



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba

Marcelo Cunha dos Santos Filho

**Efeito da corrente elétrica na interface de união de zircônia
odontológica e cimento resinoso**

Piracicaba, SP
2024

Marcelo Cunha dos Santos Filho

**Efeito da corrente elétrica na interface de união de zircônia
odontológica 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
MARCELO CUNHA DOS SANTO FILHO E
ORIENTADO PELO PROF. DR. RAFAEL
LEONARDO XEDIEK CONSANI

Piracicaba, SP
2024

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

Sa59e Santos Filho, Marcelo Cunha dos, 2001-
Efeito da corrente elétrica na interface de união de zircônia odontológica e cimento resinoso / Marcelo Cunha dos Santos Filho. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2024.

Orientador: Rafael Leonardo Xediek Consani.

Coorientador: Marcos Henrique Ramos da Silva.

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

1. Óxido de zircônio. 2. Correntes elétricas. 3. Resistência de união. I. Consani, Rafael Leonardo Xediek, 1974-. II. Silva, Marcos Henrique Ramos da, 1988-. III. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

Palavras-chave em inglês:

Zirconium oxide

Electric currents

Bond strength

Área de concentração: Materiais dentários

Titulação: Cirurgião-Dentista

Banca examinadora:

Mário Alexandre Coelho Sinhoreti

Wander José da Silva

Data de entrega do trabalho definitivo: 31-01-2024

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Marcelo Cunha dos Santos e Roseli Ferreira Dias e a minha tia Paula Alessandra Cunha dos Santos, os quais se dedicaram integralmente para que eu conseguisse realizar meu sonho de se tornar Cirurgião-Dentista. Sem a ajuda deles nada disto seria possível.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa PIBIC

À Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do magnífico reitor Antônio José de Almeida Meirelles. Obrigada UNICAMP pelo ensino de qualidade e oportunidade para tantos alunos brasileiros.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa do senhor diretor Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar. Obrigada FOP por realizar meu sonho de infância, por todas as oportunidades oferecidas, pelos valores transmitidos e pelo ensino de excelência

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

Ao meu co-orientador, Marcos Henrique Ramos pela paciência, companheirismo e ensinamentos nas atividades laboratoriais.

Aos meus pais Marcelo Cunha dos Santos e Roseli Ferreira Dias por sempre estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis, dando-me orientação e liberdade para seguir meus sonhos.

À minha irmã Camila Cunha dos Santos, sempre me motivando para ir mais além.

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

Aos meus colegas de república, Caio Augusto Hashizume, Mateus Nicoletti Monteiro, Dreyson Motta, Felipe Celestrin de Toledo, Guilherme de Castro Muricy, Lucas Manzano Gonçalves Teixeira, Leonardo Correa Bueno, Guilherme Augusto Albuquerque de Souza, Matheus Henrique José Bortolotto e Eduardo Bandeira Sousa Silva, 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 da vida, Enzo Rozato Megale, Pedro Paulo Spirandelli. Todos sempre muito importantes para mim.

À minha namorada Debora Letícia Bittencourt Leite Alves por todo apoio e motivação para não desistir.

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

Ao Professor Dr. Mario Alexandre Coelho Sinhoreti, pela oportunidade de frequentar e participar de atividades laboratoriais durante minha graduação.

À minha colega de laboratório Anna Caroliny Detogni por todo conhecimento e ensinamento passados através das atividades laboratoriais

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

RESUMO

O estudo avaliou o efeito da corrente elétrica na interface de união entre zircônia odontológica submetida ao jateamento com partículas de AL_2O_3 e cimento resinoso. Retângulos de cerâmica zircônia ultra translúcida (n=40) foram confeccionados e separados em quatro grupos (n=10): OPSCC; OPCCC; SOPSCC; SOPCCC. Em todas as amostras o Primer Clearfil Ceramic foi aplicado conforme recomendações. Nos grupos sem corrente elétrica o primer foi aplicado com micro pincel por 60 segundos e nos submetidos à corrente elétrica com o dispositivo gerador de eletricidade por 1 minuto. Cilindros (n=3) de RelyX U200 foram construídos nas amostras com matriz e fotoativados por 20 segundos. Os conjuntos cerâmica/cimento resinoso foram avaliados em 24 horas ou após ciclagem térmica através de teste mecânico de micro cisalhamento, microscopia eletrônica de varredura (MEV) e ângulo de contato. O padrão de fratura foi classificado como adesivo, coesivo ou misto via microscópio óptico (50x). Os dados foram submetidos à análise não paramétrica Kruskal-Wallis e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). Os resultados mostraram que a resistência da união ao micro cisalhamento foi similar entre os grupos em 24 horas. Após ciclagem térmica, os grupos OPSCC e OPCCC mostraram maior valor de resistência da união comparados aos grupos SOPSCC e SOPCCC. Houve predominância de fraturas adesivas em todos os grupos durante a análise. O jateamento associado à corrente elétrica promoveu menor ângulo de contato. Portanto, jateamento, aplicação da corrente elétrica e tempo de avaliação mostraram diferentes efeitos sobre a resistência de união adesiva e ângulo de contato.

Palavras-chave: Óxido de zircônio. Corrente elétrica. Resistência de união.

