



UNICAMP

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

GUSTAVO BELMIRO CASABURI

**EFEITO DA CORRENTE ELÉTRICA E DO AQUECIMENTO DO ÁCIDO
FLUORÍDRICO NA INTERFACE DE UNIÃO DA CERÂMICA ÁCIDO SENSÍVEL E
CIMENTO RESINOSO**

Piracicaba – SP

2021

GUSTAVO BELMIRO CASABURI

**EFEITO DA CORRENTE ELÉTRICA E DO AQUECIMENTO DO ÁCIDO
FLUORÍDRICO NA INTERFACE DE UNIÃO DA CERÂMICA ÁCIDO SENSÍVEL E
CIMENTO RESINOSO**

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

Orientador: Prof. Dr. Rafael Leonardo Xediek Consani

Co-orientador: Marcos Henrique Ramos da Silva

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE
CURSO APRESENTADO PELO ALUNO GUSTAVO
BELMIRO CASABURI E ORIENTADO PELO PROF.
DR. RAFAEL LEONARDO XEDIEK CONSANI

Piracicaba – SP

2021

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

C26e Casaburi, Gustavo Belmiro, 1997-
Efeito da corrente elétrica e do aquecimento do ácido fluorídrico na interface de união da cerâmica ácido sensível e cimento resinoso / Gustavo Belmiro Casaburi. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Rafael Leonardo Xediek Consani.

Coorientador: Marcos Henrique Ramos da Silva.

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

1. Cimentos resinosos. 2. Resistência ao cisalhamento. 3. Cerâmica odontológica. I. Consani, Rafael Leonardo Xediek, 1974-. II. Silva, Marcos Henrique Ramos da, 1988-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

Palavras-chave em inglês:

Resin cements

Shear strength

Dental ceramics

Titulação: Cirurgião-Dentista

Data de entrega do trabalho definitivo: 15-10-2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Antônio e Maria e ao meu irmão Gabriel, os quais se dedicaram ao máximo para a realização do meu sonho de me graduar em Odontologia. Sem eles nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Antônio e Maria, por sempre estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis, dando-me orientação e liberdade para seguir meus sonhos.

Ao meu irmão Gabriel, sempre me motivando para ir mais além.

Agradeço aos meus familiares pelo apoio ao longo dos anos que estive em Piracicaba.

Agradeço especialmente a todos os meus colegas de república, Breno, Guilherme, Lucas, Márcio, Marcos e Túlio, os quais sempre estiveram comigo quando eu mais precisei. Sem a amizade de vocês eu não teria conseguido.

Aos meus amigos que conheci ao longo dessa jornada, em especial Victoria Geraldino, Lucas Puk, Marcos Tomazello, Kaio e Gerson. Todos sempre muito importantes para mim.

Ao meu orientador, Professor Dr. Rafael Leonardo Xediek Consani pela oportunidade de aprendizado ao longo desses anos.

Ao meu coorientador, Marcos Henrique Ramos pela paciência, companheirismo e ensinamentos nas atividades laboratoriais.

À Área Materiais Dentários da FOP, por todo o aprendizado e oportunidade fornecidos para o desenvolvimento deste TCC.

A Professora Dr. Cinthia Pereira Machado Tabchoury, pela oportunidade de frequentar e participar de atividades laboratoriais e aprendizado no início da minha graduação.

A todos os demais professores, pós-graduandos e funcionários da FOP, pelos ensinamentos e experiências para a minha formação como Cirurgião-Dentista.

RESUMO

O objetivo neste trabalho foi avaliar a influência da aplicação do ácido hidrófluídrico aquecido e do agente de união silano sob efeito da corrente elétrica na resistência da união de uma cerâmica ácido sensível e cimento resinoso. Quarenta discos da cerâmica IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent) foram confeccionados e separados em quatro grupos (n=10): CAASC (Condicionamento ácido aquecido + aplicação do silano sem corrente elétrica + cimento resinoso); CAACC (Condicionamento ácido aquecido + aplicação do silano com corrente elétrica + cimento resinoso); CASC Condicionamento ácido + aplicação do silano sem corrente elétrica + cimento resinoso; e CACC (Condicionamento ácido + aplicação do silano com corrente elétrica + cimento resinoso). Nos grupos com condicionamento foi utilizado o ácido hidrófluídrico a 2,5% (Dentsply) por 20 segundos, seguido de lavagem com água por 60 segundos. Em seguida, foi realizada a aplicação do silano RelyX Ceramic Primer (3M ESPE) de acordo com as recomendações do fabricante, com ou sem aplicação da corrente elétrica. Para isso, nos grupos 2 e 4, o micropincel foi substituído pelo aplicador específico do dispositivo gerador da corrente elétrica. Depois, os três orifícios da matriz de polivinilsiloxano foram preenchidos com o cimento resinoso dual RelyX U200 (3M ESPE), fotoativado conforme as recomendações do fabricante. As amostras foram submetidas ao ensaio de resistência da união ao microcisalhamento na máquina de ensaios universal Instron (Model 4411; Instron) 24 horas após confecção. Os valores obtidos foram submetidos à análise da variância um fator, seguido do teste de Tukey com diferenças significativas consideradas em nível de $p < 0,05$. O padrão de fratura de cada amostra também foi avaliado em microscopia óptica. Os resultados de resistência ao cisalhamento mostraram que os grupos CAASC, CAACC e CACC não diferiram estatisticamente entre si, bem como o grupo CASC e CACC. Porém os grupos CAASC e CAACC diferiram estatisticamente do grupo CASC. Houve predominância de fraturas adesivas em todos os grupos no período de 24 horas. Em conclusão, os grupos CAACC, CAASC diferiram estatisticamente do grupo CASC, o qual não diferiu do grupo CASC, que, por sua vez, diferiu dos grupos CAACC e CAASC quando comparados os valores de resistência de união ao micro cisalhamento. Os padrões de fraturas tiveram predominância de fraturas adesivas, principalmente no grupo CASC, cujo tratamento foi convencional.

