

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE COPINGS DE ZIRCÔNIA
CIMENTADOS SOBRE PILARES TIBASE UTILIZANDO CIMENTOS
IONOMÉRICO E RESINOSOS

Oswaldo Serra dos Santos Neto

São Luís – MA

2020

Oswaldo Serra dos Santos Neto

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE COPINGS DE ZIRCÔNIA
CIMENTADOS SOBRE PILARES TIBASE UTILIZANDO CIMENTOS
IONOMÉRICO E RESINOSOS

Dissertação apresentada ao programa de
Pós-Graduação em Odontologia da
Universidade CEUMA para obtenção do
título de Mestre em Odontologia

Área de Concentração: Odontologia
Integrada

Orientador: Prof. Dr. Rudys Rodolfo de
Jesus Tavares

São Luís - MA

2020

S237r Santos Neto, Oswaldo Serra dos.

Resistência à tração de copings de zircônia cimentados sobre tibase utilizando cimentos ionomérico e resinosos. / Oswaldo Serra dos Santos Neto. – São Luís: UNICEUMA, 2020.
53f. ;il.

Dissertação (Mestrado) – Curso de Odontologia Integrada. Universidade CEUMA, 2020.

1. Titânio. 2. Zircônia. 3. Sistema CAD/CAM. 4. Cimentação. I. TAVAREZ, Rudys Rodolfo de Jesus. (Orientador) III. BANDÉCA, Matheus Coelho. (Coordenador) III. Título.

CDU: 616.314

Título: Avaliação da resistência à tração de coping's de zircônia cimentados sobre pilares tibase utilizando cimentos ionomérico e resinosos.

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade CEUMA para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Rudys Rodolfo de Jesus Tavarez

Instituição: Universidade CEUMA

Assinatura: _____

Prof^a. Dra. Letícia Machado Gonçalves

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

Assinatura: _____

Prof. Dr. Andres Felipe Millan Cardenas

Instituição: Universidade Ceuma

Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Eluzamar Souza dos Santos Jacinto e Jacilene Guimarães Jacinto, por todo o empenho e sacrifício doados para que eu sempre pudesse estudar e crescer. Espero que algum dia eu possa retribuir.

À Joana Paixão, pois esteve comigo no começo de tudo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a oportunidade de vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rudys Rodolfo de Jesus Tavares, muito obrigado por toda dedicação. Agradeço sua paciência e o conhecimento transmitido. Obrigado por ter contribuído para a minha formação.

Aos colegas de turma: Thaysa, Camila, Samuel, Luana, Leticia, Dyele, Isabel, Lays, Ana Cláudia, Rossana e Gustavo, obrigado pelo convívio e aprendizado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas da Universidade Ceuma, representado pelo Prof. Dr. Matheus Coelho Bandeca.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, obrigado pelo conhecimento e motivação.

Aos funcionários da seção de pós-graduação. Obrigado pela paciência e desempenho profissional.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a elaboração e conclusão desse trabalho, muito obrigado.

“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)

RESUMO

SANTOS NETO, O.S. Avaliação da resistência à tração de copings de zircônia cimentados sobre pilares TiBase utilizando cimentos ionomérico e resinosos [Dissertação]. São Luís. Universidade CEUMA; 2020

RESUMO

Objetivos: Avaliar a resistência à tração de copings de zircônia sobre pilares TiBase quando utilizados cimentos de ionômero de vidro e resinosos. **Materiais e métodos:** Foram confeccionados 42 corpos de provas, sendo estes formados por um implante cone morse, um pilar de titânio (TiBase), com o parafuso de fixação e uma estrutura de zircônia (coping de Zr) confeccionado através do sistema CAD/CAM. Os corpos de provas foram aleatoriamente distribuídos em três grupos de acordo com o agente de cimentação (n=14): (1) cimento de ionômero de vidro modificado por resina (RelyX™Luting2®), (2) cimento resinoso dual (RelyXTMU200) e (3) cimento resinoso autopolimerizável (Multilink®N). A cimentação foi realizada seguindo as recomendações dos fabricantes e metade dos corpos de prova de cada grupo (n=7) foi submetida ao processo de termociclagem. O ensaio de tração foi realizado em sequência, utilizando-se uma máquina de ensaio universal EMIC DL 2000, onde o coping de Zr foi tracionado até que ocorresse a falha da cimentação, a uma velocidade de 1 mm/min. O tipo de falha entre o coping de Zr, cimento e o pilar TiBase foi registrado e categorizado em: adesiva, mista e por fratura

do parafuso. **Resultados:** Houve diferença significativa entre os grupos com e sem termociclagem ($p=0,47$) e o cimento utilizado teve maior importância na retenção do que a termociclagem. O tipo de falha mais comum no grupo que utilizou cimento ionomérico foi adesiva entre o coping de Zr e o cimento, enquanto nos grupos que utilizaram cimentos resinosos a fratura do parafuso, foi o tipo de falha mais comum. **Conclusão:** Cimentos resinosos tiveram melhor comportamento que o ionômero de vidro, quando analisada a resistência a tração. O envelhecimento do cimento realizado através da termociclagem diminuiu a força retentiva dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, entretanto, não alterou a força de retenção dos cimentos resinosos.

Descritores: Titânio, zircônia, sistema CAD/CAM, cimentação.

ABSTRACT

SANTOS NETO, O. S. Evaluation of the tensile strength of zirconia copings cemented on TiBase abutments using ionomeric and resin cements. [Dissertation]. São Luis. CEUMA University; 2020

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the tensile strength of zirconia copings on titanium TiBase abutments when using resin and glass ionomer cements. **Materials and methods:** 42 specimens were made, being each composed of a Cone Morse implant, a titanium base (TiBase), a screw and a zirconia (Zr) coping made using the CAD / CAM system. The specimens were randomly distributed into three groups according to the cementing agent (n = 14), as follows: (1) resin-modified glass ionomer cement (RelyX™Luting2®), (2) dual resin cement (RelyXTMU200) and (3) self-curing resin cement (Multilink®N). Cementation was carried out following the manufacturers' recommendations and half of the specimens of each group (n = 7) were submitted to the thermocycling process. The tensile test was performed in sequence using a universal testing machine EMIC DL 2000, where the Zr coping was tractioned until cementation failure occurred, at a speed of 1 mm / min. The type of failure between the coping of Zr, cement and TiBase was recorded and categorized as: adhesive, mixed and by screw fracture. **Results:** There was a significant difference between the groups with and without thermocycling (p = 0.47) and the cement used was more important in retention than thermocycling. The most common type of failure in the

ionomeric resin cement group was the adhesive, between the Zr coping and the cement, and the most common failure in the resin cement groups was due to screw fracture. **Conclusion:** Resin cements performed better than the glass ionomer when analyzing the tensile strength of the Zr copings on TiBase abutments. The aging of the cement, carried out through thermocycling, decreased the retentive strength of resin-modified glass ionomer cements, however, it did not alter the retention strength of resin cements.