ABSTRACT

The study was to evaluate the effect of electric current on the bonding interface between dental zirconia subjected to blasting with Al_2O_3 particles and resin cement. Ultra translucent zirconia ceramic rectangles ($n=40$) were made and divided into four groups ($n=10$): OPCr; OPCeCr; PCr and PCeCr. In all samples, primer Clearfil Ceramic was applied according to the manufacturer's recommendations. In the groups without electric current, the primer was applied with microbrush for 60s and in those subjected to electric current with an electricity generating device for 1min. Cylinders ($n=3$) of RelyX U200 resin cement were built on the surface of the samples using the matrix and photoactivated for 20s. The ceramic/resin cement assemblies were characterized within 24h or after thermal cycling using mechanical micro-shear testing, scanning electron microscopy (SEM) and contact angle evaluation. The fracture pattern was classified as adhesive, cohesive or mixed with evaluation under an optical microscope (50x). Data were subjected to non-parametric Kruskal-Wallis test and the means compared using Tukey's test (5%). The results showed that the microshear bond strength was similar between groups at 24h. After thermal cycling, the OPSCC and OPCCC groups showed higher bond strength values compared to the SOPSCC and SOPCCC groups. There was predominance of adhesive fractures in all groups in periods of analysis. The blasting associated with electric current promoted lower contact angle. In conclusion, blasting, application of electrical current and evaluation time showed different effects on bond strength and contact angle.

Keywords: Zirconium oxide. Electric currents. Bond strength.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DA LITERATURA	12
3. PROPOSIÇÃO	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS	15
5. RESULTADOS	18
6. DISCUSSÃO	22
7. CONCLUSÃO	24

ANEXO

30

Anexo 1 – Relatório de verificação de originalidade e prevenção de plágio	30
--	-----------

1 INTRODUÇÃO

As cerâmicas odontológicas são conhecidas pela excelência em mimetizar os dentes naturais, consequentemente as propriedades estéticas foram motivo de aceitação para confecção de restaurações estéticas, além da estabilidade química, biocompatibilidade e propriedades mecânicas proporcionadas pelo material em manter a longevidade do uso (Manicone *et al.*,2007; Anusavice 2003). As cerâmicas foram aprimoradas durante décadas de estudo resultando na introdução de materiais modificados, como as cerâmicas tipo zircônia, com maior resistência à flexão quando associadas aos diferentes óxidos e comparadas as demais cerâmicas odontológicas (Bruton PA *et al.*,1999).

A composição da cerâmica tipo zircônia não contém sílica, resultando efeitos negativos em relação à resistência de união da interface cimento resinoso/zircônia, considerando que os materiais para cimentação, assim como os agentes de união possuem moléculas que se aderem à sílica, como exemplo o 10MDP (10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate). Devido à ausência de sílica na composição, a cerâmica necessita de tratamentos prévios da superfície da zircônia antes da cimentação, como aplicação de silano e/ou jateamento com partículas de óxido de alumínio (Mattiello *et al.*,2013).

Existem protocolos estabelecidos para a cimentação; porém, não existe nenhum que permita aumento totalmente favorável da resistência de união entre zircônia e cimento resinoso (Menani LR *et al.*,2014). Um dos principais tratamentos de superfície propostos para aumentar a resistência união dessa cerâmica é o jateamento com partículas de óxido de alumínio, propondo aumentar a rugosidade e a energia livre de superfície, melhorar a molhabilidade e permitir melhor imbricação mecânica do cimento resinoso. Esse propósito seria importante não só para manter maior resistência da interface de união mas também diminuir o número de falhas adesivas (Erdem A *et al.*,2007; Cassuci *et al.*,2012)

Alguns estudos mostraram que o jateamento pode danificar significativamente a superfície da zircônia, promovendo fissuras e trincas, diminuindo a resistência coesiva da superfície cerâmica (Zhang Y *et al.*,2004). Por essa razão, novas metodologias de tratamento de superfície são importantes para melhorar a

interface cerâmica/cimento, conseqüentemente aumentar a resistência da união adesiva.

Nesta perspectiva, neste estudo o objetivo foi estabelecer uma metodologia de tratamento da superfície da zircônia empregando corrente elétrica, objetivando aumentar a energia de superfície da interface de união.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Na Odontologia atual as cerâmicas odontológicas são conhecidas pela capacidade de mimetizar os dentes naturais. Suas propriedades estéticas sempre foram o objetivo principal para seu uso em restaurações reabilitadoras, assim como a sua estabilidade química, biocompatibilidade e propriedades mecânicas, as quais são essenciais para a longevidade das restaurações. Dessa forma, torna-se cobiçado o aperfeiçoamento das técnicas para melhor adesão do material ao tecido dentinários.

A partir do momento que Garvie *et al.*, em 1975, constataram que a zircônia apresentava resistência necessária para substituir o metal, diversos estudos foram desenvolvidos para adequar as propriedades dessa cerâmica à aplicação clínica. Devido aos seus atributos estéticos e mecânicos, a utilização do Y-TZP na Odontologia tornou-se mais comum para reabilitações restauradoras.

Na área odontológica as peças de cerâmica do tipo zircônia tiveram um impulso com a introdução da tecnologia Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM) (White *et al.*, 2005). Isso ocorreu devido as vantagens que a infraestrutura cerâmica possui em relação a metálica, como a possibilidade de posicionar corretamente o término cervical do preparo dental na altura da margem livre, o que produz uma reabilitação mais estética e diminui a possibilidade de invasão do espaço biológico (Raigrodsky & Chiche, 2001). Nos dias atuais, o material do tipo zircônia também é utilizado em outros usos na Odontologia como: Bráquetes ortodônticos, pinos intraradiculares e sistema de implantes dentários. (Meyenberg *et al.*, 1995; Raigrodski, 2004).

Entretanto, por ser uma cerâmica denominada policristalina, a zircônia não é afetada pelos métodos convencionais de tratamento de superfície utilizando ácido hidrofluorídrico, comumente utilizados para as cerâmicas vítreas (Chen *et al.*, 1998) e por não conter sílica em sua composição, essa combinação permite efeitos negativos em relação a sua resistência de união entre a interface do cimento resinoso e a zircônia.

