fabricantes. Para simulação do núcleo, seis substratos diferentes foram utilizados: D - dentina humana, DL - Dissilicato de lítio, NC - níquel/cromo, PE -prata/estanho, CA - cobre/alumínio, e R - resina composta (Rebilda DC - Voco). A cimentação foi realizada com cinco cimentos diferentes (n=10): BF - Bifix Hybrid Abutment (Voco); RC - ResiCem (Shofu) - (FP); ML - Multilink Hybrid Abutment (Ivoclar Vivadent) - (FP); SB - Super-Bond (Sun Medical) -e RX - RelyX ARC (3M/Espe). O teste de resistência adesiva ao cisalhamento foi realizado com a máquina universal de ensaios. **Resultados:** Teste ANOVA a dois fatores apresentou diferenças significativas para o tipo de núcleo (p=0,001), tipo de cimento(p=0,001) e interação (p=0,001), seguido por Teste Tukey, com nível de significância de 5%. **Conclusão:** O Super-Bond resultou na maior resistência adesiva dentre todos os cimentos resinosos testados. O núcleo confeccionado em silicato de lítio proporcionou a maior adesão, enquanto a dentina a menor.

Palavras-chave: cimento resinoso; núcleo; resistência adesiva; zircônia

ABSTRACT

Lamin MGMC. Evaluation of resin cements in bonding zirconia to different types of core materials. [graduation final work]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2024.

***Objective**: The objective of this study is to evaluate the bond strength between zirconia, employed as a single crown, and different types of core materials, using cements and their respective primers**. Material and Methods:** 300 cylindrical specimens of Y-TZP Zirconia (Vita) were prepared. Aluminum oxide sandblasting was performed on the surface, followed by primer application following the manufacturers' protocols. For core simulation, six different substrates were used: D - human dentin, DL - Lithium disilicate, NC - nickel/chromium, PE - silver/tin, CA - copper/aluminum, and R - composite resin (Rebilda DC - Voco). Cementation was performed using five different cements (n=10): BF - Bifix Hybrid Abutment (Voco); RC - ResiCem (Shofu) - (FP); ML - Multilink Hybrid Abutment (Ivoclar Vivadent) - (FP); SB - Super-Bond (Sun Medical), and RX - RelyX ARC (3M/Espe). The shear bond strength test was conducted using a universal testing machine. **Results:** A two-way ANOVA test showed significant differences for the type of core (p=0.001), type of cement (p=0.001), and interaction (p=0.001), followed by Tukey's test, with a significance level of 5%. **Conclusion:** The Super-Bond resulted in the highest adhesive strength among all tested resin cements. The core made of lithium disilicate provided the highest adhesion, while dentin exhibited the lowest..*

Keywords: resin cement; core; adhesive strength; zirconia.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
2 MATERIAL E MÉTODOS..... 11
2.1 Cálculo Amostral 11
2.2 Preparo dos espécimes que irão simular os copings de zircônia 11
2.3 Preparo dos espécimes que irão simular os núcleos de preenchimento. 13
2.4 Procedimento de cimentação..... 15
2.5 Teste de Cisalhamento..... 22
2.6 Análise estatística 23
3 RESULTADOS..... 24
4 DISCUSSÃO 28
5 CONCLUSÃO 31
REFERÊNCIAS..... 32
ANEXO..... 34

1 INTRODUÇÃO

O uso de coroas totais é uma modalidade de tratamento restaurador indireto, indicada perante as limitações de técnicas diretas utilizando resinas compostas. A utilização de coroas unitárias em odontologia restaurada se faz necessário em casos de fraturas extensas, ou perdas de estrutura dental excessiva que prejudiquem o remanescente dentário [1]. Dentre os principais materiais de escolha para confecção da peça protética destacam-se os metálicos e cerâmicos.

As cerâmicas odontológicas, compreendem uma categoria de material não metálico, produzido através de um processo resultante de tratamentos térmicos elevados. Elas são consideradas atrativas devido à sua biocompatibilidade, estabilidade de cor a longo prazo, durabilidade química, resistência ao desgaste e possibilidade de ser confeccionada no formato desejado com precisão [2]. As cerâmicas são subclassificadas de acordo com a base do material, desde: feldspática, alumina, lítio e zircônia.

A zircônia é um óxido de zircônio parcialmente estabilizado, usualmente na fase tetragonal (t-ZrO2), entretanto, para o uso odontológico, a zircônia é estabilizada pela adição de óxidos como ítria (Y2O3), melhorando suas propriedades de tensão contra fraturas [3]. Além disso, possui diferentes protocolos para tratamento de superfície com o intuito de reforçar o processo adesivo [4,5].

Uma adesão adequada se caracteriza como um requisito primário para o sucesso clínico e longevidade das restaurações indiretas [6,7]. Para efetivar o processo adesivo, se faz necessária a formação de uma camada estável resultante de etapas clínicas sequenciais. Neste contexto, a escolha do material colabora diretamente na efetividade do tratamento adesivo [8,9]

Os agentes cimentantes atuam na formação da camada adesiva, de maneira química ou mecânica. Os cimentos resinosos, possuem alta adesão, baixa

solubilidade aos fluidos orais e ampla resistências às forças tensionais e de cisalhamento, constituindo a principal classe de materiais para a cimentação [3]. Para serem considerados ideais, devem unir a interface da prótese com o substrato dental garantindo resistência, retenção e vedamento marginal, afim de evitar micro infiltração, promovendo conservação da estrutura dentária [7,9].

A capacidade de adesão do cimento à estrutura dental é tão relevante quanto em diferentes tipos de núcleos podem estar presentes nos casos de dentes severamente destruídos. Diferentes tipos de núcleos podem ser utilizados, tais como: metálicos fundidos, preenchimento resinoso ou cerâmicos. Nesse caso, a adesão dos cimentos aos diferentes materiais de núcleo também pode contribuir para melhorar a retenção das coroas [6,10–12]. No entanto, com o advento de novos produtos e formulações no mercado, é crucial determinar como eles se comportam diante dessas diferentes situações.

E por essas razões o objetivo deste estudo é avaliar a resistência de união entre a zircônia, empregada como coroa unitária, e diferentes tipos de materiais para núcleo, utilizando cimentos e seus respectivos primers

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Cálculo Amostral

O tamanho da amostra foi determinado utilizando o software G*Power 4.1 com nível de significância de 5%, poder estatístico de 80% e tamanho de efeito F 0.28. Foi demonstrada então a necessidade de 10 espécimes por grupo. Como foi utilizado o substrato dentina, 10 dentes humanos foram necessários.