Descriptors: Titanium, zirconia, CAD / CAM system, cementation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Estrutura de aço parafusada na célula de carga em sua porção superior. Na porção inferior, adapta-se à zona retentiva do coping de zircônia.	27
Figura 2	Valores médios (intervalo de confiança de 95%) da resistência de união dois grupos analisados.	30
Figura 3	Tipo de falha encontrada nos grupos.	30
Figura 4	Coping de zircônia removido após o teste de tração. Notar o cimento de ionômero de vidro em volta do pilar de titânio, indicando uma falha adesiva,	33
Figura 5	pilar de titânio 4 mm x 2 mm (Duotech® S.I.N, São Paulo SP, Brasil).	42
Figura 6	Dispositivo de tração adaptado na infraestrutura de zircônia.	43
Figura 7	Base de aço para encaixe e aprisionamento do implante	43
Figura 8	Implante sendo rosqueado na base de aço	43
Figura 9	Fotopolimerização	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Cimentos utilizados e suas composições básicas	23
Tabela 2	Valores médios (desvios padrão) da resistência de adesão (unidade de medida em Newton: N)	28

LISTA DE ABREVIATÖES

CAD/CAM sistema assistido por computador / manufatura
assistida por computador

Zr Zircônia

CT Com termociclagem

ST Sem termociclagem

SUMÁRIO

Resumo	8
Abstract	11
Introdução	20
Material e Métodos	22
Resultados	27
Discussão	29
Conclusão	34
Referências bibliográficas	35
Metodologia detalhada	40
Apêndice	47

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE COPINGS DE ZIRCÔNIA CIMENTADOS SOBRE PILARES TiBASE

Autores: Santos Neto, O. S, Tavares RRJ.

*artigo a ser submetido à: JOURNAL OF INVESTIGATIVE AND CLINICAL DENTISTRY

RESUMO

Objetivos: Avaliar a resistência à tração de copings de zircônia sobre pilares TiBase quando utilizados cimentos de ionômero de vidro e resinosos. **Materiais e métodos:** Foram confeccionados 42 corpos de provas, sendo estes formados por um implante cone morse, um pilar de titânio (TiBase), com o parafuso de fixação e uma estrutura de zircônia (coping de Zr) confeccionado através do sistema CAD/CAM. Os corpos de provas foram aleatoriamente distribuídos em três grupos de acordo com o agente de cimentação (n=14): (1) cimento de ionômero de vidro modificado por resina (RelyX™Luting2®), (2) cimento resinoso dual (RelyXTMU200) e (3) cimento resinoso autopolimerizável (Multilink®N). A cimentação foi realizada seguindo as recomendações dos fabricantes e metade dos corpos de prova de cada grupo (n=7) foi submetida ao processo de termociclagem. O ensaio de tração foi realizado em sequência, utilizando-se uma máquina de ensaio universal EMIC DL 2000, onde o coping de Zr foi tracionado até que ocorresse a falha da cimentação, a uma velocidade de 1 mm/min. O tipo de falha entre o coping de Zr, cimento e o pilar TiBase foi registrado e categorizado em: adesiva, mista e por fratura

do parafuso. **Resultados:** Houve diferença significativa entre os grupos com e sem termociclagem ($p=0,47$) e o cimento utilizado teve maior importância na retenção do que a termociclagem. O tipo de falha mais comum no grupo que utilizou cimento ionomérico foi adesiva entre o coping de Zr e o cimento, enquanto nos grupos que utilizaram cimentos resinosos a fratura do parafuso, foi o tipo de falha mais comum. **Conclusão:** Cimentos resinosos tiveram melhor comportamento que o ionômero de vidro, quando analisada a resistência a tração. O envelhecimento do cimento realizado através da termociclagem diminuiu a força retentiva dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, entretanto, não alterou a força de retenção dos cimentos resinosos.

Descritores: Titânio, zircônia, sistema CAD/CAM, cimentação.

INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos na implantodontia têm ocorrido com muita rapidez nos últimos anos, a busca por resultados funcionais e estéticos tem levado a explorar e desenvolver técnicas e materiais com alto desempenho estético e biodinâmico.¹

Neste contexto, as pesquisas direcionadas às infraestruturas utilizando materiais livres de metal tem crescido significativamente em conjunto com a odontologia digital.^{1,2} Sistemas digitais para planejamento e execução clínica tem se tornado cada vez mais frequentes no cotidiano odontológico.^{1,2,3,4} Dentre os sistemas digitais, o CAD/CAM (sistema assistido por computador / manufatura assistida por computador) permite o planejamento e execução com auxílio de computador, o que facilitou a introdução da cerâmica à base de zircônia na implantodontia.

A zircônia é um material com propriedades estéticas, de alta resistência que apresenta boa relação de saúde com os tecidos periimplantares.^{2,3} Além disso, o CAD/CAM tornou possível automatizar e padronizar o processo de fabricação das infraestruturas protéticas, possibilitando a confecção de próteses com alta qualidade de adaptação em tempo reduzido¹.

A elevada resistência de uma infraestrutura a base de zircônia pode gerar desgastes quando adaptados diretamente sobre a plataforma protética dos implantes osseointegrados constituídos de uma liga metálica de titânio.^{4,5,6} Portanto, é sugerido a utilização de

uma base de titânio entre a zircônia e o implante,^{6,7} para evitar o problema que danificaria o implante em função.^{6,8,9,10,11}

Dessa forma, as empresas passaram a produzir bases de titânio (TiBases) que se encaixam nas plataformas protéticas dos implantes osseointegráveis e que tenham em sua porção coronária uma conformação propícia para receber infraestruturas de zircônia (copings de zircônia).

Após serem confeccionadas os copings de zircônia, devem ser cimentadas no pilar TiBase fixado ao implante osseointegrável.^{6,7,8} Entretanto, existem atualmente diversos tipos de cimentos odontológicos, com várias indicações e características, o que pode gerar uma dúvida sobre qual é o cimento mais indicado para ser utilizado e seu comportamento quando realizamos a cimentação deste coping de zircônia sobre o pilar TiBase.