Dessa maneira, fez-se necessário estudos para que a cerâmica do tipo zircônia obtivesse o melhor condicionamento de superfície possível. Foi constatado por estudos de (Bruton *et al.*, 1999) que as cerâmicas de zircônia apresentam maior

resistência a flexão quando associadas a algum óxido quando comparadas a outros tipos de cerâmica.

Os materiais utilizados para cimentação de peças protéticas e os agentes de união possuem moléculas que se aderem a sílica da superfície da cerâmica, como a 10-MDP (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate). Todavia, devido ausência de sílica na composição faz-se necessário o condicionamento da superfície da zircônia antes da cimentação da restauração protética, como aplicação de silano e/ou jateamento com partículas de óxido de alumínio (Mattiello *et al.*, 2013).

Segundo a literatura, o jateamento de partículas de Al_2O_3 é um dos principais métodos de tratamento de superfície proposto para aumentar a resistência de união da cerâmica do tipo zircônia. Esse método visa aumentar a energia livre de superfície, melhorar a molhabilidade, aumentar a rugosidade da superfície e permitir maior imbricação mecânica do cimento resinoso. Sendo assim, torna-se importante para melhorar a resistência de união e evitar falhas adesivas (Casucci *et al.*, 2012; Erdem *et al.*, 2014).

Alguns pesquisadores relataram que o jateamento da zircônia com partículas de óxido de alumínio demonstra maior eficácia na retenção da cerâmica ao cimento resinoso, isso ocorre devido ao aumento da molhabilidade da cerâmica após o tratamento da superfície (Thompson *et al.*, 2011; Al-Shehri *et al.*, 2017). Foi também relatado que o tratamento de superfície com jateamento de partículas de óxido de alumínio pode causar danos a superfície da cerâmica, diminuindo a resistência mecânica da peça (Zhang *et al.*, 2004).

Portanto, se formaliza necessário o estudo de novas técnicas de tratamento de superfície para a cerâmica do tipo zircônia e seus sistemas adesivos. Em estudo realizado por Guarda *et al.* (2020), ao realizar testes de micro tração notou-se que a aplicação de sistemas adesivos associados a corrente elétrica melhorou a resistência de união e a qualidade da interface adesiva.

Nesse sentido, no presente estudo o objetivo foi avaliar a influência da corrente elétrica na interface de união de cerâmicas do tipo zircônia e cimento resinoso. Apesar dos avanços, ainda é pouco difundido as informações e estudos sobre o efeito da corrente elétrica nas cerâmicas de zircônia, o que reforça a necessidade de teste mais aprofundados não apenas laboratoriais como também clínicos a fim de estabelecer o protocolo ideal de tratamento de superfície da cerâmica do tipo zircônia garantindo efetividade a longo prazo, mantendo as propriedades mecânicas e estéticas.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo neste estudo foi avaliar o efeito da corrente elétrica na interface de união entre zircônia odontológica submetida ao jateamento com partículas de Al_2O_3 e cimento resinoso. A hipótese do estudo foi que a combinação de jateamento com partículas de Al_2O_3 e aplicação da corrente elétrica aumentaria a resistência da união, promoveria menor número de falhas adesivas e menor ângulo de contato entre cerâmica e cimento resinoso.

4 MATERIAS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado *in vitro* de acordo com a ISO 6872 (2015) com objetivo avaliar materiais dentais cerâmicos. Amostras retangulares (n=40) foram confeccionadas a partir de bloco de zircônia ultra translúcida pré-sinterizada (Vsmile Hppy Zir) e separadas em quatro grupos experimentais (n=10): OPSCC (Óxido de alumínio + primer + sem corrente + cimento resinoso); OPCCC (Óxido de alumínio + primer + com corrente + cimento resinoso); SOPSCC (Sem óxido de alumínio + primer + sem corrente + cimento resinoso); e SOPCCC (Sem óxido de alumínio + primer + com corrente + cimento resinoso). Os grupos foram armazenados por 24 horas ou submetidos à ciclagem térmica e avaliados pelo teste de resistência ao micro cisalhamento, análise de fratura e ângulo de contato.

Confecção das amostras cerâmicas de zircônia

A partir de um bloco de zircônia ultra translúcida pré-sinterizada (Vsmile Hppy Zir) foram confeccionadas 40 amostras retangulares (2,0x1,5x1,6 mm), lixadas com carbetto de silício com granulações #400 e #600, limpas em ultrassom (MaxiClean 750; Unique, Indaiatuba, SP, Brasil) por 5 minutos, secas com jato de ar e conferidas com paquímetro digital (Mitutoyo, Tokyo, Japan) com 0,01 mm de precisão. As amostras cerâmicas foram incluídas em cilindros de PVC rígido (25 mm de diâmetro interno por 30 mm de altura) com resina acrílica quimicamente ativada (VIPI, Pirassununga, SP, Brasil).

Protocolo experimental

A superfície das amostras submetidas à abrasão mecânica foi acabada com lixas #400, #600 e #1200 ou jateamento com partículas de óxido de alumínio por 30 segundos à distância de 10 mm. Todas as amostras submetidas ou não à abrasão foram limpas em ultrassom por 5 minutos e secas com jato de ar. Em seguida, nos grupos OPSCC e OPCCC foi aplicado primer Primer Clearfil Ceramic (Kuraray, Okayama, Japão) com o auxílio de micro pincel por 15 segundos e deixado em temperatura ambiente por mais 45 segundos. Nos grupos SOPSCC e SOPCCC o primer foi aplicado com o dispositivo gerador de eletricidade por 1 minuto.