2.2 Preparo dos espécimes que irão simular os copings de zircônia

Para simular as coroas totais, 300 espécimes cilíndricos foram obtidos a partir de um bloco de zircônia Y-TZP (Vita In-Ceram YZ – Wilcos) (figura 1a), usando uma broca tipo trefina diamantada com 3mm de diâmetro interno (figura 1b) montada em uma máquina cortadora de amostras circulares (figura 1c). Os espécimes foram cortados transversalmente com disco diamantado, resultando em uma altura de 4mm (figura 1d). As amostras foram então sinterizadas em um forno de alta temperatura de (Sintramat, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

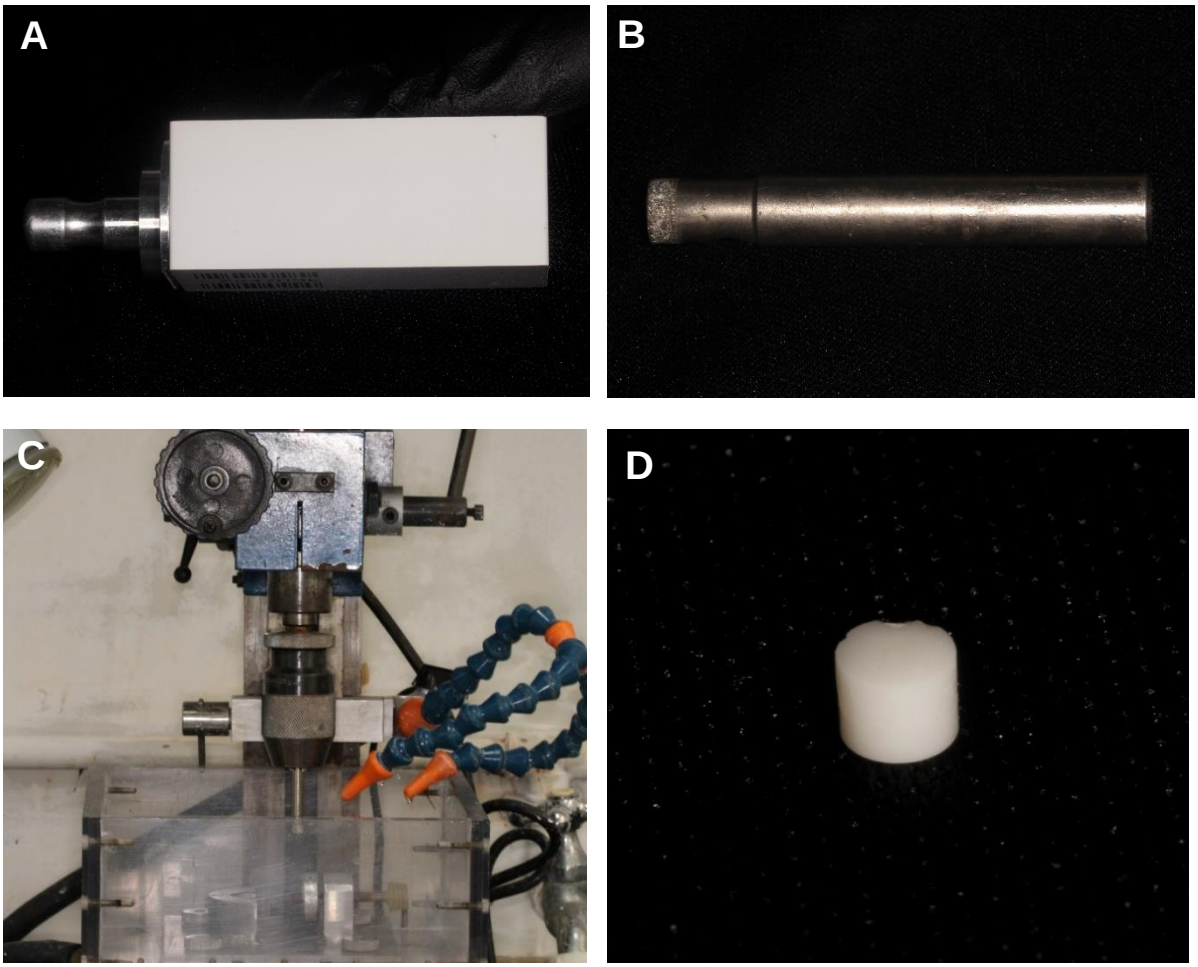

Figura 1 - Confecção dos copings de zircônia a) bloco de zircônia Y-TZP (Vita In-Ceram YZ – Wilcos); b) broca tipo trefina diamantada com secção 3mm de diâmetro interno; c) Cortadora de amostras circulares (ICT-UNESP, São José dos Campos, SP, Brasil); d) espécime cilíndrico de zircônia sinterizada.
Fonte: Elaborado pela autora.

O lado do espécime a ser aderido teve sua superfície perfeitamente planificada e a textura inicial padronizada empregando uma sequência de lixas (P120, P600, P800 e P1200, Extec, Enfield, CT, USA) (figura 2a) acopladas a uma politriz motorizada circular (figuras 2b e 2c). A seguir essa superfície foi jateada com partículas de óxido de alumínio de 100 µm, a uma pressão de 2,8 bar, por 15 segundos, a uma distância de 10 mm e um ângulo de 90° (figuras 2d e 2e). Todos os espécimes foram limpos em banho ultrassônico por 20 segundos e secos ao ar (figura 2f).

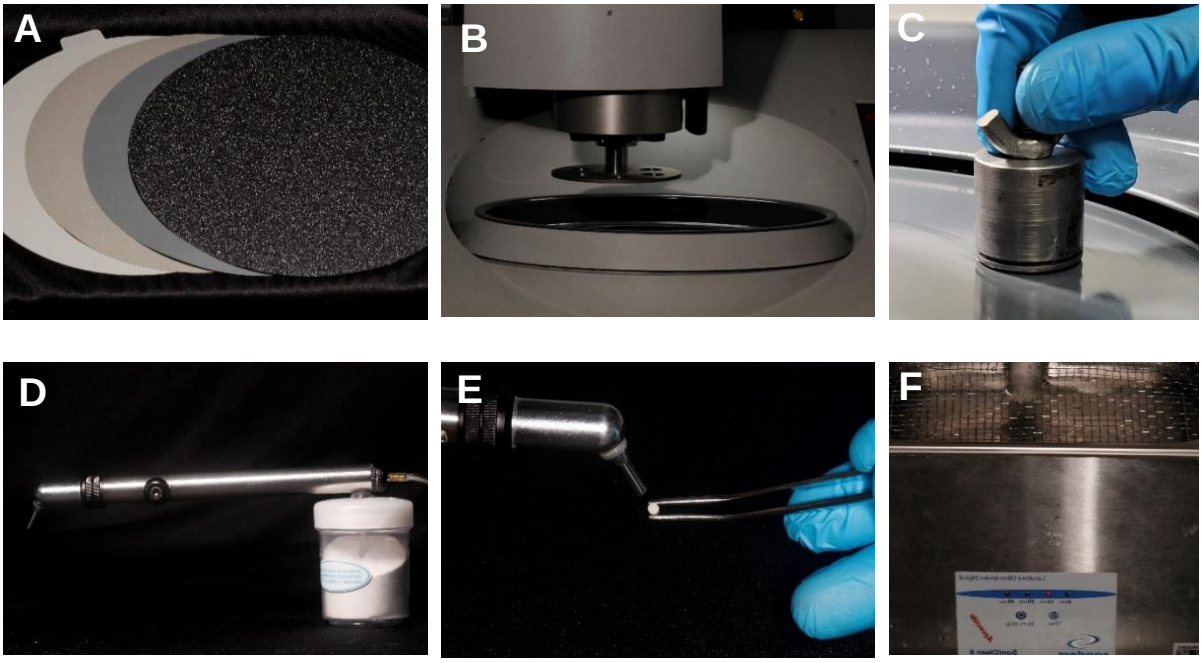

Figura 2 – Preparo de superfície dos espécimes de zircônia. a) Sequência de lixas de polimento P1200, P800, P600 e P120 (da esquerda para a direita); b) politriz motorizada circular com suporte para múltiplas amostras; c) polimento manual dos espécimes de zircônia utilizando dispositivo de padronização; d) jato de óxido de alumínio; e) jateamento da superfície da zircônia a ser aderida nos diferentes substratos; f) Limpeza dos espécimes em cuba ultrassônica.
Fonte: Elaborado pela autora.