Os cimentos resinosos e ionoméricos têm sido indicados como materiais com maior retenção e com maior índice de resistência ao processo de envelhecimento, sendo considerados os mais indicados para a cimentação do coping de zircônia sobre o pilar TiBase.^{7,9,10,12}

Fatores como o envelhecimento do cimento e sua estabilidade retentiva não possuem uma definição clara. O tipo de pilar TiBase utilizado, o espaço para a película do cimento e o tipo de tratamento da zircônia são fatores que, juntos, podem influenciar os índices de retenção e estabilidade dos cimentos. Os estudos laboratoriais nesse campo ainda são necessários, a fim de gerarem conhecimento científico suficiente para posterior realização de estudos clínicos.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a resistência a tração de copings de zircônia quando cimentadas sobre pilares TiBase com cimento de ionômero de vidro modificado por resina e diferentes cimentos resinosos após termociclagem. Foram testadas as seguintes hipóteses nulas: (1) não existe diferença na resistência a tração entre os diferentes cimentos testados e (2) a termociclagem não influenciou os valores de resistência.

MATERIAL E MÉTODOS

Confecção dos corpos de prova

Neste estudo *in vitro*, foram confeccionados 42 corpos de prova, cada um composto por um Implante Strong SW® Cone Morse (S.I.N, São Paulo SP, Brasil), um pilar TiBase 4 mm x 2 mm (Duotech® S.I.N, São Paulo SP, Brasil) e um parafuso de fixação.

Para cada pilar TiBase, foi fabricada, de forma padronizada, um coping de zircônia (Zr) através do sistema *CAD/CAM*, com dimensões de 6mm de altura e 6 mm de espessura, num formato cilíndrico, com um recuo de 4mm de espessura e 2 mm de altura em direção ao pilar, para que nessa região fosse possível a adaptação do suporte do dispositivo de tração.¹³

Os corpos de provas foram subdivididos de forma aleatória em 3 grupos experimentais (n=14), de acordo com o cimento utilizado (Tabela 1). Cada grupo foi subdividido em dois subgrupos (n=7), seguindo o tipo de tratamento realizado (com ou sem termociclagem).

Os pilares foram digitalizados por um scanner de bancada (inEos X5, Dentsply Sirona), em seguida, o projeto do coping foi desenhado (software CAD inLab, Dentsply Sirona).¹³ A espessura da película de cimento foi projetada para ser de 40µm, exceto nas margens, que foram desenhadas para realizarem selamento total ao pilar.^{1,14,15}

Tratamento de superfície do coping de Zr

Após fresagem, todos os copings de Zr passaram por um processo de jateamento, com óxido de alumínio (AL₂O₃) com partículas de 50µm, e pressão de 1,0 bar, durante 10s.¹⁶ O coping foi fixado manualmente no recipiente de jateamento, com uma angulação de 45°, a uma distância aproximada de 3 cm em relação ao ponto de disparo do jato.

Além do jateamento, os copings de Zr receberam o tratamento de superfície recomendado pelos fabricantes dos cimentos testados e, os cimentos foram manipulados seguindo as orientações dos fabricantes (Tabela 1).

Cimentação

Uma pressão digital foi efetuada inicialmente e os excessos de cimento foram removidos com um microbrush. Em sequência, cada corpo de prova foi submetido à pressão constante de 20 N,^{17,18,19,20} por 10min. Enquanto mantidos sobre pressão, foi realizado a fotopolimerização com fonte de luz LED de alta intensidade e amplo

espectro entre 495 e 480nm (VALO® Cordless, Indaiatuba, São Paulo) com tempo de incidência respeitado de acordo com a recomendação de cada fabricante. A polimerização foi realizada em cada face do coping de Zr, incluindo a direção vertical totalizando 5 faces.

Termociclagem

Após a cimentação, todos os corpos de prova foram armazenados em ambiente úmido, com água destilada, em estufa a 37°C por 24 horas. Em sequência, metade dos corpos de prova de cada grupo (n=7) foram submetidos a termociclagem, de 5.000 ciclos em banhos de água, em temperaturas de 5°C, 37°C e 55°C, com tempo de prova em 30s e tempo de descanso em 15s. Este processo simulou os impactos do meio bucal na cimentação.¹²

Teste de tração

Todos os corpos de provas foram submetidos ao ensaio de tração, em uma máquina de ensaio universal (EMIC DL 2000, Paraná, Brasil), até que ocorresse a falha da cimentação ou fratura do parafuso, a uma velocidade de 1 mm/min.

Foi utilizada uma célula de carga de 500 Kg/f, na qual foi fixado um dispositivo de aço com uma área de retenção para encaixe do corpo de prova, que foi fixado em uma base metálica. (Figura 1). A força máxima, empregada no momento da falha de cimentação (T), foi registrada em Newtons (N).^{12,13}

O tipo de falha ocorrido em cada corpo de prova foi analisado, de forma visual e com luz artificial, de acordo com a localização do resíduo do cimento em cada componente da amostra.¹² O tipo de falha foi categorizado da seguinte forma: Falha adesiva: entre a superfície da zircônia e o cimento, falha mista: quando houve falha em ambas interfaces (entre o cimento e a zircônia e, entre o cimento e a base de titânio) e fratura do parafuso (quando houve fratura do parafuso antes da falha do cimento).

Análise estatística

Após a constatação da normalidade dos dados (Shapiro Wilk, $p > 0,05$) foi aplicado o teste Anova two-way, seguindo pelo teste post hoc de Tukey. As variáveis independentes foram Termociclagem (com e sem) e grupos (RelyX™Luting2®, RelyX™U200® e Multilink®N) e a variável dependente foi a resistência a tração. Foi calculado o tamanho do efeito, por meio do Eta ao quadrado (η^2), para as variáveis independentes.

RESULTADOS

Os resultados mostraram que o cimento influenciou significativamente a resistência a tração ($p < 0,001$). O ionômero de vidro teve os menores valores independente da termociclagem ou não. Na comparação dois a dois, a cimentação com ionômero de vidro foi diferente dos demais grupos, enquanto não houve diferença entre

os grupos cimentados com U200 e Multilink. A interação Grupo x Termociclagem não foi significativa ($p=0,163$).

A tabela 2 mostra os valores médios (desvio padrão) da resistência à tração nos grupos com e sem termociclagem. O gráfico 1, mostra os valores médios, assim como os intervalos de confiança de 95% para os grupos analisados. A análise geral dos valores médios foi menor quando os corpos de prova foram submetidos a termociclagem. Houve diferença significativa entre os grupos com e sem termociclagem ($p=0,047$).

O tamanho do efeito foi de 0,105 para a variável termociclagem e 0,760 para o tipo de cimento. Isso significa dizer que, enquanto a termociclagem foi responsável por cerca de 10% da variação resistência de união, o tipo de cimento foi responsável por 76% (Figura 2).