Palavras-chave: cimentos resinosos, resistência ao micro cisalhamento, cerâmica dental, corrente elétrica.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the influence of the application of heated hydrofluoric acid and silane bonding agent under the effect of electric current on the bond strength of an acid sensitive ceramic and resin cement. Forty discs of IPS e.max Press ceramic (Ivoclar Vivadent) were made and separated into four groups (n=10): CAASC (Heated acid conditioning + application of silane without electrical current + resin cement); CAACC (Heated acid conditioning + application of silane with electric current + resin cement); CASC Acid conditioning + application of silane without electrical current + resin cement; and CACC (Acid conditioning + application of silane with electric current + resin cement. In the groups with conditioning, 2.5% hydrofluoric acid (Dentsply) was used for 20 seconds, followed by washing with water for 60 seconds. The application of RelyX Ceramic Primer silane (3M ESPE) was performed according to the manufacturer's recommendations, with or without application of electrical current. In the groups 2 and 4, the microbrush was replaced by the specific applicator of the device generating the electrical current. Then, the three holes of the polyvinylsiloxane matrix were filled with the dual resin cement RelyX U200 (3M ESPE), light-cured according to the manufacturer's recommendations. The samples were submitted to the microshear bond strength test in the Instron universal testing machine (Model 4411; Instron) 24 h after manufacture. The values obtained were submitted to one-way analysis of variance, followed by Tukey's test with differences considered at $p < 0.05$ level. The fracture pattern of each sample was also evaluated under optical microscopy. The shear strength results showed that the CAASC, CAACC and CACC groups did not differ statistically from each other, as well as the CASC and CACC groups. However, the CAASC and CAACC groups differed statistically from the CASC group. There was a predominance of adhesive fractures in all groups within a 24-hour period. In conclusion, the CAACC and CAASC groups differed statistically from the CASC group, which did not differ from the CASC group, which, in turn, differed from the CAACC and CAASC groups when comparing the micro-shear bond strength values. The fracture patterns had a predominance of adhesive fractures, mainly in the CASC group, whose treatment was conventional.

Key words: Resin cement. Shear bond strength. Dental ceramic.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DA LITERATURA:	11
3. CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS	21
ANEXOS	24

INTRODUÇÃO

As restaurações cerâmicas têm sido amplamente utilizadas na Odontologia nos últimos anos para restaurar indiretamente dentes cariados, perdidos ou fraturados, principalmente devido à grande demanda por tratamentos restauradores estéticos. Essas restaurações apresentam propriedades mecânicas adequadas, tais como resistência ao desgaste, boa compatibilidade biológica, estabilidade de cor, capacidade de mimetizar o esmalte do dente e apresentar menor susceptibilidade à pigmentação (1).

Estudos prévios mostraram que para manter a estrutura do suporte dental e diminuir possíveis danos à polpa durante a confecção do preparo, têm sido propostas técnicas restauradoras minimamente invasivas (2-4). No meio bucal, as restaurações indiretas apresentam sobreposição de materiais, formando um conjunto restaurador com diversas interfaces (5,6). Portanto, torna-se necessária estabelecer união satisfatória entre esses materiais com composições químicas diferentes e suas respectivas interfaces de união.

Mesmo com o surgimento das cerâmicas reforçadas e a melhora nas propriedades desses materiais, o procedimento de união continua sendo um procedimento de grande importância na longevidade das restaurações. O tipo de cimentação (adesivo ou convencional) tem estreita relação com o material cerâmico empregado na reabilitação dental. Cerâmicas vítreas podem ser cimentadas adesivamente; no entanto, necessitam de tratamento que promova retenções na superfície do material para ocorrer união satisfatória. Dentre os procedimentos existentes, o mais comumente utilizado é o condicionamento da superfície da cerâmica com ácido hidrófluídrico (7,8), objetivando a remoção parcial da matriz e a criação de retenções para a imbricação mecânica do cimento. Além disso, a união química promovida pelo silano permite a adesão covalente entre os dois diferentes substratos (8-11).

Apesar desse protocolo estar universalmente estabelecido, o ácido hidrófluídrico é altamente tóxico e se não for manuseado corretamente pode trazer danos à saúde (12). Além disso, a superfície da cerâmica precisa ser adequadamente lavada após o condicionamento para remover de resíduos que poderão influenciar negativamente na resistência da união desses materiais (13,14).

Por esse motivo, tem sido relatado na literatura estudos na tentativa de eliminar a etapa do condicionamento ácido e considerar que a adesão seja feita exclusivamente

por meio do silano. Esse procedimento ainda é controverso. Alguns autores acreditam que somente a aplicação adequada do silano já seria tecnicamente suficiente para obter união entre cimento e cerâmica (15) e outros alegam que o condicionamento com ácido hidrofúorídrico continua sendo imprescindível nessa técnica de união (8).

Portanto, eliminar a etapa do condicionamento com ácido hidrofúorídrico e confiar essencialmente na união química implicaria na obtenção de uma possível ligação siloxana mais estável e duradora. Um dos procedimentos recomendados para melhorar o desempenho da união do silano foi jateamento com ar aquecido (50 a 100°C) para remover resíduos de água, solventes e subprodutos da reação química permitindo união covalente, promovendo completa reação por condensação e possibilidade de ligação cruzada da camada do silano (16).

No entanto, esse procedimento aumenta as etapas do procedimento clínico, o que sempre seria negativo ao trabalho do cirurgião-dentista. A aplicação de sistemas adesivos com corrente elétrica têm sido uma estratégia eficiente para aumentar a resistência da união sem comprometer as propriedades mecânicas (17,18). Atualmente não há dados na literatura que correlacionem o efeito da corrente elétrica na aplicação do silano com ou sem condicionamento ácido prévio na resistência da união entre cimento adesivo e cerâmica dental. Na tentativa de melhorar o potencial de ligação, alguns pesquisadores (19-22) relataram aumento da rugosidade/área de superfície/resistência de união quando soluções aquecidas foram aplicadas sobre cerâmica dentária de zircônia. Assim, o objetivo neste estudo foi avaliar os efeitos de tratamentos térmicos sobre ácido hidrofúorídrico e à superfície cerâmica na resistência de união ao microcisalhamento (μ SBS) entre o lítio desilicato de vidro-cerâmica dental (EMX - IPS e.max Press) e cimento de resina comercial.