2.3 Preparo dos espécimes que irão simular os núcleos de preenchimento.

Para a simulação dos núcleos, foram testados os seguintes substratos (n=10) (figura 3a – 3f):

1. Dentina humana
2. Dissilicato de lítio (IPS E.Max Press LT - Ivoclar Vivadent)
3. Liga de níquel-cromo (Liga N Niquel Cromo – Vipi)
4. Liga de prata (AG-SN - La Croix)
5. Liga de Cobre/Alumínio (Golden Cast – Talmax)
6. Resina de preenchimento (Rebilda, Voco)

Figura 3 – Materiais de núcleo. a) Dentina humana; b) Dissilicato de Lítio; c) liga metálica de níquel-cromo; d) Liga metálica de prata-estanho; e) Liga metálica de cobre-alumínio; f) Compósito Rebilda DC – Voco para confecção de núcleos de preenchimento.
Fonte: Elaborado pela autora.

Com relação à dentina, foram utilizados dentes terceiros molares humanos extraídos por razões diversas, que foram limpos com pasta de pedra pomes e água (figura 4a). A superfície oclusal foi desgastada até exposição da dentina e obtenção de uma superfície plana (figura 4b e 4c). Para os demais materiais, cilindros com 6mm de diâmetro e 3 de espessura forram preparados. A seguir todos os substratos simulando os núcleos foram embutidos em resina acrílica quimicamente ativada, dentro de tubos de PVC com 25mm de diâmetro e armazenados em água (figuras 4d-4f). A textura de superfície de todos os espécimes foi padronizada com lixa P600, que simula a rugosidade produzida por uma ponta diamantada durante o preparo dental.

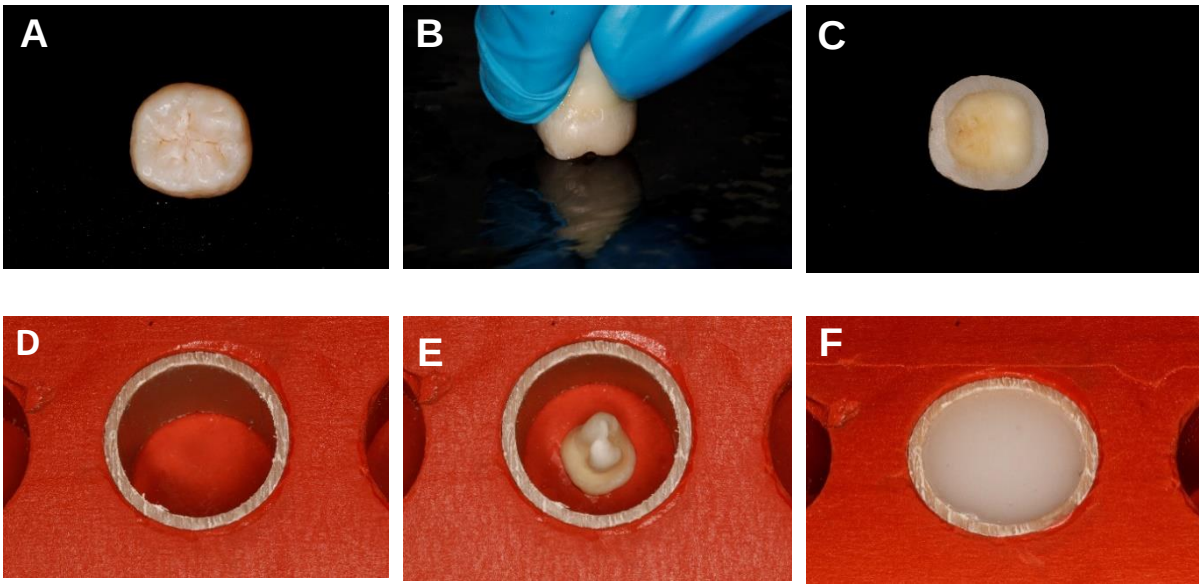

Figura 4 – Preparo da dentina como material de substrato. a) Dente molar extraído e hígido; b) desgaste da superfície oclusal até exposição da dentina; c) Aspecto da dentina após desgaste e sequência de polimento; d) Tubo de pvc adaptado em matriz de silicone; e) Posicionamento do dente com a face da dentina voltada para a matriz de silicone; f) Preenchimento do tubo de pvc com resina acrílica.
Fonte: Elaborada pela autora.

2.4 Procedimento de cimentação

Para cada substrato simulando um núcleo, os cilindros de zircônia simulando os copings foram cimentados utilizando os seguintes agentes cimentantes e testados com seus respectivos protocolos de condicionamento de superfície (n=10):

- **Multilink Hybrid Abutment** – Cimento resinoso auto-polimerizável. O produto é fornecido como uma seringa de corpo duplo, em que as duas pastas são combinadas através de uma ponta de automistura. O condicionamento prévio da superfície varia com o substrato: metálico e compósito é feito com jateamento de óxido de alumínio, seguido de lavagem com spray de água e seco com jato de ar; dissilicato é feito condicionamento com ácido fluorídrico a 5% durante 20 segundos, seguido de lavagem com spray de água e seco com ar; dentina é feito com a

aplicação do adesivo Tetric N-Bond seguido de fotopolimerização. A peça de zircônia é jateada com óxido de alumínio e então submetida a limpeza em banho de ultra-som para em seguida ser feita a aplicação do primer universal Monobond Plus, com o auxílio de um microbrush, deixando repousar por 60 segundos e então sendo aplicado um jato de ar. O cimento é aplicado tanto na peça de zircônia quanto no substrato e, após 2 minutos sob leve pressão, é feita a remoção dos excessos com um microbrush. O tempo total de cura é de aproximadamente 7 minutos.

- **ResiCem –** Cimento resinoso dual. O produto é fornecido como uma seringa de corpo duplo, em que as duas pastas são combinadas através de uma ponta de automistura. O condicionamento prévio da superfície varia de acordo com o substrato: metálico é feita a aplicação de uma camada uniforme de SHOFU Universal Primer com o auxílio de um aplicador microbrush e deixando repousar por 10 segundos; dissilicato e compósito é feita a aplicação do Porcelain Primer com o auxílio de um microbrush; dentina é feita a aplicação do adesivo BeautiBond Universal com o auxílio de um microbrush e deixando repousar por 20 segundos. A peça de zircônia é jateada com óxido de alumínio e então submetida a limpeza em banho de ultra-som para em seguida ser feita a aplicação do SHOFU Universal Primer, com o auxílio de um microbrush, deixando repousar por 10 segundos. O cimento é manipulado e aplicado na peça de zircônia em sua face a ser aderida, sendo então posicionada no substrato e, após feita a pressão, são removidos os excessos e feita a fotopolimerização por 20 segundos. O tempo total de cura é de aproximadamente 3 minutos considerando sua presa química.