Sobre a superfície da zircônia foram confeccionados cilindros de cimento resinoso RelyX U200 (3M ESPE) utilizando matriz de poliestireno (12 mm de diâmetro por 1 mm de espessura). Após o preenchimento dos moldes foi colocado sobre os cilindros uma carga estática de 250 g por dois minutos. Após remoção da carga, o cimento resinoso foi foto ativado com 1200 Mw/cm² (Bluephase G2, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) por 20 segundos e os moldes removidos.

As amostras foram armazenadas em água deionizada em estufa a 37°C^o por 24 horas ou submetidas à ciclagem térmica (MSCT-3e, Elquip, São Carlos, SP, Brazil) com 10.000 ciclos por 30 segundos cada ciclo em cuba com água à temperatura de 5±1°C e 55±1°C.

Ensaio de resistência da união ao micro cisalhamento (RU_μC)

A resistência da união ao micro cisalhamento das amostras foi avaliada fixada num dispositivo adaptado na máquina de ensaio universal (Instron - Model 4411; Canton, MA, USA). Um fio de aço inoxidável com 0,2 mm de diâmetro foi colocado em torno do cilindro de cimento resinoso alinhado com a interface de união cerâmica/cimento. A carga de tração foi aplicada à velocidade de 1 mm/minuto até ocorrer fratura. A média aritmética dos valores de resistência da união dos três cilindros obtidos em kgf/cm² foi considerada o valor total da amostra.

A área (mm²) da seção transversal da região fraturada foi obtida utilizando a fórmula $A = \pi r^2$, onde $\pi = 3,1416$ e r = raio do cilindro. O valor da resistência da união ao micro cisalhamento (RU_μC) foi obtido utilizando a fórmula: MPa = N/mm², onde N = resistência à fratura e mm² = área da seção transversal.

Análises do padrão de fratura e morfológica da superfície por microscopia eletrônica de varredura (MEV)

O padrão de fratura foi avaliado com microscópio para mensuração (STM; Olympus, Tóquio, Japão) com 50x de aumento e classificado como: Adesivo (1); coesivo em cerâmica (2); coesivo em cimento resinoso (3) ou misto (4).

Para análise morfológica de superfície as amostras fraturadas foram colocadas sobre *stubs* metálicos e revestidas por pulverização catódica com ouro (SDC Sputercoater, Baltec, Balzers, Liechtensiteín) e avaliadas em MEV por meio de imagens com aumento de 60x.

ÂNGULO DE CONTATO

O ângulo de contato ($n=40$) foi avaliado com goniômetro (Digidrop Contact Angle Meter; GBX, Bourg de Peage, França).

Nos grupos sem aplicação da corrente elétrica, uma gota do primer foi esfregada sobre a cerâmica por 15 segundos e espera por mais 45 segundos. Em seguida, uma gota de água ($3\ \mu\text{L}$) foi depositada sobre a amostra cerâmica. Decorridos 5 segundos, o ângulo de contato formado pela gota de água na superfície da cerâmica foi avaliado.

Nos grupos com aplicação da corrente elétrica, uma gota do primer foi esfregada sobre a cerâmica com o dispositivo fornecedor de eletricidade por 1 minuto. Em seguida, uma gota de água ($3\ \mu\text{L}$) foi depositada sobre a amostra cerâmica. Decorridos 5 segundos, o ângulo de contato formado pela gota de água na superfície da cerâmica foi avaliado.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de resistência ao micro cisalhamento foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e homoscedasticidade das variâncias pelo teste de Levene. Embora os dados tenham apresentado distribuição normal, as variâncias não foram homogêneas; portanto, foi aplicado teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Para ambas as análises assumiu-se valor significativo de $p=0,05$ pelo teste de Tukey.

5 RESULTADOS

Resistência ao micro cisalhamento

Os resultados estatísticos da resistência ao micro cisalhamento estão apresentados nas Tabela 1 e Figura 1. Os resultados estatísticos mostraram os valores médios dos grupos OPSCC, OPCCC, SOPSCC e SPOCCC não diferiram estatisticamente entre si no período de 24 horas. Mostrando que o uso da corrente elétrica sobre amostras sem jateamento substitui a princípio o jateamento da superfície de zircônia. Entretanto, após a ciclagem térmica os grupos OPSCC e OPCCC não apresentaram diferença estatística, todavia mostraram valores de resistência superiores comparados os grupos SOPSCC e SPOCCC, os quais não diferiram estatisticamente entre si. Os grupos OPCCC e SPOCCC não apresentaram diferença estatística comparados entre si e o grupo OPSCC diferiu estatisticamente dos grupos SPOSICC e SPOCCC.

Após análise comparativa dos dados por testes não paramétricos, foi notado diferença estatística no grupo SOPSCC entre 24 horas e após termociclagem, bem como no grupo SOPCCC em 24 horas e após termociclagem. Os grupos submetidos à corrente elétrica após termo ciclagem diminuíram os valores de resistência de união comparados aos mesmos grupos na avaliação de 24 horas (Figura 3).

Tabela 1- Média e desvio padrão da resistência ao micro cisalhamento.