REVISÃO DA LITERATURA

Com a utilização cada vez mais frequente de cerâmicas na Odontologia para a realização de restaurações indiretas, onde além da estética e dureza do material semelhantes ao dente natural, procura-se também o aperfeiçoamento de técnicas para melhor adesão do material aos tecidos dentários.

Em estudo realizado por Guarda GB *et al.* (2010) foram comparados os valores de resistência de união utilizando cimento resinoso autocondicionante em diferentes condições de dentina. O estudo comparou dentina seca, dentina úmida, dentina com aplicação prévia de adesivo autocondicionante e grupo controle. O grupo com os melhores resultados foi dentina úmida. Este resultado indicou que na aplicação de cimentos odontológicos autocondicionantes seria melhor manter a dentina úmida e apenas remover os excessos de resíduos.

Outros estudos foram realizados avaliando diversas maneiras de tratar a peça cerâmica para a cimentação. Puppini-Rontanti J *et al.* (2016) compararam o efeito do ácido hidrofúorídrico na resistência de união com várias concentrações e tempos de aplicação diferentes. Foram utilizadas concentrações de 1%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10% do ácido hidrofúorídrico e tempos de aplicação de 20, 40, 60, 120 e 20 + 20 segundos. Os resultados indicaram que as maiores concentrações do ácido promoveram melhores resultados de resistência de união independente do tempo de aplicação (5%, 7,5% e 10%), o que estaria diretamente associado com maior dissociação da fase vítrea e da exposição dos cristais de dissilicato de lítio. Entretanto, as concentrações mais baixas do ácido apresentaram resultados positivos quando aplicado por períodos mais longos. O estudo concluiu que as características de ligação da cerâmica de dissilicato de lítio dependeria da concentração e do tempo de aplicação, indicando que 5% aplicado por 20 segundos seria a técnica adequada.

Com o avanço nas pesquisas de tratamento de superfície da cerâmica, novas técnicas de utilização do ácido hidrofúorídrico foram analisadas. Sunderfield D *et al.* 2016 avaliaram os efeitos da concentração do ácido hidrofúorídrico (AF) e do prévio tratamento térmico (PTT) na morfologia e resistência de união ao microcissalhamento de uma cerâmica de dissilicato de lítio ao cimento resinoso. As amostras foram separadas em dois grupos de acordo com a concentração do ácido (5% e 10%). Foram separadas

novamente em outros grupos de acordo com o PTT: controle (sem PTT), AF previamente aquecido (70°C), superfície da cerâmica previamente aquecida (85°C) e a combinação entre AF e cerâmica previamente aquecida. Os resultados dos ensaios de microcisalhamento e da microscopia eletrônica mostraram que o aquecimento do ácido fluorídrico aumentou a remoção da matriz vítrea quando na concentração de 5% do AF, o que não ocorreu na concentração de 10%, julgando que 5% seria suficientemente adequado para a remoção da matriz vítrea da cerâmica reforçada com dissilicato de lítio. A temperatura associada ao ácido hidrófluorídrico a 5% promoveu superfície da cerâmica similar ao ácido a 10% sem aquecimento, o que significa uma alternativa à utilização de maiores concentrações do ácido hidrófluorídrico.

Os sistemas adesivos são também fatores fundamentais na resistência de união da cerâmica aos tecidos dentários. Diversas técnicas de aplicação com materiais diferentes foram estudados, Bertolo MVL, 2021 comparou a influência da corrente elétrica na interface adesiva de sistemas adesivos. Avaliando a resistência de união, nanoinfiltração, grau de conversão e infiltração na dentina de três adesivos comerciais após 24 horas e 1 ano de armazenamento com aplicação de duas intensidades de corrente elétrica. Foram utilizados adesivos convencional, autocondicionante e universal, aplicados com corrente elétrica de 0μA, 25μA ou 50μA. O estudo mostrou que a corrente elétrica aumentou a resistência de união dos adesivos convencional e autocondicionante nos dois períodos de armazenamento e apenas no período de 1 ano no adesivo universal. Os sistemas convencional e autocondicionante apresentaram maior nível de penetração na dentina com maiores valores no período de 24 horas de armazenamento.

Após o período de armazenamento de 1 ano, todos os sistemas adesivos apresentaram valores de resistência de união maiores quando comparados ao grupo controle, possivelmente devido ao menor nível de nanoinfiltração, maior grau de converção (convencional e universal) e maior penetração (convencional e autocondicionante) sob efeito de corrente elétrica. O estudo também apontou que a intensidade de 25μA seria suficiente para melhorar as propriedades dos sistemas adesivos.

Guarda MB, 2020 comparou a influência da corrente elétrica na resistência de união, capacidade de infiltração, nanoinfiltração e grau de conversão em sistemas adesivos experientais com ou sem HEMA, no período de 24 horas e após termociclagem. Foram observados melhores resultados de resistência de união dos adesivos sem HEMA com a aplicação da corrente elétrica após a termociclagem. Este resultado ocorreu devido ao menor nível de nanoinfiltração e maior grau de conversão. A aplicação da corrente elétrica promoveu maior infiltração do adesivo, menor nanoinfiltração e maior grau de conversão qualquer que fosse o sistema adesivo.

PROPOSIÇÃO

O objetivo neste estudo foi avaliar a influência da aplicação do ácido hidrófluorídrico aquecido e do agente de união silano sob efeito da corrente elétrica na resistência da união de uma cerâmica ácido sensível e cimento resinoso.

A hipótese verificada foi que o agente de união silano aplicado sob corrente elétrica na presença do condicionamento com ácido hidrófluorídrico aquecido aumentaria os valores de resistência da união e diminuiria a presença de fraturas adesivas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Quarenta discos da cerâmica IPS E.max Press (Ivoclar Vivadent) foram preparados e separados em quatro grupos (n=10): CAASC (Condicionamento ácido aquecido + aplicação do silano sem corrente elétrica + cimento resinoso); CAACC (Condicionamento ácido aquecido + aplicação do silano com corrente elétrica + cimento resinoso); CASC (Condicionamento ácido + aplicação do silano sem corrente elétrica + cimento resinoso); e CACC (Condicionamento ácido + aplicação do silano com corrente elétrica + cimento resinoso). Os grupos foram submetidos a ensaio mecânico por microcisalhamento e análise de fratura após 24 horas de armazenagem. O estudo foi realizado de acordo com a ISO 4049 (2009).