- **Bifix Hybrid Abutment –** Cimento resinoso dual. O produto é fornecido como uma seringa de corpo duplo, em que as duas pastas são combinadas através de uma ponta de automistura. O condicionamento prévio da superfície varia de acordo com o substrato: metálico e compósito é feito

com jateamento de óxido de alumínio, seguido de limpeza em banho de ultra-som e secagem; dissilicato é feito condicionamento com ácido fluorídrico a 5% durante 20 segundos, seguido de lavagem com spray de água e seco com ar; dentina é feito com a aplicação do adesivo Futurabond U seguido de fotopolimerização. A peça de zircônia é jateada com óxido de alumínio e então submetida a limpeza em banho de ultra-som para em seguida ser feita a aplicação do primer Ceramic Bond, com o auxílio de um microbrush, deixando repousar por 60 segundos e então sendo aplicado um jato de ar. O cimento é aplicado na peça de zircônia e no substrato, sendo feita ligeira pressão. A remoção de excessos é feita com bolinhas de espuma Pele Tim logo que o material extravase. O tempo total de cura varia entre 4 minutos (intraoral – 37º C) e 7 minutos (extraoral – 23º C).

- **Super-Bond –** Cimento resinoso ativado quimicamente. O produto é apresentado em frascos separados contendo o polímero em pó, monômero e o Catalyst V-Primer, que são devidamente dosados e misturados em recipiente de mistura. O condicionamento prévio da superfície varia de acordo com o substrato: metálico e compósito é feita a limpeza da superfície com uma solução de pedra-pomes e água, em seguida é feito o jateamento de óxido de alumínio, seguido de limpeza em banho de ultra-som e secagem, para então ser aplicada uma fina camada do V-PRIMER; dissilicato é feita a limpeza da superfície com uma solução de pedra-pomes e água, em seguida é feita a secagem com jato de ar e então feita a aplicação do Super-Bond Universal Ceramic Primer; dentina é feita a limpeza da superfície com uma solução pedra-pomes e água e feita a secagem, em seguida é feito o condicionamento de superfície utilizando o Dentin Etchant Gel por 10 segundos e então feita nova lavagem apenas com spray de água e jato de ar. A peça de zircônia é jateada com óxido de alumínio e então submetida a limpeza em banho de ultra-som para em seguida ser feita a aplicação do Super-Bond Universal Ceramic Primer com um microbrush e seco por 10 segundos. O cimento é manipulado conforme

a técnica bulk-mix, sendo colocado o monômero líquido e o V-PRIMER na proporção de 4:1 em gotas na placa de mistura, seguido da adição de 1 colher pequena do polímero em pó. Após a mistura, o cimento é aplicado na peça de zircônia e feita leve pressão por 2 minutos no substrato, deixando extravasar o material. A remoção dos excessos é feito com um microbrush. O tempo total de cura é de aproximadamente 13 minutos.

- **RelyX ARC –** Cimento resinoso dual. O produto é fornecido como uma seringa com dispositivo clicker, em que quantidades iguais em peso de cada pasta são dispensadas numa placa e misturadas. O condicionamento prévio da superfície varia de acordo com o substrato: dentina é feita a aplicação do 3M Scotchbond Etchant (ácido ortofosfórico 37%), lavagem com spray de água, seco com jato de ar e em seguida é feita a aplicação de duas camadas de 3M Single Bond Universal, seco com ar por 5 segundos e em seguida feita a fotopolimerização por 10 segundos; metálico, compósito e dissilicato é feito com jateamento de óxido de alumínio, seguido de limpeza em banho de ultra-som e secagem, e então todos os passos anteriores aplicados à dentina. A peça de zircônia é jateada com óxido de alumínio e então submetida a limpeza em banho de ultra-som para em seguida ser feita a aplicação do primer RelyX Ceramic Primer, com o auxílio de um microbrush, e seco por 5 segundos. O cimento é aplicado na peça de zircônia e feita ligeira pressão contra o substrato. A remoção do excesso pode ser feita imediatamente após a pressão com o auxílio de um microbrush e então feita a fotopolimerização das margens por 40 segundos. O tempo total de cura é de aproximadamente 10 minutos.

Quadro 1 – Composição dos agentes cimentantes e de seus respectivo primers

Nome	Composição	Primers	Fabricante
Multilink Hybrid Abutment	Dimetacrilatos, HEMA, vidro de bário, trifluoreto de itérbio, óxido misto esférico e óxido de titânio.	**Monobond Plus:** Solução alcoólica de metacrilato de silano, metacrilato de ácido fosfórico e metacrilato de sulfeto.	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
ResiCem	Pasta A: UDMA, TEGDMA, vidro de flúor aluminossilicato, iniciador; Pasta B: UDMA, TEGDMA, monômero de ácido carboxílico, 4-AET, 2-HEMA, vidro de flúor aluminossilicato, iniciador.	**SHOFU Universal Primer:** Acetona, monômero de ácido fosfônico, monômero de ácido tioctico; **Porcelain Primer:** Etanol, agente de acoplamento de silano	Shofu, Kyoto, Japão
Bifix Hybrid Abutment	Vidro de bário alumínio borossilicato,dióxido de titânio, HEDMA, BisGMA, vidro de fluorossilicato, óxido de silício pirogenado, iniciadores, estabilizadores, pigmentos corantes.	**Ceramic Bond:** Acetona, 3-metacriloxipropiltrimetoxissilano, éster de ácido fosfórico metacrilado.	VOCO, Cuxhaven, Alemanha
Super-Bond	Metilmetacrilato (MMA), Anidrido de trimelitato de 4-metacriloxietil (4-META).	**V-PRIMER:** TBB, hidrocarboneto; **Super-Bond Universal Ceramic Primer:** agente de acoplamento de silano.	Sun Medical, Shiga, Japão
RelyX ARC	Pasta A: Bis-GMA, TEGDMA, polímero dimetacrilato patenteado, partículas de sílica/zircônia, pigmentos, amina, iniciador; Pasta B: Bis-GMA, TEGDMA, polímero dimetacrilato patenteado, peróxido de benzoíla.	**RelyX Ceramic Primer:** Álcool etílico, água, 3-Metacriloxipropiltrimetoxisilano.	3M, Mapplewood, Minnesota, EUA

Legenda: O quadro 1 apresenta a composição dos cimentos avaliados, bem como seus respectivos primers.

Fonte: Elaborada pela autora.

Após o condicionamento prévio de superfície das superfícies de adesão e aplicação de cada um dos cimentos (figuras 5a-5j), os cilindros de zircônia foram posicionados sobre os substratos e receberam uma pressão de 100g por 5 minutos. A fotopolimerização dos cimentos resinosos duais foi feita por 40 segundos a 600mW/cm2 utilizando o aparelho VALO Cordless (Ultradent) e os excessos foram removidos.