24 Horas	Médias	Desvio padrão
OPSCC	15,53	5,49
OPCCC	16,03	3,29
SOPSCC	13,19	4,36
SOPCCC	16,54	3,94
Termociclagem	Médias	Desvio padrão
OPSCC	15,11	4,69
OPCCC	10,43	5,64
SOPSCC	4,58	2,23
SOPCCC	8,65	5,26

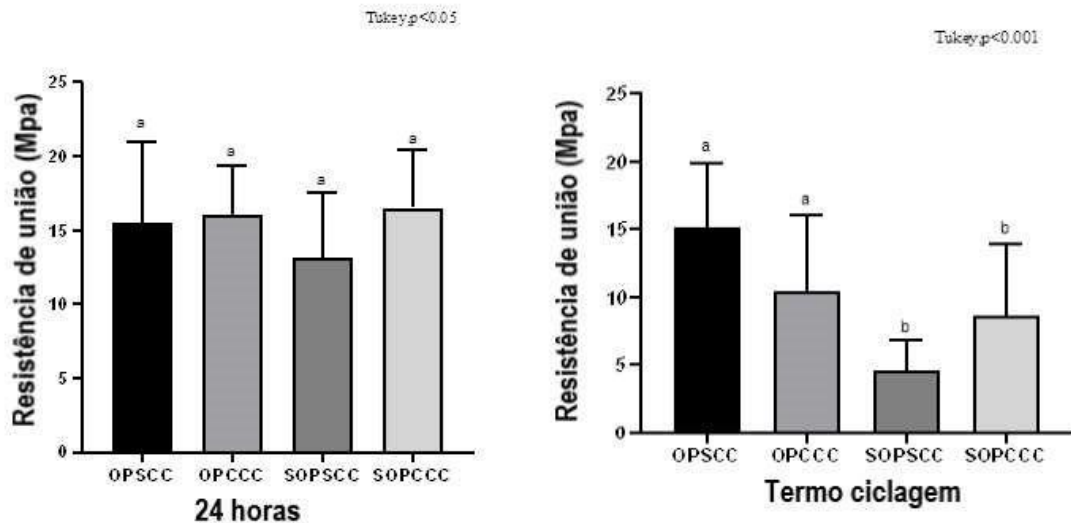


Figura 1 – Representação gráfica da resistência ao micro cisalhamento em 24 horas e após termociclagem.

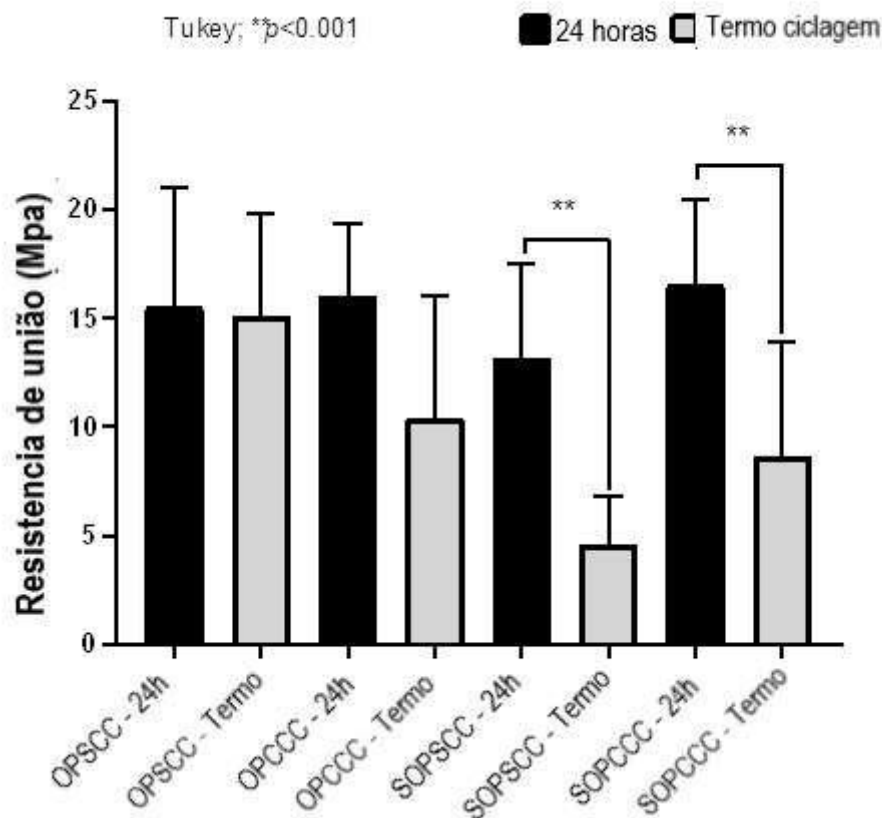


Figura 2 – Análise comparativa da resistência de união dos grupos em 24 horas e após termo ciclagem.

Análise do padrão de fratura

A Tabela 2 mostra os valores percentuais dos tipos de fraturas observadas no teste de micro cisalhamento efetuados em 24 horas ou após ciclagem térmica. Em 24 horas o maior percentual de fraturas em todos os grupos foi adesiva, seguida pela

coesiva em cimento resinoso (CR). Não foram observadas fraturas mista ou coesiva em cerâmica (C). Após ciclagem térmica, as fraturas foram adesivas ou mistas. A Figura 3 exibe o gráfico do percentual das fraturas e a Figura 4 ilustra o padrão morfológico da fratura adesiva (A) ou mista (B).

Tabela 2 - Percentagem do padrão de fratura dos grupos.