Confecção das amostras em cerâmica ips e.max press.

Os discos cerâmicos de dissilicato de lítio foram confeccionados pela técnica da cera perdida. Discos de resina acrílica Duralay com espessuras de 2,0 mm foram incluídos em revestimento IPS PressVest Speed (Ivoclar Vivadent) específico para cerâmica, os quais foram aquecidos em forno para sinterização. Em seguida, o cilindro de revestimento contendo o molde foi aquecido para a injeção da cerâmica de acordo com as recomendações do fabricante. Em seguida, as dimensões dos discos foram

aferidas com paquímetro digital (Mitutoyo Corporation, Tokyo, Japan) com precisão de 0,01 mm.

Os discos foram submetidos ao ultrassom (MaxiClean 750; Unique, Indaiatuba, SP, Brasil) por 5 minutos e secos com jatos de ar. Após secagem, os discos cerâmicos foram embutidos em tubos de PVC rígido, com 25 mm de diâmetro interno por 30 mm de altura, contendo resina acrílica quimicamente ativada (VIPI, Pirassununga, SP, Brasil). Em seguida, foram submetidos ao acabamento com lixas abrasivas #400, #600 e #1200 e submetidos novamente ao ultrassom por 5 minutos e secos com jatos de ar.

Tratamento da superfície dos discos de cerâmica

A superfície dos discos dos grupos CAASC e CAACC foi condicionada com ácido hidrófluorídrico a 5% (Maquira). Uma gota do ácido foi dispensada num frasco de *Eppendorf* (1 mL) e posicionado com a tampa fechada no aquecedor (Thermosmart, Cap-Lab, São Paulo, SP, Brasil) a 70°C. Após aquecimento, o ácido fluorídrico foi colocado sobre a cerâmica por 20 segundos, seguido de lavagem com água, secagem com ar por 30 segundos e submetido ao ultrassom por 5 minutos. Os grupos CASC e CACC foram condicionados com ácido a 5% em temperatura ambiente por 20 segundos, lavados e levados ao ultrassom por 5 minutos.

Em seguida, nos grupos CAASC e CASC foi aplicada uma camada do agente de silanização (RelyX Ceramic Primer, 3M ESPE) por 15 segundos com micropincel e deixado em temperatura ambiente por mais 45 segundos, seguido de leve jato de ar aplicado perpendicularmente à superfície numa distância de 15 centímetros. Nos grupos CAACC e CACC, o micropincel foi substituído pelo dispositivo gerador da corrente elétrica, aplicado por 1 minuto sobre o silano, seguido de leve jato de ar.

Confecção das amostras

Moldes cilíndricos contendo três orifícios de 12 mm diâmetro por 1 mm de espessura foram confeccionados com polivinilsiloxano (3M ESPE) e posicionados sobre a superfície dos discos de cerâmica. O cimento resinoso de dupla cura RelyX U200 (3M ESPE), preparado de acordo com as recomendações do fabricante foi inserido nos orifícios do molde até preenchê-los. Em seguida, uma fita de poliéster foi colocada sobre os moldes sobrepostos com uma placa de acrílico e aplicada uma carga estática de 250 g por 2 minutos, para padronizar a altura dos cilindros de cimento resinoso. O cimento foi fotoativado com irradiância de 1200 mW/cm² (Bluephase G2, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) por 20 segundos. Após fotoativação, o molde de polivinilsiloxano foi cuidadosamente removido com lâmina de bisturi nº15 (Figura 1).

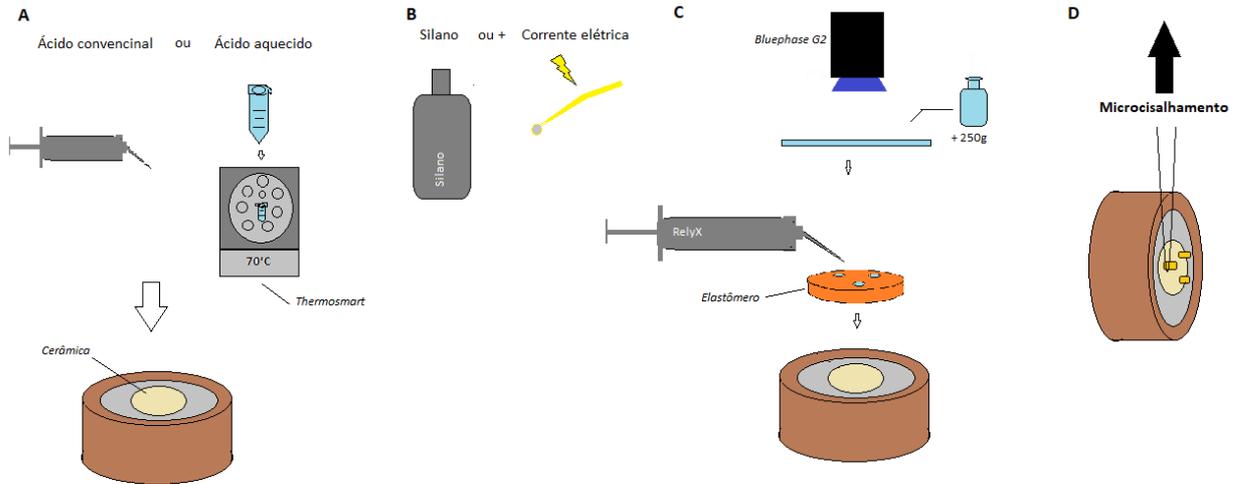


Figura 1- Desenho experimental do estudo: Condicionamento ácido hidrofúorídrico (convencional ou aquecido) sobre o disco de cerâmica (A); Tratamento de superfície com silano (convencional ou corrente elétrica) B); protocolo de cimentação (matriz elastomérica sobre a amostra / preenchimento dos orifícios com cimento / fita de poliéster + placa de acetato / peso sobre a amostra (2 minutos) / fotoativação) (C); Ensaio de resistência ao microcislamento.