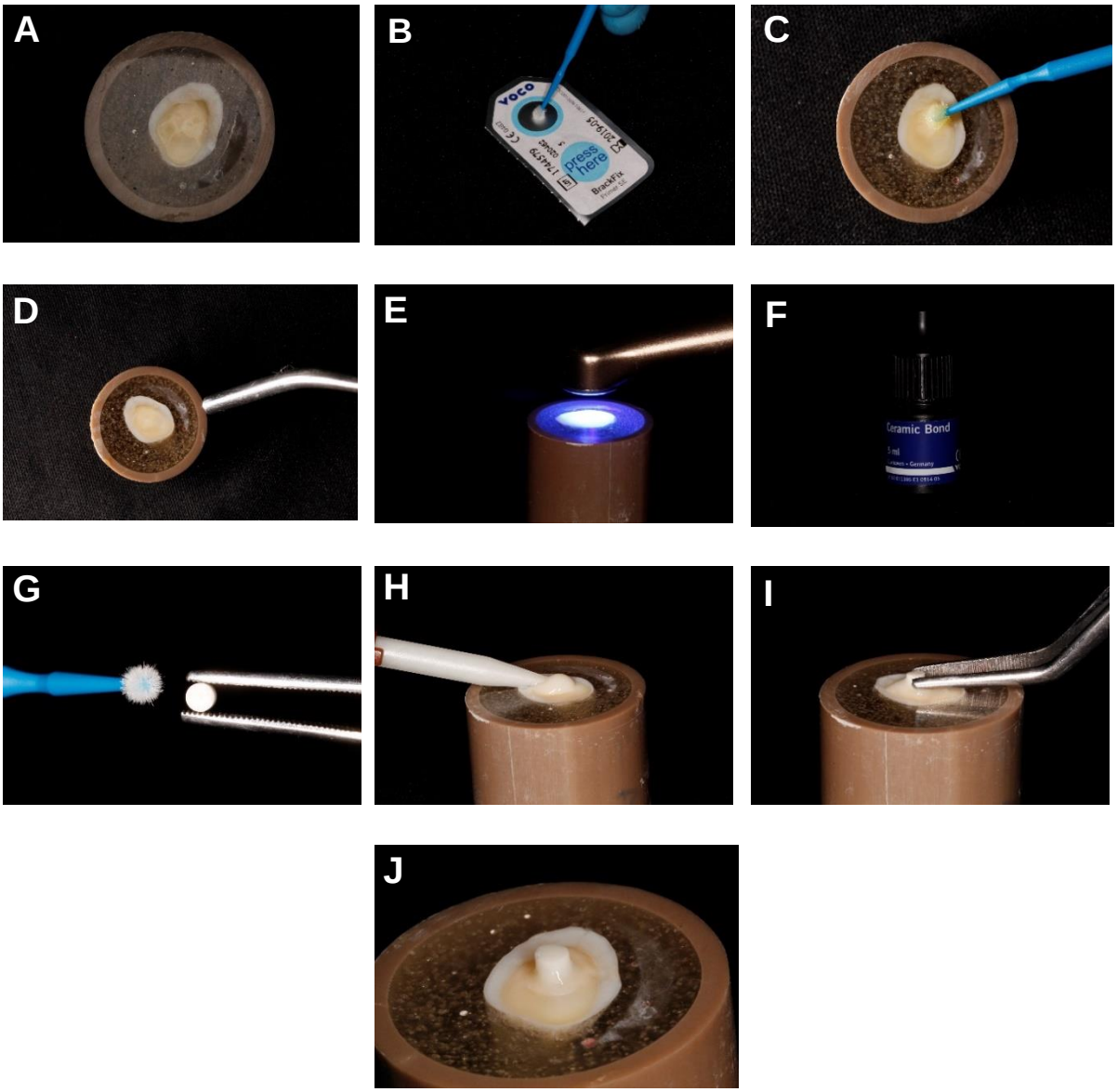

Figura 5 – Cimentação do espécime de zircônia. a) substrato em dentina; b) adesivo Futurabond U; c) Aplicação do sistema adesivo com aplicador microbrush; d) Secagem com leve jato de ar; e) Fotopolimerização do adesivo; f) Primer Ceramic Bond; g) Aplicação do primer sobre o espécime de zircônia; h) Aplicação do cimento Bifix Hybrid Abutment sobre o substrato de adesão; i) Cimentação do espécime de zircônia no substrato; J) Aspecto final do espécime após a remoção dos excessos e fotopolimerização.

Fonte: Elaborada pela autora.

Posteriormente os espécimes foram armazenados em água 37ºC por 24 horas para então serem submetidas ao teste de cisalhamento.

2.5 Teste de Cisalhamento.

Quadro 2 – Combinações de substratos e cimentos resinosos

	Bifix	ResiCem	RelyX	Multilink	Super-Bond
Dentina Humana	BHD – Bifix/Dentina	RCD – ResiCem/Dentina	RXD – RelyX/Dentina	MHD – Multilink /Dentina	SBD – Super-Bond/Dentina
Dissilicato de Lítio	BHDL – Bifix/Dissilicato de Lítio	RCDL – ResiCem/Dissilicato de Lítio	RXDL – RelyX/Dissilicato de Lítio	MHDL – Multilink /Dissilicato de Lítio	SBDL – Super-Bond/Dissilicato de Lítio
Níquel-Cromo	BHNC – Bifix /Níquel Cromo	RCNC – ResiCem/Níquel Cromo	RXNC – RelyX/Níquel Cromo	MHNC – Multilink/Níquel Cromo	SBNC – Super-Bond/Níquel Cromo
Prata-Estanho	BHP – Bifix/Prata	RCP – ResiCem/Prata	RXP – RelyX/Prata	MHP – Multilink/Prata	SBP – Super-Bond/Prata
Cobre-Alumínio	BHCA – Bifix/Cobre Alumínio	RCCA – ResiCem/Cobre Alumínio	RXCA – RelyX/Cobre Alumínio	MHCA – Multilink/Cobre Alumínio	SBCA – Super-Bond/Cobre Alumínio
Resina	BHR – Bifix/Resina	RCR – ResiCem/Resina	RXR – RelyX/Resina	MHR – Multilink/Resina	SBR – Super-Bond/Resina

Legenda: Cada grupo representa uma combinação específica de cimento e substrato dental.

Fonte: Elaborada pela autora.

Os espécimes foram testados em uma máquina universal de ensaios (DL 200MF, EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil) (figura 6a), com uma célula de carga de 50 kg a uma velocidade de 1 mm/min. Os espécimes foram fixados em uma base metálica projetada para posicioná-los corretamente na máquina de teste (figura 6b) e, em seguida, um dispositivo em forma de lâmina foi colocada sobre a lateral da amostra, para que a força de cisalhamento seja direcionada ao longo da superfície cimentada (figura 6c).

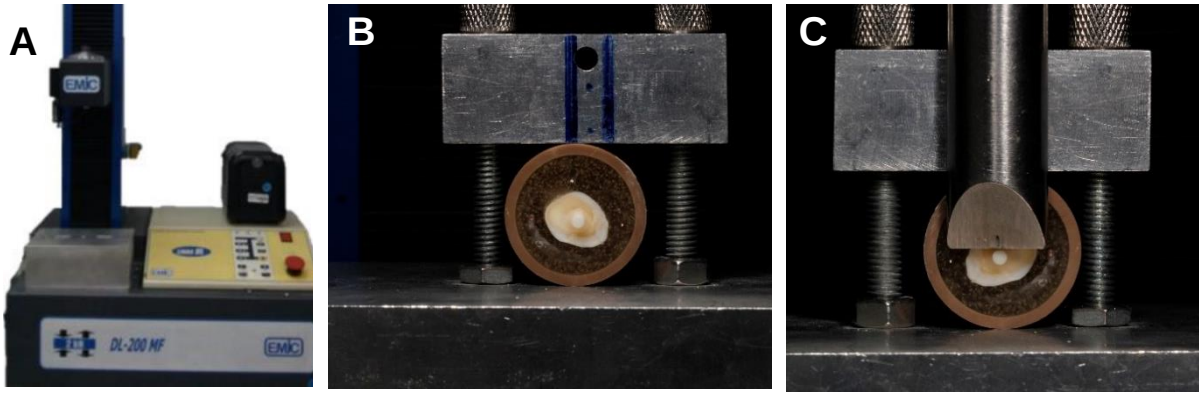

Figura 6 – Teste de cisalhamento para mensuração da resistência de união. a) Máquina universal de ensaios EMIC; b) Espécime posicionado e fixado na base metálica de apoio; c) Dispositivo de cisalhamento centralizado com o espécime (vide marcação na lâmina).