Grupos	Mista	Adesiva	Coesiva C	Coesiva C/R
OPSCC	0,0%	93,3%	0,0%	6,7%
OPCCC	0,0%	86,7%	0,0%	13,3%
SOPSCC	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
SOPCCC	0,0%	93,3%	0,0%	6,7%

24 horas

Grupo	Mista	Adesivo	Coesivo cerâmica	Coesivo cimento resinoso
OPSCC	3,3%	96,7%	0,0%	0,0%
OPCCC	6,7%	93,3%	0,0%	0,0%
SOPSCC	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
SOPCCC	13,3%	86,7%	0,0%	0,0%

Ciclagem térmica

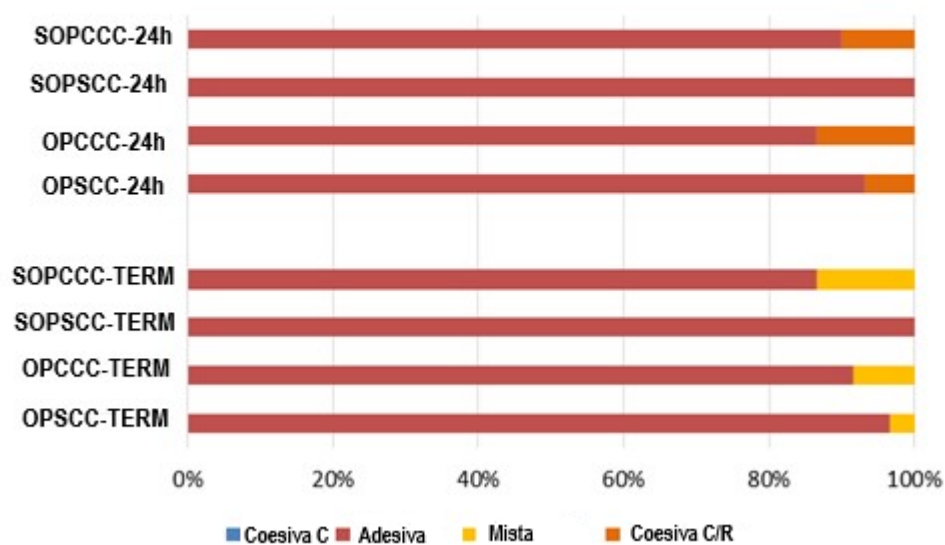


Figura 3 - Gráfico do percentual do padrão de fratura dos grupos.

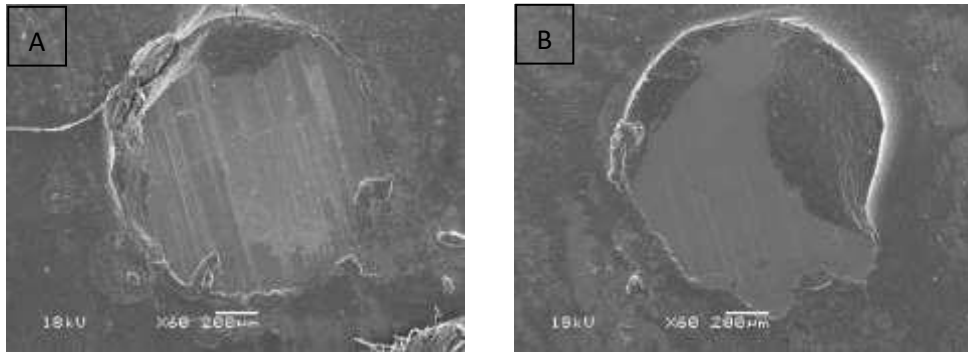


Figura 4 - Padrão morfológico da fratura adesiva (A); Padrão morfológico de fratura mista (B). Micrografias amplificadas em 60x.

ÂNGULO DE CONTATO

Os grupos OPSCC e OPCCC que receberam tratamento de superfície com o jateamento de óxido de alumínio exibiram resultados diferentes entre si, onde o grupo com corrente mostrou maior ângulo de contato; portanto, menor molhabilidade da superfície. Os grupos SOPSCC e SOPCCC sem jateamento e corrente elétrica mostraram menor ângulo de contato e maior molhabilidade. Os grupos SOPCCC (sem óxido e com corrente) e OPSCC (com óxido sem corrente) mostraram maior ângulo de contato comparados ao grupo OPCCC (com óxido com corrente) (Figura 5).

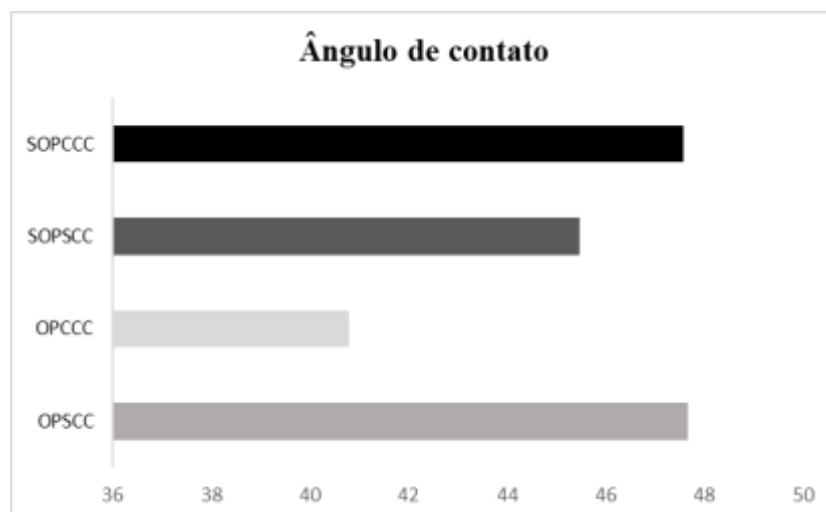


Figura 5 - Ângulo de contato dos grupos.

6 DISCUSSÃO

A Odontologia restauradora tem se tornado cada vez mais complexa com o surgimento de diferentes protocolos adesivos, necessitando de conhecimento e aprimoramentos constantes para aplicação em consultórios dentais. Desses procedimentos, um dos mais utilizados envolve uso de cerâmicas odontológicas para a reabilitação protética indireta, devido às propriedades estética, funcional e biocompatibilidade que conseguem também mimetizar os dentes naturais (Manicone *et al.*, 2007; Anusavice 2003).