Ensaio mecânico

Quarentas amostras confeccionadas com os específicos tratamentos foram submetidas ao teste de resistência a microcislamento. Os tubos de PVC contendo as amostras foram posicionados num dispositivo adaptado à máquina de ensaio universal Instron (Model 4411; Instron Inc., Canton, MA, USA). Um fio de aço inoxidável com 0,2 mm de diâmetro foi colocado ao redor do cilindro de cimento resinoso e alinhado com a interface de união. A resistência da união ao microcislamento ($RU_{\mu C}$) foi realizada à velocidade de 1,0 mm/minuto até ocorrer falha.

Com o auxílio de um paquímetro digital, as dimensões transversais de cada lado dos cilindros foram medidas para dimensionar a área do cilindro (mm^2) e para o cálculo dos valores da resistência foi utilizada a fórmula:

$$MPa = \frac{N}{mm^2}$$

Os dados obtidos em Newton foram transformados em MPa. Para cada grupo foram ensaiadas dez amostras ($n=10$) e o valor médio dos três cilindros de cimento resinoso foram registrados como a $RU_{\mu C}$ de cada amostra. Após o ensaio mecânico de resistência ao microcislamento, a análise do padrão de fratura foi avaliada com

microscópio para mensuração (STM – Olympus Optical, Tóquio, Japão), com 40x de aumento e classificadas como: adesiva (1); coesiva na cerâmica (2); coesiva no cimento resinoso (3); e mista (4).

MEV (microscopia eletrônica de varredura)

Após o ensaio mecânico e análise dos tipos de fraturas, as amostras foram revestidas com ouro por pulverização catódica (SDC Sputercoater, BalTec, Balzers, Liechtensiteín) e submetidas à análise com microscópio eletrônico de varredura (JEOL, JSM-5600LV, Tokyo, Japan) onde as imagens das fraturas foram ampliadas e coletadas nos valores de 50x, 60x e 500x.

Análise estatística

Os valores de resistência da união ao microcisalhamento foram avaliados estatisticamente pela análise de variância um fator, seguido pelo teste de Tukey com significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Ensaio mecânico

Os valores da resistência ao microcisalhamento obtidos em MPa estão descritos na Tabela 1 e mostrados na Figura 2.

A Tabela 1 e a Figura 2 mostram os resultados baseado no teste de Tukey, com significância de $p < 0,05$. Os valores médios dos grupos CAASC, CAACC e CACC não diferiram estatisticamente entre si, bem como os grupos CASC e CACC foram similares. Porém os grupos CAASC, CAACC diferiram estatisticamente do grupo CASC.

Tabela 1- Média e desvio padrão da resistência ao microcisalhamento.

Grupos	Médias	Desvio padrão
CAASC	21,44	1,67 a
CAACC	22,33	2,24 a
CASC	16,95	1,87 b
CACC	21,04	2,53 a

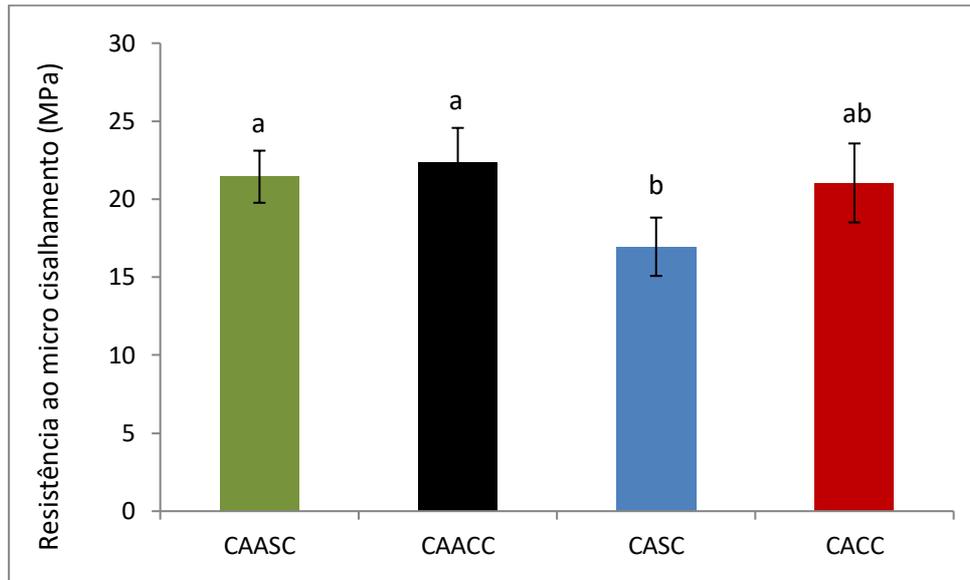


Figura 2- Resistência ao microcisalhamento dos grupos CAASC, CAACC, CASC e CACC.

Análise do padrão de fratura

A Tabela 2 e as Figuras 3 e 4 mostram os valores percentuais dos tipos de fraturas observadas no teste de microcisalhamento efetuados após 24 horas de envelhecimento. Observa-se na Tabela 2 que o maior percentual de fraturas em todos os grupos foi Adesiva, seguida pela Coesiva CR. Não foram observadas fraturas Mista e Coesiva C. A Figuras 3 e 4 ilustram esses resultados de fraturas.

Tabela 2- Percentagem do tipo de padrão de fratura dos grupos CAASC, CAACC, CASC e CACC.