A figura 3 mostra o tipo de falha de cimentação. Quando a cimentação foi realizada com RelyX™Luting2®, as falhas foram predominantemente adesivas entre o coping de Zr e o cimento. No grupo que utilizou RelyX™U200®, houve predominantemente falhas por fratura do parafuso, existindo um número mínimo de falhas adesivas entre a o coping de Zr e o cimento. No grupo que utilizou Multilink®N, a totalidade das amostras que não foram termocicladas teve falha por fratura do parafuso, enquanto no grupo que foi submetido a termociclagem houveram duas falhas adesivas entre o coping de Zr e o cimento.

DISCUSSÃO

A primeira hipótese nula de que não existe diferença significativa na resistência à tração entre os diferentes cimentos testados, foi rejeitada. O tipo de cimento produziu diferença estatisticamente significativa quando foi avaliada a resistência a tração. A segunda hipótese nula de que a termociclagem não influenciaria na força de resistência à tração também foi rejeitada.

Corroborando com os achados na literatura, encontramos superioridade significativa na força retentiva dos cimentos resinosos em relação aos cimentos ionomérico. A literatura mostra um melhor comportamento dos cimentos resinosos quando copings de Zr são cimentados sobre pilares TiBase,^{8,14} atingindo índices maiores de força de retenção, além de suportarem melhor aos efeitos do envelhecimento.^{13,22}

Há na literatura um consenso para que a superfície da zircônia seja tratada com os primers cerâmicos, pois isso resulta em uma melhor ligação das partículas orgânicas do cimento com as partículas inorgânicas da zircônia.^{23,24,25,26} Isto pode esclarecer o motivo dos valores superiores das forças de retenção para cimentos resinosos testados em relação ao cimento de ionômero de vidro modificado por resina.

Quando se utilizou RelyXTMLuting2®, não foi realizado nenhum tipo de primer ou adesivo na zircônia, sendo realizado somente jateamento da superfície com óxido de alumínio, o que, como

resultante, pode ter gerado uma ligação mais fraca entre cimento e zircônia.

Quando os cimentos resinosos foram utilizados, houve um grande aumento na resistência de adesão entre a superfície do coping de zircônia e o cimento, o que elevou a resistência à tração. As características do cimento podem ter influenciado no aumento da retenção, assim como a presença de um tratamento de superfície com sistemas adesivos.^{23,24}

O aumento da força retentiva nos grupos onde se utilizou cimentos resinosos ocasionou a predominância de falhas por fratura de parafusos. A região mais suscetível à fratura do parafuso do pilar está localizada na junção entre as roscas e o pescoço²⁷, foi nessa região onde ocorreram todas as fraturas neste experimento. Esse tipo de fratura pode ser minimizado quando utilizado parafusos mais grossos e com um indexador apical que ajude na estabilização do componente protético.^{28,29}

A espessura de película do cimento deste estudo foi de 40µm para todas as amostras. De acordo com a literatura, outros trabalhos avaliando a espessura da linha de cimento mostraram melhores resultados quando se utilizou até no máximo 60µm de espessura.^{8,9,21} Este espaço de película de cimento, somado com um pilar de titânio retentivo, provavelmente ocasionou elevada força retentiva dos corpos de prova.

Malthazan 2015⁸ e colaboradores, testaram dois agentes cimentantes resinosos em seu estudo e obtiveram índices de retenção

satisfatórios. A média máxima notada em um dos grupos do seu estudo foi de 598,6N, sendo utilizado um pilar liso de titânio com 7,8 mm de altura e 3,4 mm de largura e um espaço de cimentação com 30 μ m.

Em nosso estudo, a média de retenção para os cimentos resinosos foi de 1025,71N para os grupos sem termociclagem e 1073,84N para os grupos termocicladados. A força de retenção elevada pode ser resultado do uso de um pilar de titânio com áreas retentivas, mesmo este contendo dimensões de comprimento menor (4mm x 2mm). O pilar que utilizamos possui áreas com rugosidades, o que possivelmente garantiu um maior embricamento mecânico com o cimento.

Outro passo primordial é o tratamento da superfície da zircônia. Hansen et al,²³ avaliaram a importância do preparo de da zircônia com jatos de óxido de alumínio (AL_2O_3) antes da cimentação. Os autores concluíram que a não utilização do tratamento de superfície da zircônia compromete de forma significativa a qualidade da retenção pós cimentação.

Outros autores também corroboram afirmando ser imprescindível o preparo interno das coroas de zircônia antes da cimentação em pilares de titânio.^{7,8,30,31} No entanto, estudos têm demonstrado que partículas de ar abrasivas com óxido de alumínio podem causar danos à superfície da zircônia, ocasionando falhas, microfissuras, comprometendo a resistência mecânica da zirconia^{32,33}. Isso encoraja pesquisas com sistemas adesivos, no intuito de

atingirem bons resultados mesmo sem o uso de abrasão por partículas de ar.

Güngör et al,¹² utilizaram pilares lisos para cimentação de estruturas de zircônia e concluíram que a termociclagem somada à carga cíclica mecânica resultou em uma diminuição significativa da resistência à tração. Saleh et al,¹⁹ também usaram o envelhecimento por termociclagem e verificaram que cimentos resinosos são mais resistentes aos efeitos da termociclagem em comparação a outros tipos de cimentos, mantendo de forma mais íntegra sua linha de cimentação.

Este mesmo comportamento foi encontrado neste estudo, onde a termociclagem diminuiu a resistência à tração apenas no grupo do cimento de ionômero de vidro. A ausência de um sistema adesivo nesse sistema pode ser um agravante na baixa resistência aos processos de envelhecimento, favorecendo uma fraca ligação entre o cimento e à estrutura de zircônia. Isto pode ter ocasionado a predominância de falhas do tipo adesiva nesse grupo (Figura 4).

Já no grupo dos cimentos resinosos, a termociclagem não teve efeito significativo. Provavelmente os adesivos utilizados, somados com o preparo da zircônia com jateamento com óxido de alumínio (Al_2O_3), geraram resistência ao processo de envelhecimento.^{13,22,24,25}

A importância clínica deste estudo se deve à necessidade de se obter um protocolo previsível de cimentação de copings de Zr sobre pilares TiBase. A etapa de cimentação é importante para garantir a estabilidade e longevidade do sistema de prótese implanto suportado.