Fonte: Elaborada pela autora.

2.6 Análise estatística

A distribuição normal e a homocedasticidade dos dados de resistência adesiva foram verificadas pelos testes de Shapiro-wilk e Levene. Os grupos foram comparados por meio do teste de Análise de Variância (ANOVA) a dois fatores para “material de núcleo” e “cimento”. As comparações pos-hoc foram realizadas pelo teste de Tukey. Para todas as análises foi empregado um nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS

Os resultados do teste ANOVA a dois fatores para a resistência adesiva podem ser observados na Tabela I. Diferenças significativas foram observadas para cada fator em estudo, bem como para a interação entre eles. Os resultados do teste de Tukey para os fatores “cimento” e “material de núcleo” podem ser observados nas Tabela II e III, respectivamente.

Tabela I – Resultados do teste ANOVA a dois fatores para resistência adesiva

Fatores	P
Cimento	0,001*
Núcleo	0,001*
Cimento x Núcleo	0,001*

Legenda: *Diferenças significativas.

Fonte: Elaborada pela autora

A Tabela II mostra que a resistência adesiva do Super-Bond foi a maior entre todos os materiais testados, enquanto os demais cimentos apresentaram valores similares entre si.

Tabela II – Resultados do teste de Tukey para os diferentes tipos de cimento em relação à resistência adesiva

Cimento	Média	Desvio Padrão	Conjuntos Homogêneos	
Bifix	15,99	4,71	a	
ResiCem	17,94	8,06	a	
RelyX	18,52	5,40	a	
Multilink	18,65	4,35	a	
Super-Bond	42,95	14,31		b

Legenda: Grupos com as mesmas letras não apresentam diferenças significativas entre si.

Fonte: Elaborada pela autora

A tabela 3 mostra que dentre os diferentes tipos de substratos possíveis, o núcleo de Dissilicato de Lítio foi o que apresentou a maior resistência ao cisalhamento, seguido do núcleo confeccionado em resina. Os materiais metálicos apresentaram valores intermediários e a dentina humana os valores mais baixos.

Tabela III – Resultados do teste de Tukey para os diferentes materiais de núcleo

Núcleo	Média	Desvio Padrão	Conjuntos Homogêneos		
Dentina Humana	18,71	7,11	a		
Prata-Estanho	21,87	9,91	a	b	
Níquel-Cromo	21,99	14,53	a	b	
Cobre-Alumínio	22,78	15,55		b	
Resina	24,18	11,38		b	c
Dissilicato de Lítio	27,29	16,22			c

Legenda: Grupos com as mesmas letras não apresentam diferenças significativas entre si.

Fonte: Elaborada pela autora

A figura 7 apresenta as médias de resistência adesiva de cada um dos cimentos utilizados para cada tipo de material de núcleo. É possível observar que o Super-Bond apresentou os maiores valores para todos os substratos avaliados, tendo seu menor valor quando utilizado sobre a dentina humana, e que a resistência adesiva do ResiCem variou de acordo com o substrato, apresentando resultados mais baixos quando utilizado sobre os núcleos metálicos.

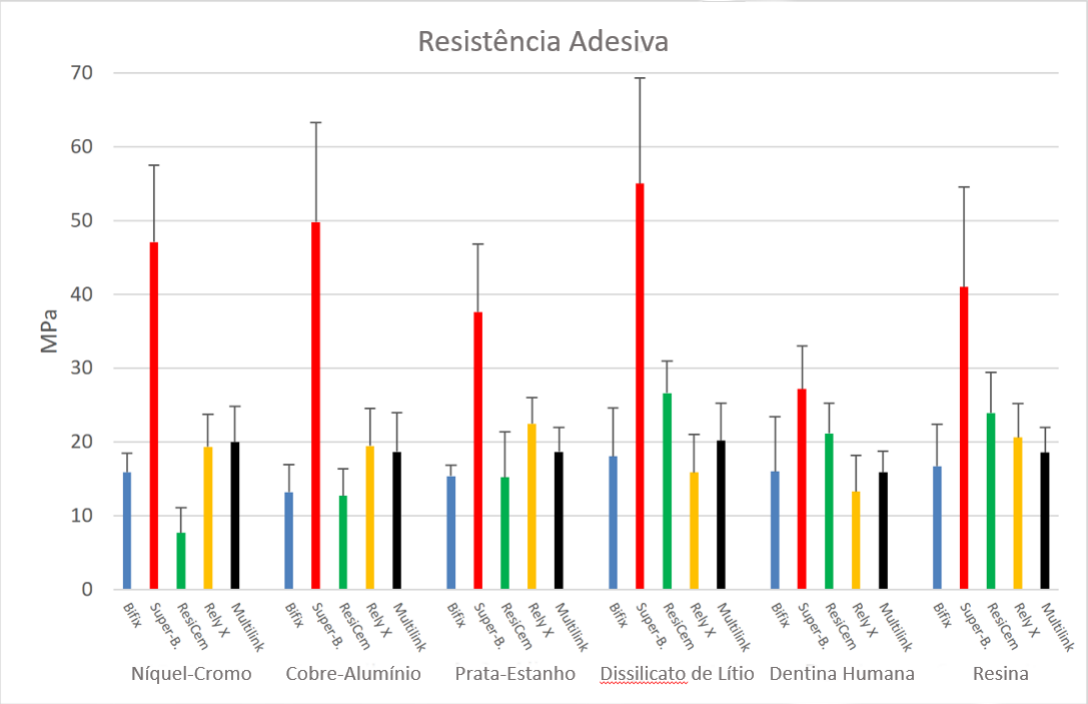

Figura 7 – Médias de resistência adesiva (Mpa) para todos os materiais de acordo com o tipo de núcleo.
Fonte: Elaborado pela autora.

4 DISCUSSÃO

A adesão é um processo que pode ser obtido por meio de duas técnicas, pela forma convencional com condicionamento ácido total, ou pela forma autocondicionante. Quando é feito em esmalte, o condicionamento com ácido age limpando a superfície e desmineralizando parcialmente a estrutura, gerando microporosidades que permitirão ao adesivo penetrar na estrutura prismática e formar uma retenção mecânica satisfatória e estável, dada à natureza altamente inorgânica do esmalte. Porém, dentes severamente destruídos terão pouco esmalte remanescente e sua adesão se dará predominantemente em dentina.