Grupos	Mista	Adesiva	Coesiva C	Coesiva C/R
CAASC	0,0%	93,3%	0,0%	6,7%
CAACC	0,0%	86,7%	0,0%	13,3%
CASC	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
CACC	0,0%	90,0%	0,0%	10,0%

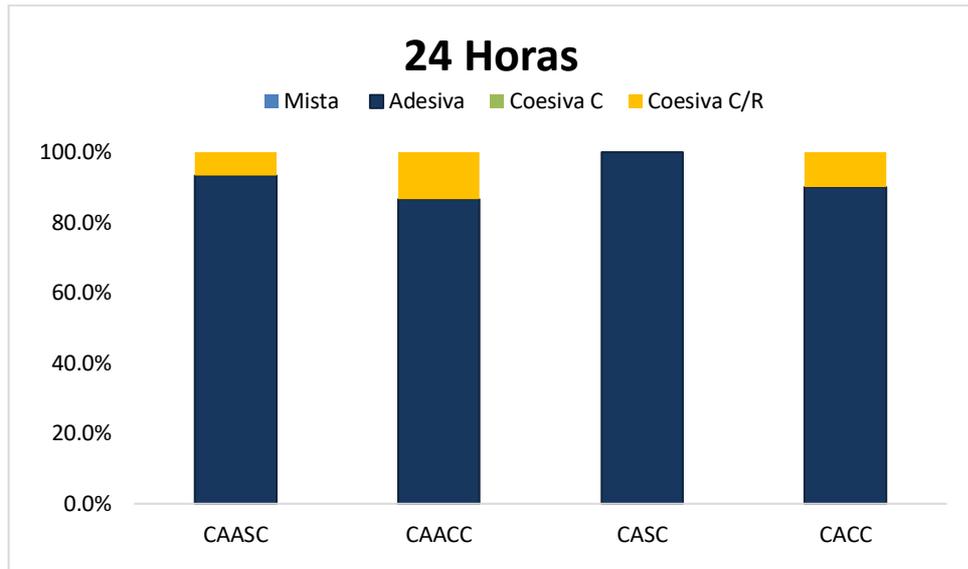
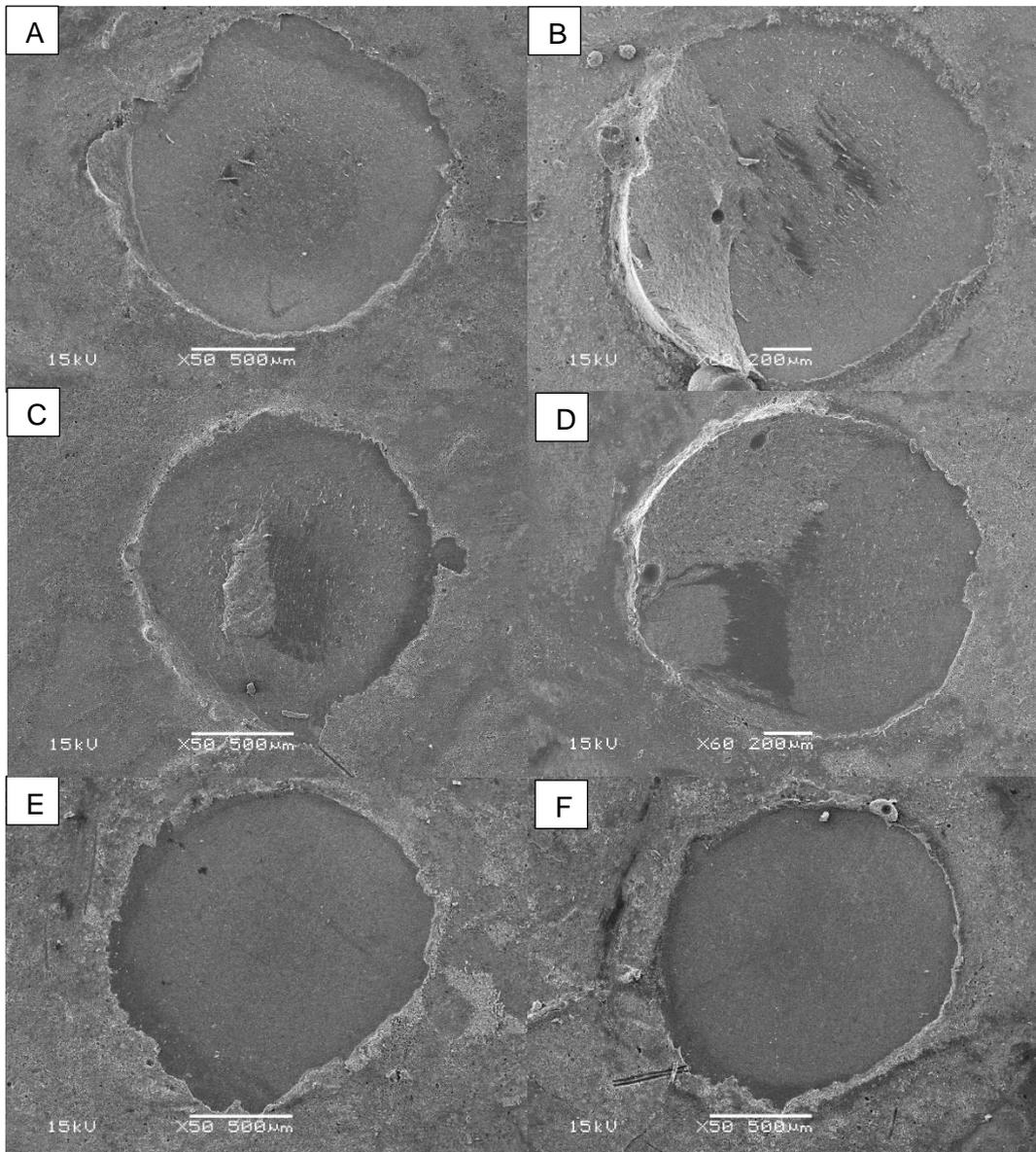


Figura 3 - Percentual do padrão de fratura dos grupos CAASC, CAACC, CASC e CACC.