Contudo, para alcançar esse objetivo, as cerâmicas odontológicas dependem da associação de diferentes fatores, tais como diferentes tratamentos da superfície, técnicas de cimentação e condição do tecido dentário. Nesse propósito, protocolos usando sistemas adesivos associados à aplicação de corrente elétrica têm apresentado resultados promissores. Além disso, devido à ausência de sílica na composição necessita-se do emprego de tratamentos prévios na superfície da cerâmica de zircônia antes da cimentação, como aplicação de silano e/ou jateamento com partículas de óxido de alumínio (Mattiello *et al.*, 2013).

Sendo assim, o estudo atual avaliou o tratamento da superfície cerâmica de zircônia associando jateamento com partículas de óxido de alumínio e aplicação de corrente elétrica no *primer* propondo melhorar a energia de superfície da cerâmica e aumentar a resistência da interface de união cerâmica/cimento resinoso.

O presente estudo verificou o efeito da associação de corrente elétrica e jateamento de partículas de óxido de alumínio na resistência de união entre cerâmica do tipo zircônia e cimento resinoso após armazenagem de 24 horas. A hipótese de que a aplicação de *primer* com o auxílio de corrente elétrica na superfície cerâmica do tipo zircônia promoveria resultados positivos foi confirmada.

A Tabela 1 e Figura 1 mostram que o grupo OPSCC (15,53 MPa) apresentou valores médios de resistência de união semelhantes aos grupos OPCCC (16,03 MPa), SOPSCC (12,79 MPa), SOPCCC (16,54 MPa), não diferindo estatisticamente entre si. O grupo que apresentou menor média de resistência de união foi o SOPSCC (12,79 MPa) e a maior média foi o SOPCCC (16,54 MPa). Todavia, os grupos OPSCC (15,11

MPa) e OPCCC (10,43 MPa) não apresentaram diferença estatística após a ciclagem térmica; entretanto, os valores de resistência foram maiores comparados aos grupos SOPSCC (4,58 MPa) e SPOCCC (8,65 MPa) nas mesmas condições, com valores estatisticamente similares entre si. O grupo OPSCC diferiu estatisticamente dos grupos SPOSCC e SPOCCC.

A análise comparativa entre os grupos e tempos de envelhecimento mostrou que houve diferença estatística entre no grupo SOPSCC entre 24 horas e após ciclagem térmica. O grupo SOPCCC em diferentes tempos também apresentou diferença. Desta forma, o uso da corrente elétrica após a ciclagem térmica mostrou que a resistência de união diminui comparado aos mesmos grupos em 24 horas, bem como nos grupos sem uso da corrente elétrica com jateamento. Portanto, a hipótese do estudo que a combinação de jateamento com partículas de Al_2O_3 e aplicação da corrente elétrica aumentaria a resistência da união não foi confirmada.

Os padrões de fratura apresentados nas Tabela 2 e Figura 3 demonstraram maior ocorrência de fraturas por falhas adesivas. O grupo OPSCC apresentou 93,3% de fraturas adesivas e seguidas de 6,7% de fraturas coesivas em cimento resinoso. O grupo OPCCC demonstrou 86,7% de fraturas adesivas; entretanto, foi o grupo que mais apresentou fraturas coesivas em cimento (13,3%). Já, o grupo SOPSCC apresentou 100% de fraturas adesivas e o grupo SOPCCC 93,3% de fraturas adesivas e 6,7% de coesivas em cimento resinoso. Todavia, após ciclagem térmica as fraturas mostraram padrões concentrados em fraturas adesiva e mista. Portanto, a hipótese do estudo que a combinação de jateamento com partículas de Al_2O_3 e aplicação da corrente elétrica promoveria menor número de falhas adesivas não foi confirmada.

Alega-se que o jateamento com partículas de pode provocar situações indesejáveis como fissuras e trincas na superfície da cerâmica, comprometendo o nível da união adesiva. Esse fato pode diminuir a resistência coesiva da superfície cerâmica enfraquecendo o nível de imbricação mecânica do cimento resinoso e causando maior número de falhas adesivas na interface de união. Esse fato pode também ter ocorrido no estudo atual e o efeito da aplicação da corrente elétrica sobre o *primer* não teve efeito positivo para evitar o enfraquecimento da resistência coesiva da cerâmica por causa da formação de fissuras e fendas causadas pelo jateamento.

A Figura 5 mostra que os grupos OPSCC e OPCCC submetidos ao jateamento com óxido de alumínio exibiram diferentes resultados, com o grupo associado com corrente mostrando maior valor de ângulo de contato. Nos grupos SOPSCC e SOPCCC sem jateamento, o grupo com corrente elétrica mostrou menor ângulo de contato. Além disso, os grupos SOPCCC e OPSCC mostraram maior ângulo de contato comparados ao SOPSCC. Portanto, a hipótese do estudo que a combinação de jateamento com partículas de Al_2O_3 e aplicação da corrente elétrica promoveria menor ângulo de contato entre cerâmica e cimento resinoso não foi confirmada.

Com base nessas considerações, o protocolo com aplicação do *primer* associando corrente elétrica e jateamento com partículas de Al_2O_3 não se mostrou totalmente promissor após termo ciclagem, com valor similar ao grupo sem aplicação da corrente elétrica. Entretanto, essa associação promoveu resultado similar aos demais grupos na avaliação em 24 horas. Com base nos resultados do estudo atual, seria prudente que novas investigações fossem efetuadas envolvendo outras variáveis associadas à aplicação de corrente elétrica. Por outro lado, a necessidade de avaliar o efeito do jateamento com partículas de Al_2O_3 no nível de resistência coesiva da superfície cerâmica em protocolos adesivos pode ser considerado limitação do estudo.