Os resultados obtidos no estudo mostraram que a adesão em dentina foi a mais baixa dentre todas as simulações testadas, tendo apresentado um valor de resistência média de 18,71 MPa. Embora o valor seja baixo comparado com outros substratos, o achado está de acordo com o que se tem relatado na literatura com valores entre 12,80 [12] e 18,90 Mpa [13], considerando as diferentes camadas do tecido dentinário em que se dá a adesão. A dentina é um tecido de natureza conjuntiva e calcificado que, diferentemente do esmalte, possuí menor conteúdo inorgânico e conta com uma maior quantidade de colágeno e água em sua composição, além de apresentar uma diversidade estrutural entre túbulos dentinários e dentina inter e intratubular, com proporções diferentes de colágeno e umidade a depender da profundidade do tecido e sua proximidade com a polpa [14]. Essas características podem impactar na resistência adesiva dos diferentes cimentos resinosos testados, uma vez que a relativa presença de água na dentina é fundamental por manter a rede colágena permeável à ação dos monômeros resinosos, porém seu completo ressecamento pode colapsar as fibras colágenas e o excesso pode dissociar os monômeros envolvidos, fatores que são determinantes na qualidade de formação da camada híbrida, que é definida como a interface resultante dessa inter-relação da infiltração do monômeros do adesivo entre as fibras colágenas expostas [15].

O sucesso clínico ao substrato dentinário, diretamente ligado a longevidade dos materiais restauradores, está relacionado com a qualidade de formação e manutenção da camada híbrida, que dentre seus fatores de degradação está envolvida a hidrólise da resina adesiva [16], de modo que outros substratos avaliados no estudo, que dispensam a umidade no processo adesivo, apresentaram resultados superiores nos testes mecânicos após o período de armazenamento. O dissilicato de lítio, que apresentou os maiores valores para resistência adesiva, é um material com maior biocompatibilidade aos tecidos dentais e melhor estabilidade química quando comparado aos substratos metálicos. Pelo processo de silanização, a superfície cerâmica do dissilicato é umedecida e tem sua área de contato aumentada, permitindo que haja a formação de ligações siloxânicas entre os compostos de óxido de silício e a matriz orgânica dos cimentos resinosos, unidas pelo agente de união silano [17].

A umidade também é um fator crítico em relação ao comportamento dos diferentes tipos de agentes cimentantes. Embora o presente estudo não tenha simulado um envelhecimento por termociclagem, o período de armazenamento em água antes da realização dos testes mecânicos é o suficiente para interferir na sorção e solubilidade em água dos materiais resinosos, que também é impactado pelo conteúdo e composição dos mesmos [18].

Para que os cimentos adquiram sua estabilidade, os monômeros que o compõem são ativados quimicamente ou fotoativados, reagindo em uma reação de polimerização que faz com que se liguem uns aos outros formando cadeias maiores, denominadas polímeros. Como os monômeros que constituem a matriz resinosa dos cimentos podem possuir maior ou menor polaridade, e estarem presentes em maior ou menor quantidade, isso os torna suscetíveis a solver em água em maior ou menor grau. Quando a resina absorve a água, ou qualquer outro líquido ou fluído que possa estar presente em ambiente bucal, ocorre uma expansão da matriz, criando pequenas fissuras e falhas que podem se dar em toda sua extensão [19], inclusive na camada híbrida, resultando em uma menor resistência adesiva. Ainda que a literatura com dois ou mais dos materiais utilizados no presente estudo sejam escassos, é possível correlacionar a influência da água nas propriedades mecânicas dos diferentes cimentos resinosos. Shiozawa e colaboradores [20] verificaram a correlação da

sorção e solubilidade com a estabilidade de cor de diferentes cimentos, incluindo o Super-Bond e uma variante do RelyX (RelyX Unicem). Ainda que não tenham verificado diferenças significativas quando imersos em água, quando imersos em café os cimentos com os menores valores de sorção à água apresentaram também menor variação de cor, dentre eles o Super-Bond.

Em relação a interação entre os diferentes cimentos e substratos, os resultados do nosso estudo mostraram considerações significativas para a prática clínica. O Super-Bond foi aquele com o melhor desempenho em todas as simulações testadas com coroas em zircônia. Quando são cimentados, os componentes resinosos e os do substrato interagem formando ligações químicas de maior ou menor intensidade. Nesse sentido, a literatura relata que a maior resistência adesiva em ligas metálicas, como a de níquel-cromo [21], está diretamente relacionada com a pureza dos metais na liga e sua capacidade de formar óxidos estáveis, de modo que ligas puras de cromo consigam alcançar valores na faixa de 60 MPa, e que quanto maior sua proporção em relação ao níquel, menor a degradação pós-simulação termocíclica. A intensidade dessas ligações químicas também se relaciona com o tipo de monômero empregado na constituição do cimento. Ozcan e Bernasconi [22], em sua revisão sistemática e metanálise, avaliaram a adesão da zircônia considerando substratos cerâmicos, como o dissilicato, concluindo que cimentos a base de MDP (metacriloiloxi-decil-di-hidrogenofosfato) apresentaram a adesão mais favorável. Nesse contexto, os resultados de nosso estudo podem sugerir que a adesão foi favorecida quando utilizado o material a base de 4-META, quando comparado aos materiais que usam tradicionalmente Bis-GMA. Outra consideração relevante é que em situações clínicas que o cirurgião dentista se depare com a indicação de uma coroa individual indireta e que a zirconia seja o material de escolha, o presente estudo pôde verificar que a realização de um recobrimento em resina sobre o tecido dentinário remanescente pode favorecer a maior resistência de união e, por consequência, uma maior longevidade do tratamento restaurador.

.

5 CONCLUSÃO

Frente aos resultados obtidos neste estudo, podemos concluir que:

- O Super-Bond resultou na maior resistência adesiva dentre todos os materiais testados,
- O núcleo confeccionado em dissilicato de lítio proporcionou a melhor adesão aos cimentos resinosos,
- A dentina apresentou os menores valores para resistência adesiva.

REFERÊNCIAS

[1] Shillingburg HT. Manual da prótese fixa. São Paulo: Roca; 1984.

[2] Anusavice KJ, Phillips R. W., Shen C, Rawls HR, et al. Phillips materiais dentários. 12 ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2013. ISBN 9788535268188.

[3] Alfawaz Y. Zirconia Crown as Single Unit Tooth Restoration: A Literature Review. J Contemp Dent Pract. 2016;17(5):418–22. doi: 10.5005/JP-JOURNALS-10024-1865

[4] Su N, Yue L, Liao Y, Liu W, Zhang H, Li X, et al. The effect of various sandblasting conditions on surface changes of dental zirconia and shear bond strength between zirconia core and indirect composite resin. J Adv Prosthodont. 2015;7(3):214–23. doi: 10.4047/JAP.2015.7.3.214

[5] Usumez A, Hamdemirci N, Koroglu BY, Simsek I, Parlar O, Sari T. Bond strength of resin cement to zirconia ceramic with different surface treatments. Lasers Med Sci. 2013;28(1):259–66. doi: 10.1007/S10103-012-1136-X

[6] Peutzfeldt A, Sahafi A, Flury S. Bonding of restorative materials to dentin with various luting agents. Oper Dent. 2011;36(3):266–73. doi: 10.2341/10-236-L

[7] Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. J Prosthet Dent. 1998;80(3):280–301. doi: 10.1016/S0022-3913(98)70128-3

[8] Attia A. Bond strength of three luting agents to zirconia ceramic - influence of surface treatment and thermocycling. J Appl Oral Sci. 2011;19(4):388–95. doi: 10.1590/S1678-77572011005000015

[9] Hilgert LA, Monteiro Júnior S, Vieira LCC, Gernet W, Edelhoff D. A escolha do agente cimentante para restaurações cerâmicas. Clín Int j Braz Dent. 2009;194–205

[10] Palacios RP, Johnson GH, Phillips KM, Raigrodski AJ. Retention of zirconium oxide ceramic crowns with three types of cement. J Prosthet Dent. 2006;96(2):104–14. doi: 10.1016/J.PROSDENT.2006.06.001

[11] Abrisham SM, Fallah Tafti A, Kheirkhah S, Tavakkoli MA. Shear Bond Strength of Porcelain to a Base-Metal Compared to Zirconia Core. J Dent Biomater. 2017 Mar;4(1):367-372. PMID: 28959767; PMCID: PMC5608052.