No entanto, ensaios clínicos randomizados que mostrem a real situação clínica do comportamento destes cimentos na cavidade oral ainda precisam ser conduzidos.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, podemos concluir que:

1. Cimentos resinosos tiveram melhor comportamento na cimentação do coping de zircônia sobre o pilar TiBase;
2. A termociclagem diminui a força retentiva dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ortega R, Gonzalo E, Gomez-Polo M, Lopez-Suarez C and Suarez MJ (2017) SEM evaluation of the precision of fit of CAD/CAM zirconia and metal-ceramic posterior crowns. *Dental materials journal* 36:387-393. doi: 10.4012/dmj.2016-305
2. Sailer I, Zembic A, Jung RE, Hammerle CH and Mattioli A (2007) Single-tooth implant reconstructions: esthetic factors influencing the decision between titanium and zirconia abutments in anterior regions. *The European journal of esthetic dentistry: official journal of the European Academy of Esthetic Dentistry* 2:296-310.
3. Degidi M, Artese L, Scarano A, Perrotti V, Gehrke P and Piattelli A (2006) Inflammatory infiltrate, microvessel density, nitric oxide synthase expression, vascular endothelial growth factor expression, and proliferative activity in peri-implant soft tissues around titanium and zirconium oxide healing caps. *Journal of periodontology* 77:73-80. doi: 10.1902/jop.2006.77.1.73
4. Baldassarri M, Hjerpe J, Romeo D, Fickl S, Thompson VP and Stappert CF (2012) Marginal accuracy of three implant-ceramic abutment configurations. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 27:537-43.
5. Hjerpe J, Lassila LV, Rakkolainen T, Narhi T and Vallittu PK (2011) Load-bearing capacity of custom-made versus prefabricated commercially available zirconia abutments. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 26:132-8.
6. Zembic A, Bosch A, Jung RE, Hammerle CH, Sailer I (2013) Five-year results of a randomized controlled clinical trial comparing zirconia and titanium abutments supporting single-implant crowns in canine and posterior regions. *Clin Oral Implants Res*, 24:384–390.

7. Mehl C, Zhang Q, Lehmann F and Kern M (2018) Retention of zirconia on titanium in two-piece abutments with self-adhesive resin cements. *The Journal of prosthetic dentistry* 120:214-219. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.11.020
8. von Maltzahn NF, Holstermann J, Kohorst P (2016) Retention forces between titanium and zirconia components of two- part implant abutments with different techniques of sur- face modification. *Clin Implant Dent Relat Res* 18: 735–744.
9. Conejo J, Kobayashi, T, Anadioti and Blatz MB (2017) Performance of CAD/CAM monolithic ceramic Implant-supported restorations bonded to titanium inserts: A systematic review. *European Journal of Oral Implantology*, 10(1): 139– 146.
10. Cavusoglu Y, Akça K, Gurbuz R, Cehreli MC (2014) A pilot study of joint stability at the zirconium or titanium abutment/ titanium implant interface. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 29:338–343.
11. Truninger TC, Stawarczyk B, Leutert CR, Sailer TR, Hammerle CH and Sailer I (2012) Bending moments of zirconia and titanium abutments with internal and external implant-abutment connections after aging and chewing simulation. *Clinical oral implants research* 23:12-8. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.02141.x
12. Güngör MB and Nemli SK (2018) The effect of resin cement type and thermomechanical aging on the retentive strength of custom zirconia abutments bonded to titanium inserts. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 33:523–529. doi: 10.11607/jomi.5920
13. Gehrke P, Alius J, Fischer C, Erdelt KJ and Beuer F (2014) Retentive strength of two-piece CAD/CAM zirconia implant abutments. *Clinical implant dentistry and related research* 16:920-5. doi: 10.1111/cid.12060

14. Ebert A, Hedderich J, Kern M (2007) Retention of zirconia ceramic copings bonded to titanium abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 22: 921-7.
15. Mehl C, Harder S, Steiner M, Vollrath O, Kern M (2013) Influence of cement film thickness on the retention of implant-retained crowns. *J Prosthodont*, 22:618-25.
16. Khan AA, Al Kheraif AA, Jamaluddin S, Elsharaw M and Darshan Devang Divakar DD (2017) Recent trends in surface treatment methods for bonding composite cement to zirconia: A Review. *J Adhes Dent* 19: 7-19. doi: 10.3290/j.jad.a37720
17. Jun K, Yasuhiro H, Yukimichi T, Atushi O, Yunitaka K, Akihiro F, Takashi M, Toshihisa F (2007) Effect of sintering on the marginal and internal fit of CAD/CAM - fabricated zirconia frameworks. *Dental Materials Journal* 26(6): 820-826.
18. Ernst C-P, Cohnen U, Stender E and Willershausen B (2005) In vitro retentive strength of zirconium oxide ceramic crowns using different luting agents. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 93(6): 551-8.
19. Saleh M and Taşar-Faruk (2019) Comparing the marginal leakage and retention of implant-supported restorations cemented by four different dental cements. *Clin Implant Dent Relat Rest* 1-8. doi: 10.1111/cid.12850
20. Güler U, Budak Y, Queiroz JRC and Özcan M (2017) Dislodgement resistance of zirconia copings cemented onto zirconia and titanium abutments. *Implant Dentistry* 26(4): 510-515. doi:10.1097/id.0000000000000589
21. Baldassarri M, Hjerpe J, Romeo D, Fickl S, Thompson VP, Stappert CF (2012) Marginal accuracy of three implant-ceramic abutment configurations. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 27:537–543.

22. Putra, Chung K H, Guilherme N M, Cagna D R (2019) Effect of bonding and rebonding on the shear bond strength of two-piece implant restorations. *Journal of Prosthodontics*, 28:305-309. doi: 10.1111/jopr.13024
23. Hansen NA, Wille and Kern M (2019) Effect of reduced airborne particle abrasion pressure on the retention of zirconia copings resin bonded to titanium abutments. *The Journal of Prosthetic Dentistry* doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.07.001
24. Nejatidanesh F, Savabi O and Jabbari E (2014) Effect of surface treatment on the retention of implant-supported zirconia restorations over short abutments. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 112(1):39-44. Doi 10.1016/j.prosdent.2013.07.026
25. Nobuaki A, Keiichi Y, Takashi S (2015) Effects of air abrasion with alumina or glass beads on surface characteristics of CAD/CAM composite materials and the bond strength of resin cements. *J Appl Oral Sci*, 23(6):629-36.
26. Bielen V, Inokoshi M, Munck JD, Zhang F, Vanmeensel K, Minakuchi S, et al (2015) Bonding effectiveness to differently sandblasted dental zirconia. *J Adhes Dent*, 17(3):235-42.
27. Khraisat A, Stegaroiu R, Nomura S, Miyakawa O (2002) Fatigue resistance of two implant/abutment joint designs. *J Prosthet Dent*, 88:604-10.
28. Piermatti J, Yousef H, Luke A, Mahevich R, Weiner S (2006) An in vitro analysis of implant screw torque loss with external hex and internal connection implant systems. *Implant Dent*, 15:427-35.
29. Peixoto HE, Bordin D, Del Bel Cury AA, da Silva WJ, Faot F (2016) The role of prosthetic abutment material on the stress distribution in a maxillary single implant-supported fixed prosthesis. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*, 65:90-6.