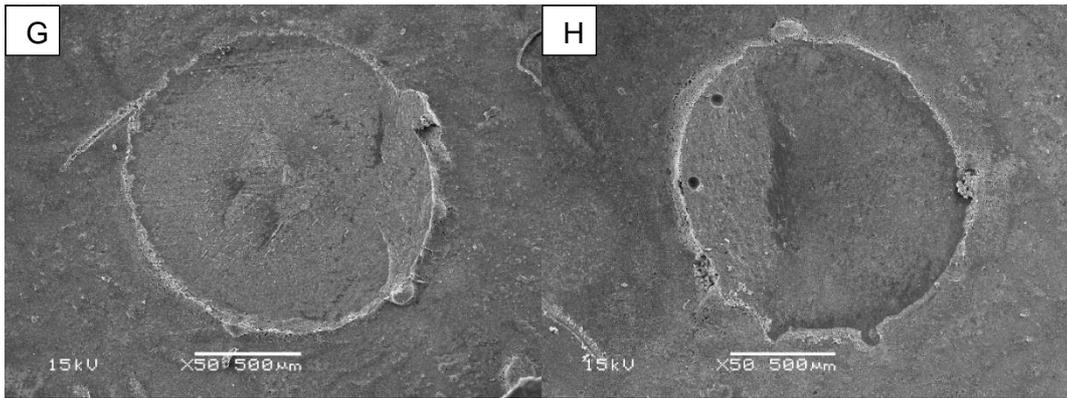


Figura 4 - Padrão morfológico de fraturas dos grupos CAASC (Figuras A e B) (Adesiva e coesiva em cimento resinoso), CAACC (C e D) (Adesiva e coesiva em cimento resinoso), CASC (E e F) (Adesivas) e CACC (G e H) (Adesiva e coesiva em cimento resinoso). Micrografias ampliadas de 50 e 60x.

DISCUSSÃO

A utilização de cerâmicas para o uso de reanilitação dentais vêm aumentando em diferentes protocolos na Odontologia devido à melhora da resistência mecânica e característica miméticas. Todavia, para obter adequada resistência mecânica, os materiais cerâmicos dependem da ação de diversos fatores, tais como tratamento da superfície da peça, técnicas de cimentação e a condição do tecido dentário. Diversas técnicas vêm sendo estudadas com a finalidade de se obter resistência de união satisfatória que não implique no aumento de etapas clínicas e na invasão indesejada dos tecidos dentários durante a preparação do dente. Nesta perspectiva, a utilização de sistemas adesivos aplicados com auxílio da corrente elétrica tem mostrado resultados promissores. Bertolo MVL (2020) verificou que em dentes humanos, os sistemas adesivos submetidos à corrente elétrica durante aplicação promoveram aumento da resistência de união.

O tratamento da superfície dessas cerâmicas é outro fator importante para a obtenção da resistência de união considerada clinicamente satisfatória. O ácido hidrófluorídrico tem sido amplamente utilizado no tratamento de superfície das cerâmicas de dissilicato de lítio, tendo como objetivo a exposição dos cristais cerâmicos, permitindo maior rugosidade, ampliação da área disponível à união e aumento da energia de superfície. Tendo esses fatores como objetivo, Puppim-Rontanti J *et al.* (2016) comparou diversas concentrações de ácido hidrófluorídrico sob influência de diversos tempos de aplicação. O estudo mostrou que o efeito do ácido na resistência da união da cerâmica de dissilicato de lítio depende da concentração e do tempo de aplicação do

condicionamento ácido, apontando também que a concentração de 5% aplicada por 20 segundos foi suficiente para obter valor de resistência satisfatória.

Considerando que a interação do cimento resinoso com a cerâmica dental ocorre pela união micromecânica devido ao tipo de micro estrutura, ou seja, a matriz vítrea é ácido sensível e passível de abrasão por jato de óxido de alumínio e possibilidade de união química porque a superfície de união pode ser silanizada (Mair; Padipatvuthikul, 2010).

Diversos estudos buscam formas de aprimorar a morfologia e resistência da união ao microcissalhamento da cerâmica de dissilicato de lítio ao cimento resinoso. Sunderfield D *et al.* (2016) comparou técnicas de aquecimento prévio tanto do ácido hidrofúorídrico quanto da superfície da cerâmica. O aquecimento prévio do ácido hidrofúorídrico implicou no aumento dos valores de resistência com menor concentração do ácido, enquanto o mesmo efeito não foi verificado com concentrações maiores. A temperatura associada à menor concentração do ácido teve efeito positivo na remoção da matriz vítrea da cerâmica reforçada com dissilicato de lítio.

O presente estudo verificou o efeito da associação corrente elétrica e ácido hidrofúorídrico aquecido na resistência da união da cerâmica ácido sensível e cimento resinoso num período de armazenagem de 24 horas. A hipótese de que o agente de união silano aplicado com corrente elétrica associado ao condicionamento com ácido hidrofúorídrico aquecido aumentaria os valores de resistência da união foi negada. A Tabela 1 e Figura 2 mostram que o grupo CAACC (22,33 MPa) apresentou os valores médios de resistência de união estatisticamente similares aos grupos CAASC (21,44 MPa) e CACC (21,04 MPa), não diferindo estatisticamente entre eles. O grupo que apresentou menor média de resistência de união foi o grupo CASC (16,95 MPa), o qual diferiu estatisticamente dos grupos CAACC e CAASC, mas não diferiu do grupo CACC.

Os padrões de fratura observados na Tabela 2 e Figuras 3 mostram similaridade na maior parte das amostras com falhas adesivas em relação ao grupo CAASC (93,3%) seguidas por coesivas em cimento resinoso (6,7%). O grupo CAACC apresentou 86,7% das fraturas adesivas e 13,3% de fraturas coesivas em cimento resinoso. Entretanto, o grupo CASC apresentou 100% de fraturas adesivas e o grupo CACC apresentou 90% de fraturas adesivas e 10% em coesiva em cimento resinoso (Tabela 2). As imagens das fraturas estão representadas na Figura 4.

O ácido hidrofúorídrico tem sido utilizado na técnica de tratamento de superfícies de cerâmicas odontológicas, colaborando para a remoção parcial da matriz vítrea e promover micro retenções para melhorar a imbricação mecânica do cimento,

possibilitando aumentar a adesão do cimento ao substrato cerâmico. Todavia, o ácido hidrofluorídrico pode também contribuir para fatores indesejáveis como toxicidade do operador ao manusear o produto e comprometimento do nível de retenção da prótese por falha no procedimento. Nesta perspectiva, a técnica com aplicação do silano com corrente elétrica foi desenvolvida, mostrando resultados promissores para estudos de outras variáveis ou associações das anteriormente estudadas.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode concluir que:

1) Os grupos CAACC, CAASC diferiram estatisticamente do grupo CASC, o qual não diferiu do grupo CASC, que, por sua vez, diferiu dos grupos CAACC e CAASC quando comparados os valores de resistência de união ao micro cisalhamento.