[12] Frattes FC, Sorte De Oliveira JB, Pucci CR, Borges AB, Gomes Torres CR. Bond Strength of Zirconia to Different Core Materials. Bond Strength of Zirconia to

Different Core Materials World Journal of Dentistry. 2016;7(4):169–74. doi: 10.5005/jp-journals-10015-1389

[13] Özcan M, Mese A. Adhesion of conventional and simplified resin-based luting cements to superficial and deep dentin. Clin Oral Investig. 2012;16(4):1081–8. doi: 10.1007/S00784-011-0594-Z

[14] Yazici AR, Çelik Ç, Özgünaltay G, Dayangaç B. Bond strength of different adhesive systems to dental hard tissues. Oper Dent. 2007;32(2):166–72. doi: 10.2341/06-49

[15] Baratieri LN, Monteiro Junior S. Odontologia restauradora: fundamentos & técnicas. Rio de Janeiro: Santos; 2010

[16] Frassetto A, Breschi L, Turco G, Marchesi G, Di Lenarda R, Tay FR, et al. Mechanisms of degradation of the hybrid layer in adhesive dentistry and therapeutic agents to improve bond durability--A literature review. Dent Mater. 2016;32(2):e41–53. doi: 10.1016/J.DENTAL.2015.11.007

[17] Prochnow C, Venturini AB, Grasel R, Gundel A, Bottino MC, Valandro LF. Adhesion to a Lithium Disilicate Glass Ceramic Etched with Hydrofluoric Acid at Distinct Concentrations. Braz Dent J. 2018;29(5):492–9. doi: 10.1590/0103-6440201802080

[18] Yap AU, Wee KE. Effects of cyclic temperature changes on water sorption and solubility of composite restoratives. Oper Dent. 2002 Mar-Apr;27(2):147-53. PMID: 11933905.

[19] Ardu S, Gutemberg D, Krejci I, Feilzer AJ, Di Bella E, Dietschi D. Influence of water sorption on resin composite color and color variation amongst various composite brands with identical shade code: an in vitro evaluation. J Dent. 2011;39 Suppl 1(SUPPL. 1). doi: 10.1016/J.JDENT.2011.06.010

[20] Shiozawa M, Takahashi H, Asakawa Y, Iwasaki N. Color stability of adhesive resin cements after immersion in coffee. Clin Oral Investig. 2015;19(2):309–17. doi: 10.1007/S00784-014-1272-8

[21] Salonga JP, Matsumura H, Yasuda K, Yamabe Y. Bond strength of adhesive resin to three nickel-chromium alloys with varying chromium content. J Prosthet Dent. 1994;72(6):582–4. doi: 10.1016/0022-3913(94)90288-7

[22] Özcan M, Bernasconi M. Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. J Adhes Dent. 2015;17(1):7–26. doi: 10.3290/J.JAD.A33525

ANEXO A – Certificado do Comitê de Ética

UNESP - INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação da resistência de união da zircônia à diferentes tipos de núcleos metálicos utilizando cimentos ionoméricos

Pesquisador: Carlos Rocha Gomes Torres

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 15289119.1.0000.0077

Instituição Proponente: Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos - UNESP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.515.572

Apresentação do Projeto:

Este parecer refere-se ao projeto de pesquisa denominado "Avaliação da resistência de união da zircônia à diferentes tipos de núcleos metálicos utilizando cimentos ionoméricos". Na presente apresentação o autor esclarece e responde as pendências geradas na primeira apresentação ao CEP.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo principal será avaliar a resistência de união entre a zircônia empregada como coping e de diferentes tipos de materiais para núcleo, empregando cimentos ionoméricos convencionais ou modificados por resina.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios estão melhor esclarecidos nesta nova versão do TCLE e no projeto reformulado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de relevância clínica odontológica com delineamento e clareza do conjunto objetivo-metodologia-termos bem apresentados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Endereço: Av.Engº Francisco José Longo 777
Bairro: Jardim São Dimas **CEP:** 12.245-000
UF: SP **Município:** SAO JOSE DOS CAMPOS
Telefone: (12)3947-9078 **Fax:** (12)3947-9010 **E-mail:** ceph.ict@unesp.br

Autor apresentou versão adequada de "TCLE" e "Termo de Doação de Órgão Dental".

Recomendações:

Não há recomendações. AS anteriores foram contempladas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Autor responsável apresentou um projeto de nova versão (reformulada) e, por ter feito as adequações relacionadas às pendências do parecer anterior, considero a indicação de aprovação do projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Colegiado acata o parecer do(a) Relator(a).

O (a) pesquisador(a) irá receber e-mail da Secretaria do CEPh-ICT-CAMPUS DE SJCAMPOS-UNESP, para envio de relatórios parciais/final, para não incorrer na penalidade de não o fazendo, em não ter novas submissões avaliada pelo Comitê de Ética, até que sane a pendência de envio do relatório, na forma de notificação através do sistema da Plataforma Brasil. Obs:- No site https://www2.ict.unesp.br/ – Sobre o ICT – Comissões e Comitês - Comite de Ética Envolvendo Seres Humanos, encontrará o formulário para envio do Relatório parcial/final

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1352527.pdf	17/07/2019 16:51:28		Aceito
Outros	formulario_de_pendencia.doc	17/07/2019 16:50:42	Carlos Rocha Gomes Torres	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	consentimentoZirconiaReformulado.docx	17/07/2019 16:47:10	Carlos Rocha Gomes Torres	Aceito
Folha de Rosto	Zirconiafolha.pdf	07/06/2019 10:00:19	Carlos Rocha Gomes Torres	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoZirconia.docx	27/05/2019 10:02:46	Carlos Rocha Gomes Torres	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	consentimentoZirconia.docx	27/05/2019 10:01:56	Carlos Rocha Gomes Torres	Aceito

Endereço: Av.Engº Francisco José Longo 777
Bairro: Jardim São Dimas **CEP:** 12.245-000
UF: SP **Município:** SAO JOSE DOS CAMPOS
Telefone: (12)3947-9078 **Fax:** (12)3947-9010 **E-mail:** ceph.ict@unesp.br

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

SAO JOSE DOS CAMPOS, 19 de Agosto de 2019

Assinado por:
Denise Nicodemo
(Coordenador(a))

Endereço: Av.Engº Francisco José Longo 777
Bairro: Jardim São Dimas **CEP:** 12.245-000
UF: SP **Município:** SAO JOSE DOS CAMPOS
Telefone: (12)3947-9078 **Fax:** (12)3947-9010 **E-mail:** ceph.ict@unesp.br