30. Attia A, Kern M (2011) Effect of cleaning methods after reduced-pressure air abrasion on bonding to zirconia ceramic. *J Adhes Dent*, 13:561-7.
31. Koizuka M, Komine F, Blatz MB, Fushiki R, Taguchi K, Matsumura H (2013) The effect of different surface treatments on the bond strength of a gingiva-colored indirect composite veneering material to three implant framework materials. *Clin Oral Implants Res*, 24:977-84. doi: 10.1016/j.prosdent. 2017.11.020
32. Hallmann L, Ulmer P, Lehmann F, Wille S, Polonskyi O, Johannes M, et al (2016) Effect of surface modifications on the bond strength of zirconia ceramic with resin cement resin. *Dent Mater*, 32:631-9.
33. Elsaka SE. Influence of surface treatments on the bond strength of resin cements to monolithic zirconia (2016) *J Adhes Dent*, 18:387-95.

Tabelas e Figuras

Tabela 1. Cimentos utilizados, suas composições básicas e forma de utilização.

Cimento/Fabricante/ Lote	Principais componentes	Forma de utilização
<p>RelyX™Luting2®; 3M; Lote: 1929100186</p>	<p>Água, HEMA, vidro de fluoroaluminossilicato, agentes de redução, dióxido de titânio, agente de dispersão. BisGMA, HEMA, água, persulfato de potássio, poliácido metacrilato, BHT, carga não reativa Zr-Si, modificadores de solubilidade.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mistura das pastas catalizadora e base por 20s; 2. Inserção no coping de Zr; 3. Polimerização por 5s em cada face.
<p>RelyX™U200®; 3M; Lote: 1921800715</p>	<p>Pó de vidro tratado com silano, ácido 2-propenóico, 2-metil, 1,1'-[1-(hydroxymetil)-1,2-ethanodiy], TEG-DMA e sílica tratada com silano, fibra de vidro, persulfato de sódio e per-3,5,5-trimetil-hexanoato t-butila.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação do Single Bond Universal 3M® na estrutura de Zr; 2. Mistura das pastas catalizadora e base por 30s; 3. Inserção no coping de Zr 4. Polimerização por 20s em cada face.
<p>Multilink®N; IVOCLAR; Lote: Y32874</p>	<p>Bis-GMA, HEMA, UDMA, 2-dimethylethyl aminoethyl methacrylate, dibenzoyl peroxide (organic), and inorganic fillers: barium glass, ytterbium trifluoride, spheroid mixed oxide and titanium oxide, catalysts, stabilizers, and pigments</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação do Monobond N® no coping de Zr; 2. Mistura das pastas catalisadora e base por 20s; 3. Inserção no coping de Zr; 4. Polimerização por 20s em cada face.

Tabela 2. Valores médios (desvios padrão) da resistência a tração (unidade de medida em Newton: N)

Grupo	Sem Termociclagem	Com Termociclagem	<i>Total</i>
RelyX™ uting2®	752,20 (140,93)	569,69 (105,31)	660,94 (152,49) ^a
U200	1150,48 (105,19)	1170,62 (80,94)	1160,55 (90,77) ^b
Multilink	1174,44 (36,16)	1073,84 (254,03)	1124,14 (181,96) ^b
<i>Total</i>	1025,71 (221,46) ^A	938,05 (312,29) ^B	

Letras maiúsculas na vertical = diferença significativa entre Sem e Com termociclagem

Letras minúsculas na horizontal = diferença significativa entre os grupos

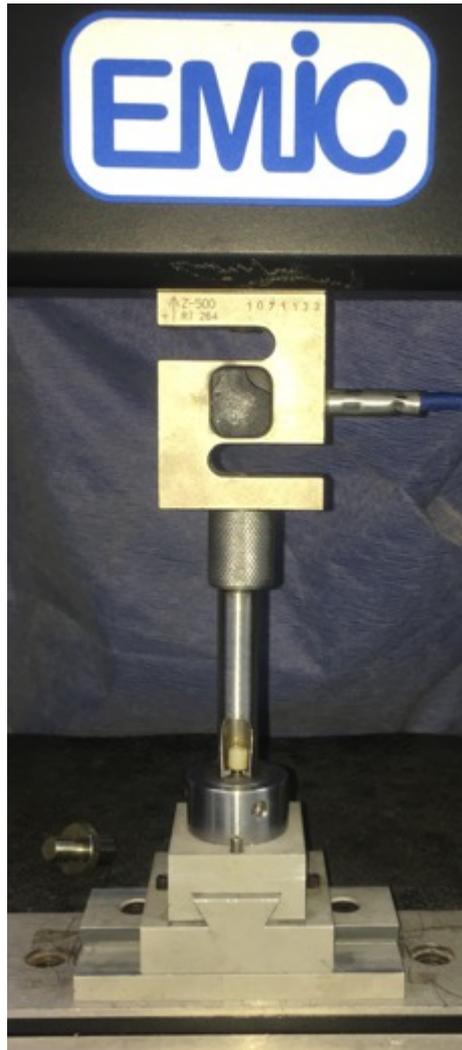


Figura 1 – Conjunto cilindro de aço fixado na célula de carga e corpo de prova na parte inferior. Coping de zircônia com encaixe para tração.