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e independente da limitação do estudo, as seguintes conclusões podem ser consideradas: O jateamento com partículas de Al_2O_3 , aplicação da corrente elétrica e tempo de avaliação mostraram diferentes efeitos sobre a resistência da união adesiva entre cerâmica/cimento resinoso, ângulo de contato e predominância de fratura adesiva em todos os protocolos.

REFERÊNCIAS*

1. Addison O, Marquis PM, Fleming GJ. The impact of modifying alumina air abrasion parameters on the fracture strength of a porcelain laminate restorative material. *Dent Mater.* 2007;23(11):1332-1341. doi:10.1016/j.dental.2006.11.012
2. Al-Shehri EZ, Al-Zain AO, Sabrah AH, Al-Angari SS, Al Dehailan L, Eckert GJ, et al. Effects of air-abrasion pressure on the resin bond strength to zirconia: a combined cyclic loading and thermocycling aging study. *Restor Dent Endod.* 2017 Aug;42(3):206-15. doi: 10.5395/rde.2017.42.3.206
3. Anusavice KJ. Phillips RW. Phillips' science of dental materials. 11th ed. Saint Louis: Saunders; 2003.
4. Brunton PA, Smith P, MacCord JF, Wilson NHF. Procera All-ceramic crown: a new approach to an old problem. *Br Dent J.* 1999 May;186(9):430-4. doi: 10.1038/sj.bdj.4800134.
5. Casucci A, Goracci C, Chieffi N, Monticelli F, Giovannetti A, Juloski J, et al. Microtensile bond strength evaluation of self-adhesive resin cement to zircônia ceramic after different pre-treatments. *Am J Dent.* 2012;25(5):269-75.
6. Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. *J Dent.* 1998 Jan;26(1):53-8. doi: 10.1016/s0300-5712(96)00078-4.
7. Erdem A, Akar GC, Kose T. Effects of different surface treatments on bond strength between resin cements and zirconia ceramics. *Oper Dent.* 2014 MayJun;39(3):E118-27. doi: 10.2341/12-420-L.
8. Garvie R, Hannink R, Pascoe R. Ceramic Steel. *Nature.* 1975;258:703-4 doi: 10.1038/258703a0.
9. Guarda MB, Di Nizo PT, Abuna GF, Catelan A, Sinhoreti MAC, Vitti RP. Effect of Electric Current-assisted Application of Adhesives on their Bond Strength and Quality. *J Adhes Dent.* 2020;22(4):393-398. doi: 10.3290/j.jad.a44870. PMID: 32666065.

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

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

11. Mattiello RDL, Coelho TMK, Insaurrealde E, Coelho AAK, Terra GP, Kasuya AVB, et al. A review of surface treatment methods to improve the adhesive cementation of zirconia-based ceramics. *Inter Schol Res Notices (Biomaterials)*. 2013: Article ID 185376, 10p. doi: 10.5402/2013/185376.

12. Menani LR, Farhat IA, Tiozzi R, Ribeiro RF, Guastaldi AC. Effect of surface treatment on the bond strength between yttria partially stabilized zirconia ceramics and resin cement. *J Prosthet Dent.* 2014 Aug;112(2):357-64. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.08.025.

13. Meyenberg KH, Lüthy H, Schärer P. Zirconia posts: a new all-ceramic concept for nonvital abutment teeth. *J Esthet Dent.* 1995;7(2):73-80. doi: 10.1111/j.1708-8240.1995.tb00565.x.

14. Raigrodski AJ, Chiche GJ. The safety and efficacy of anterior ceramic fixed partial dentures: A review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2001 Nov;86(5):5205. doi: 10.1067/mpr.2001.120111.

15. Raigrodski AJ. Contemporary all-ceramic fixed partial dentures: a review. *Dent Clin North Am.* 2004;48(2):viii-544. doi:10.1016/j.cden.2003.12.008

16. Thompson JY, Stoner BR, Piascik JR, Smith R. Adhesion/cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: where are we now? *Dent Mater.* 2011 Jan;27(1):71-82. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.022.

17. White SN, Miklus VG, McLaren EA, Lang LA, Caputo AA. Flexural strength of a layered zirconia and porcelain dental all-ceramic system. *J Prosthet Dent.* 2005 Aug;94(2):125-31. doi: 10.1016/j.prosdent.2005.05.007.

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

ANEXO 1 – VERIFICAÇÃO DE ORIGINALIDADE E PREVENÇÃO DE PLÁGIO:

TCC MARCELO CUNHA

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

2% ÍNDICE DE SEMELHANÇA	2% FONTES DA INTERNET	1% PUBLICAÇÕES	0% DOCUMENTOS DOS ALUNOS
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------	------------------------------------

FONTES PRIMÁRIAS

1	www.repositorio.unicamp.br Fonte da Internet	1%
2	Katya Guerra Nassif Farah BLANC, Deyse Tavares de CARVALHO, Carlos Nelson ELIAS. "Influência do método de limpeza da zircônia na adesão da prótese após a contaminação com saliva", Revista de Odontologia da UNESP, 2019 Publicação	<1%
3	Submitted to Chulalongkorn University Documento do Aluno	<1%
4	Orapin Ajcharanukul, Peeraya Santikulluk, Palat Sasingha, Sirithorn Sabpawat, Kanokporn Sukyanan. "Iontophoresis effects of two-step self-etch and total-etch systems on dentin permeability and sealing of composite restoration under simulated pulpal pressure", BMC Oral Health, 2022 Publicação	<1%
5	hdl.handle.net Fonte da Internet	

Excluir citações

Desligado

Excluir

Desligado

Excluir bibliografia

Em

correspondências