2) Os padrões de fraturas tiveram predominância de fraturas adesivas, principalmente no grupo CASC, cujo tratamento foi convencional.

Referências

1. Guarda GB, Gonçalves LS, Correr AB, Moraes RR, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L. Luting glass ceramic restorations using a self-adhesive resin cement under different dentin conditions. *J Appl Oral Sci.* 2010; 18: 244-48.
2. Christensen GJ. Tooth preparation and pulp degeneration. *J Am Dent Assoc.* 1997; 128: 353-54.
3. Kahler B, Kotousov A, Melkounian N. On material choice and fracture susceptibility of restored teeth: an asymptotic stress analysis approach. *Dent Mater.* 2006; 22:1109-14.
4. Lockard MW. A retrospective study of pulpal response in vital adult teeth prepared for complete coverage restorations at ultrahigh speed using only air coolant. *J Prosthet Dent.* 2002; 88:473-78.
5. Addison O, Fleming GJ. Application of analytical stress solutions to bi-axially loaded dental ceramic-dental cement bilayers. *Dent Mater.* 2008; 24:1336-42.
6. Addison O, Marquis PM, Fleming GJ. Adhesive luting of all-ceramic restorations- the impact of cementation variables and short-term water storage on the strength of a feldspathic dental ceramic. *J Adhes Dent.* 2008; 10:285-93.

7. Stangel I, Nathanson D, Hsu CS. Shear strength of the composite bond to etched porcelain. *J Dent Res*. 1987; 66:1460-1465.
8. Spohr AM, Sobrinho LC, Consani S, Sinhoreti MA, Knowles JC. Influence of surface conditions and silane agent on the bond of resin to IPS Empress 2 ceramic. *Int J Prosthodont*. 2003; 16:277-282.
9. Wolf DM, Powers JM, O'Keefe KL. Bond strength of composite to porcelain treated with new porcelain repair agents. *Dent Mater*. 1992; 8:158-161.
10. Borges GA, Spohr AM, de Goes MF, Sobrinho LC, Chan DC. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. *J Prosthet Dent*. 2003; 89:479-488.
11. Fan PL. Porcelain repair materials. Council on Dental Materials, Instruments and Equipment. *J Am Dent Assoc*. 1991;122: 124, 126, 128-130.
12. Ozcan M, Allahbeickaraghi A, Dündar M. Possible hazardous effects of hydrofluoric acid and recommendations for treatment approach: a review. *Clin Oral Investig*. 2012; 16(1):15-23.
13. Bailey LF, Bennett RJ. DICOR surface treatments for enhanced bonding. *J Dent Res*. 1988; 67(6):925-31.
14. Peumans M, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers bonded to tooth structure: an ultra-morphological FE-SEM examination of the adhesive interface. *Dent Mater*. 1999; 15(2):105-19.
15. Fabianelli A, Pollington S, Papacchini F, Goracci C, Cantoro A, Ferrari M, et al. The effect of different surface treatments on bond strength between leucite reinforced feldspathic ceramic and composite resin. *J Dent*. 2010;38(1):39-43.
16. Queiroz JR, Benetti P, Ozcan M, de Oliveira LF, Della Bona A, Takahashi FE, Botti et al. Surface characterization of feldspathic ceramic using ATR FT-IR and ellipsometry after various silanization protocols. *Dent Mater*. 2012; 28(2):189-96.
17. Breschi L, Mazzoni A, Pashley DH, Pasquantonio G, Ruggeri A, Suppa P, et al. Electric-current-assisted application of self-etch adhesives to dentin. *J Dent Res*. 2006; 85(12):1092-6.
18. Visintini E, Mazzoni A, Vita F, Pasquantonio G, Cadenaro M, Di Lenarda R et al. Effects of thermo cycling and use of ElectroBond on microtensile strength and nanoleakage using commercial one-step self-etch adhesives. *Eur J Oral Sci*. 2008; 116(6):564-70.
19. Bertolo MVL. Electric current effects on bond strength, nanoleakage, degree of conversion and dentinal infiltration of adhesive systems. *J Mech Behav Biomed Mat* . 2021 Jul;119:104529. doi: 10.1016/j.jmbbm.2021.104529. Epub 2021 Apr 21.

20. A. Casucci, E. Osorio, R. Osorio, F. Monticelli, M. Toledano, C. Mazzitelli, M. Ferrari, Influence of different surface treatments on surface zirconia frameworks, *J. Dent.* 37 (2009) 891–897.
21. A. Casucci, C. Mazzitelli, F. Monticelli, M. Toledano, R. Osorio, E. Osorio, F. Papacchini, M. Ferrari, Morphological analysis of three zirconium oxide ceramics: effect of surface treatments, *Dent. Mater.* 26 (2010) 751–760.
22. A. Casucci, F. Monticelli, C. Goracci, C. Mazzitelli, A. Cantoro, F. Papacchini, M. Ferrari, Effect of surface pre-treatments on the zirconia ceramic-resin cement microtensile bond strength, *Dent. Mater.* 27 (2011) 1024–1030.
23. MAIR, L.; Padipatvuthikul, P. Variables related to materials and preparing for bond strength testing irrespective of the test protocol. *Dent. Mater.*, Washington, v. 26, n. 2, p. e17- e23, 2010.

TCC GUSTAVO

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

1 %
ÍNDICE DE SEMELHANÇA

1 %
FONTES DA INTERNET

0 %
PUBLICAÇÕES

0 %
DOCUMENTOS DOS ALUNOS

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

< 1%

★ Alessio Casucci, Francesca Monticelli, Cecilia Goracci, Claudia Mazzitelli, Amerigo Cantoro, Federica Papacchini, Marco Ferrari. "Effect of surface pre-treatments on the zirconia ceramic-resin cement microtensile bond strength", Dental Materials, 2011

Publicação

Excluir citações

Desligado

Excluir

Desligado

Excluir bibliografia

Em

correspondências