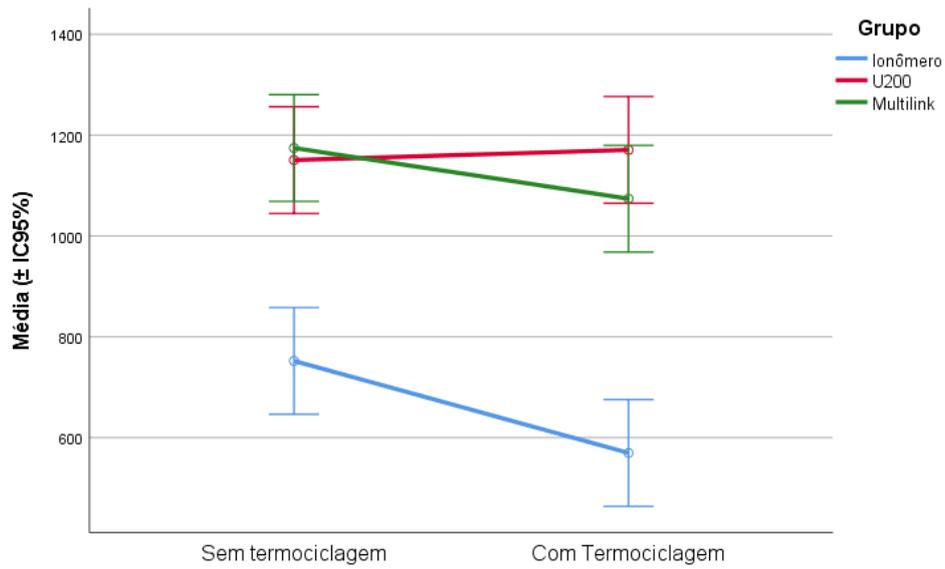
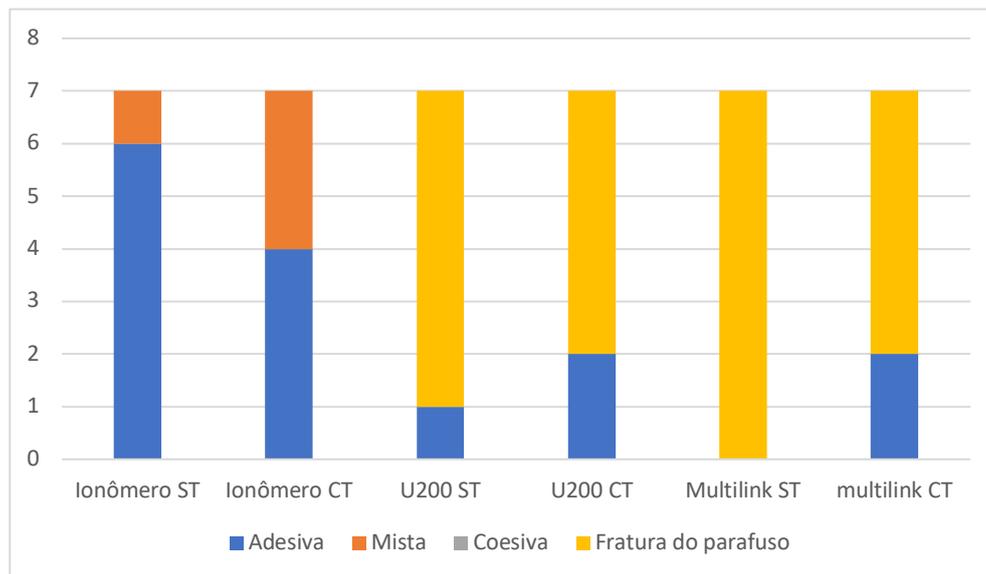


Figura 2. Valores médios (intervalo de confiança de 95%) da resistência a tração dois grupos analisados.

Figura 3. Tipo de falha encontrada



ST = sem termociclagem, CT = com termociclagem



Figura 4. Coping de zircônia removido após o teste de tração. Notar o cimento de ionômero de vidro em volta do pilar TiBase, indicando uma falha adesiva

ANEXOS

METODOLOGIA DETALHADA

Confecção dos corpos de prova

Neste estudo *in vitro*, foram confeccionados 42 corpos de prova, cada um composto por um Implante Strong SW® Cone Morse (S.I.N, São Paulo SP, Brasil), um pilar de titânio (*TiBase*) 4 mm x 2 mm (Duotech® S.I.N, São Paulo SP, Brasil) (Figura 5) e um parafuso de fixação.



Figura 5. Pilar TiBase 4 mm x 2 mm (Duotech® S.I.N, São Paulo SP, Brasil).

Para cada pilar, foi fabricada, de forma padronizada, uma infraestrutura de zircônia (Zr) (coping de zircônia) através do sistema *CAD/CAM*, com dimensões de 6mm de altura e 6 mm de espessura, num formato cilíndrico, com um recuo de 4mm de espessura e 2 mm de altura em direção ao pilar, para que nessa região fosse possível a adaptação do suporte do dispositivo de tração.¹³ (Figura 6); (Figura 7); (Figura 8).



Figura 6. Dispositivo de tração adaptado no coping de zircônia.



Figura 7. Base de aço para encaixe e aprisionamento do implante.



Figura 8. Implante sendo rosqueado na base de aço.

Os corpos de provas foram subdivididos de forma aleatória em 3 grupos experimentais (n=14), de acordo com o cimento utilizado (Tabela 1). Cada grupo foi subdividido em dois subgrupos (n=7), seguindo o tipo de tratamento realizado (com ou sem termociclagem).

Tabela 1. Cimentos utilizados, suas composições básicas e forma de utilização.

Cimento/Fabricante/ Lote	Principais componentes	Forma de utilização
RelyX™Luting2®; 3M; Lote: 1929100186	Água, HEMA, vidro de fluoroaluminossilicato, agentes de redução, dióxido de titânio, agente de dispersão. BisGMA, HEMA, água, persulfato de potássio, poliácido metacrilato, BHT, carga não reativa Zr-Si, modificadores de solubilidade.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mistura das pastas catalizadora e base por 20s; 2. Inserção no coping de Zr; 3. Polimerização por 5s em cada face.
RelyX™U200®; 3M; Lote: 1921800715	Pó de vidro tratado com silano, ácido 2-propenóico, 2-metil, 1,1'-[1-(hydroxymetil)-1,2-ethanodiy], TEG-DMA e sílica tratada com silano, fibra de vidro, persulfato de sódio e per-3,5,5-trimetil-hexanoato t-butila.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação do Single Bond Universal 3M® na estrutura de Zr; 2. Mistura das pastas catalizadora e base por 30s; 3. Inserção no coping de Zr 4. Polimerização por 20s em cada face.
Multilink®N; IVOCLAR; Lote: Y32874	Bis-GMA, HEMA, UDMA, 2-dimethylethyl aminoethyl methacrylate, dibenzoyl peroxide (organic), and inorganic fillers: barium glass, ytterbium trifluoride, spheroid mixed oxide and titanium oxide, catalysts, stabilizers, and pigments	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação do Monobond N® no coping de Zr; 2. Mistura das pastas catalisadora e base por 20s; 3. Inserção no coping de Zr; 4. Polimerização por 20s em cada face.

Os pilares foram digitalizados por um scanner de bancada (inEos X5, Dentsply Sirona), em seguida, o projeto da infraestrutura foi desenhado (software CAD inLab, Dentsply Sirona).¹³ A espessura da película de cimento dentário foi projetada para ser de 40µm, exceto nas margens, que foram desenhadas para realizarem selamento total ao pilar.^{1,14,15}

Tratamento de superfície do coping de zirconia

Após fresagem, todas as estruturas de Zr passaram por um processo de jateamento, com óxido de alumínio (AL₂O₃) com partículas de 50µm, e pressão de 1,0 bar, durante 10s.¹⁶ coping foi fixado manualmente no recipiente de jateamento, com uma angulação de 45°, a uma distância aproximada de 3 cm em relação ao ponto de disparo do jato.

Além do jateamento, os copings de Zr receberam o tratamento de superfície recomendado pelos fabricantes dos cimentos testados e, os cimentos foram manipulados seguindo as orientações dos fabricantes (Tabela 1).

Cimentação

Uma pressão digital foi efetuada inicialmente e os excessos de cimento foram removidos com um microbrush. Em sequência, cada corpo de prova foi submetido à pressão constante de 20 N,^{17,18,19,20} por 10min. Enquanto mantidos sobre pressão, foi realizado a

fotopolimerização com fonte de luz LED de alta intensidade e amplo espectro entre 495 e 480nm (VALO® Cordless, Indaiatuba, São Paulo) com tempo de incidência respeitado de acordo com a recomendação de cada fabricante.

A polimerização foi realizada em cada face do coping de Zr, incluindo a direção vertical (sentido do parafuso de fixação do *Ti base*), totalizando 5 faces. (Figura 9)

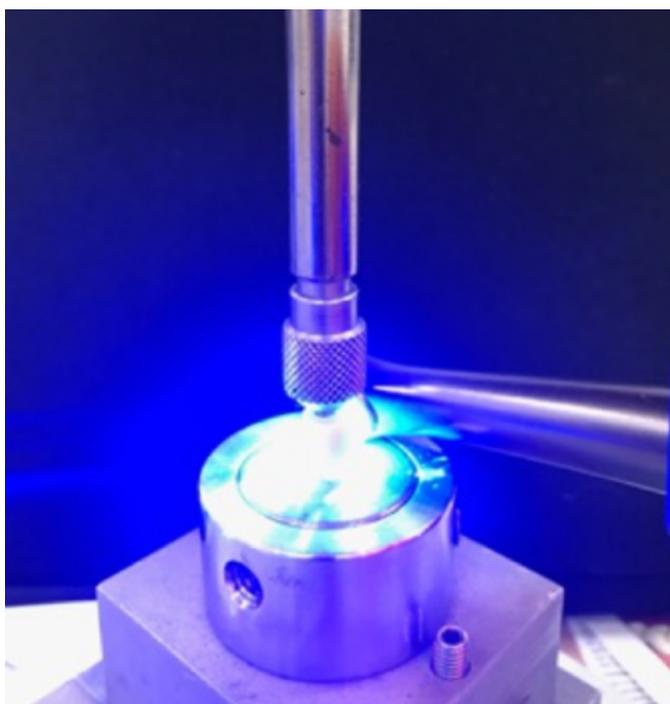


Figura 9. Fotopolimerização.

Termociclagem

Após a cimentação, todos os corpos de prova foram armazenados em ambiente úmido, com água destilada, em estufa a 37°C por 24 horas. Em sequência, metade dos corpos de prova de cada grupo (n=7) foram submetidos a termociclagem, de 5.000 ciclos

em banhos de água, em temperaturas de 5°C, 37°C e 55°C, com tempo de prova em 30s e tempo de descanso em 15s. Este processo simulou os impactos do meio bucal na cimentação.¹²

Teste de Tração

Todos os corpos de provas foram submetidos ao ensaio de tração, em uma máquina de ensaio universal (EMIC, Paraná, Brasil), até que ocorresse a falha da cimentação ou fratura do parafuso, a uma velocidade de 1 mm/min.

Foi utilizada uma célula de carga de 500 Kg/f, e um dispositivo de aço foi confeccionado de forma que pudesse ser parafusado na célula de carga em uma de suas extremidades e na sua outra extremidade pudesse se adaptar à área de retenção do coping de Zr (figura 1).



Figura 1 - Estrutura de aço parafusada na célula de carga em sua porção superior. Na porção inferior, adapta-se à zona retentiva do coping de zircônia.

A força máxima, empregada no momento da falha de cimentação (T), foi registrada em Newtons (N).^{12,13}

Após o teste de resistência a tração, o tipo de falha foi analisado, de forma visual, de acordo com a localização do resíduo do cimento em cada componente da amostra.¹² O tipo de falha foi categorizado da seguinte forma: Falha adesiva: entre a superfície da zircônia e o cimento, falha mista: quando houve falha em ambas interfaces (entre o cimento e a zircônia e, entre o cimento e a o pilar)

e fratura do parafuso (quando houve fratura do parafuso antes da falha do cimento).

Análise Estatística

Após a constatação da normalidade dos dados (Shapiro Wilk, $p > 0,05$) foi aplicado o teste Anova two-way, seguindo pelo teste post hoc de Tukey. As variáveis independentes foram Termociclagem (com e sem) e grupos (RelyX™Luting2®, RelyX™U200® e Multilink®N) e a variável dependente foi a resistência a tração. Foi calculado o tamanho do efeito, por meio do Eta ao quadrado (η^2), para as variáveis independentes.

APÊNDICE

Apendice 01

Journal of
Investigative and Clinical Dentistry

[HOME](#)[ABOUT](#) ▾[CONTRIBUTE](#) ▾[BROWSE](#) ▾

Author Guidelines

Sections

- [1. SUBMISSION](#)
- [2. AIMS AND SCOPE](#)
- [3. MANUSCRIPT CATEGORIES AND REQUIREMENTS](#)
- [4. PREPARING THE SUBMISSION](#)
- [5. EDITORIAL POLICIES AND ETHICAL CONSIDERATIONS](#)
- [6. AUTHOR LICENSING](#)
- [7. PUBLICATION PROCESS AFTER ACCEPTANCE](#)
- [8. POST PUBLICATION](#)
- [9. EDITORIAL OFFICE CONTACT DETAILS](#)

1. SUBMISSION

Authors should kindly note that submission implies that the content has not been published or submitted for publication elsewhere except as a brief abstract in the proceedings of a scientific meeting or symposium.

Once you have prepared your submission in accordance with the Guidelines, manuscripts should be submitted online at <http://mc.manuscriptcentral.com/jicd>

Cover letter. A cover letter should be included in the 'Cover Letter Field' of the ScholarOne system. The text can be entered directly into the field or uploaded as a file. The cover letter must contain an acknowledgment that all authors have contributed significantly, and that all authors are in agreement with the content of the manuscript. In keeping with the latest guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors, each author's contribution to the paper is to be quantified.

If you need to contact the Editorial Office directly, please email jicd.eo@wiley.com