



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

CAROLINA RODRIGUES DE SOUZA

**EFEITO DO CIMENTO RESINOSO, DA ESPESSURA DA
CERÂMICA E DA CICLAGEM TÉRMICA NA RESISTÊNCIA DE
UNIÃO AO MICROCISALHAMENTO**

PIRACICABA

2020

CAROLINA RODRIGUES DE SOUZA

**EFEITO DO CIMENTO RESINOSO, DA ESPESSURA DA
CERÂMICA E DA CICLAGEM TÉRMICA NA RESISTÊNCIA DE
UNIÃO AO MICROCISALHAMENTO**

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. Lourenço Correr Sobrinho

Co-orientador: Lincoln Pires Silva Borges

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO PELA ALUNA CAROLINA RODRIGUES DE SOUZA E ORIENTADA PELO PROF. DR. LOURENÇO CORRER SOBRINHO.

PIRACICABA

2020

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

So89e Souza, Carolina Rodrigues de, 1995-
Efeito do cimento resinoso, da espessura da cerâmica e da ciclagem térmica na resistência de união ao microcissalhamento / Carolina Rodrigues de Souza. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Lourenço Correr Sobrinho.
Coorientador: Lincoln Pires Silva Borges.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Cimentos resinosos. 2. Cerâmica odontológica. 3. Resistência de união. I. Correr Sobrinho, Lourenço, 1960-. II. Borges, Lincoln Pires Silva, 1993-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

Palavras-chave em inglês:

Resin cements
Dental ceramics
Bond strength

Titulação: Cirurgião-Dentista

Data de entrega do trabalho definitivo: 27-11-2020

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Wagner Diniz de Souza e Cristiane Rodrigues da Cunha Souza, às minhas irmãs Marina Rodrigues de Souza, Paloma Rodrigues de Souza, Raissa Rodrigues de Souza e Rafaela Rodrigues de Souza, à minha vó Maria Alice da Cunha Rodrigues de Souza, à minha tia Miriam Rodrigues da Cunha Souza e à minha sobrinha Maitê Rodrigues de Souza que está vindo ao mundo. Sem o apoio da minha família, eu não conseguiria cumprir esta jornada até o fim, com extrema dedicação e amparo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 118206/2018-4.

À Deus e à toda a minha família, principalmente aos meus pais Wagner Diniz de Souza e Cristiane Rodrigues da Cunha Souza, às minhas irmãs Marina Rodrigues de Souza, Paloma Rodrigues de Souza, Raissa Rodrigues de Souza e Rafaela Rodrigues de Souza e a minha querida avó Maria Alice da Cunha Rodrigues de Souza. Eles foram fundamentais durante toda a minha jornada da faculdade, desde o início até a conclusão do curso, me oferecendo todo o apoio e incentivo necessário, sem me deixar faltar nada, principalmente, amor e carinho.

Às minhas amigas queridas da faculdade, em especial a Mônica Scarazzati, que esteve comigo desde sempre, me incentivando e ajudando nos momentos desesperadores e difíceis da graduação e também que comemorou os momentos bons comigo.

À todos os professores, pós-graduandos e funcionários da FOP, que me passaram todos os ensinamentos necessários para a minha formação de excelência como Cirurgiã-Dentista, além de terem me ensinado e ajudado a ser um ser humano melhor, com mais empatia, respeito e carinho ao próximo, por terem me ensinado, também, a ser mais responsável, dedicada e focada em meus objetivos.

Ao Prof. Lourenço Correr Sobrinho que aceitou ser meu orientador da pesquisa e do meu trabalho de conclusão de curso, estando presente durante todo o processo. Também, agradeço ao co-orientador Lincoln Pires Silva Borges, que sem ele, nada disso teria sido possível.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba por me proporcionar uma formação de excelência com uma equipe de profissionais excelentes.

RESUMO

Objetivos: avaliar o efeito dos cimentos resinosos e a espessura da cerâmica na resistência de união ao microcisalhamento (RU μ C), após terem sido submetidos à termociclagem térmica e após 24h de armazenagem. **Metodologia:** Discos com 12mm de diâmetro nas espessuras de 0,5mm, 1,5mm e 2,0mm foram confeccionados com a cerâmica (IPS e.max Press), sobre os quais foram confeccionados cilindros do cimento resinoso RelyX Ultimate e RelyX U200. A fotoativação foi efetuada com a fonte de luz Radium Plus interposta pelos discos cerâmicos. As matrizes foram removidas, e as amostras armazenadas em água deionizada a 37° C, por 24h. Metade das amostras (n=30) foi submetida à termociclagem (3.000 ciclos-5°/55 °C), e as restantes armazenadas por 24h. O ensaio de RU μ C, foi conduzido na Instron a velocidade de 1 mm/min. Os dados foram submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey ($\alpha=0,05$). O padrão de falha das amostras analisado em microscópio óptico com 40x de aumento. **Resultados:** Os resultados mostraram que diferenças significantes foram obtidas para a termociclagem e espessura da cerâmica ($p<0,001$). Nenhuma diferença estatística foi detectada para os cimentos resinosos ($p=0,608$). A interação entre o cimento e a espessura da cerâmica ($p<0,011$) foi significativa. A interação entre o cimento resinoso e termociclagem ($p=0,448$), e termociclagem e espessura da cerâmica ($p=0,813$) não mostraram interação significativa dos fatores. Predominância de falhas foi adesiva ou coesiva no cimento resinoso. **Conclusão:** a espessura da cerâmica e a termociclagem influenciaram na resistência de união, enquanto os cimentos resinosos não influenciaram.

Palavras-chave: Cimentos resinosos. Cerâmica odontológica. Resistência de união.

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the effect of resin cements and the thickness of the ceramic on the microshear bond strength (μ SBS), after being submitted to thermocycling and after 24h of storage. **Methodology:** Discs with a diameter of 12mm in thicknesses of 0.5mm, 1.5mm and 2.0mm were made with ceramic (IPS e.max Press), on which cylinders made of RelyX Ultimate resin cement and RelyX U200. The light-cure was performed with the light source Radium Plus interposed by the ceramic discs in different thicknesses. The molds were removed, and the samples stored in deionized water at 37°C, for 24h. Half of the samples (n=30) were submitted to thermocycling (3,000 cycles-5°/55°C), the rest of the samples (n=30) were tested after 24 hours of storage. The μ SBS test was made in a Instron a crosshead speed of 1 mm/min. Data analyzed with ANOVA and Tukey test ($\alpha=0.05$). The fractured specimens were observed by optical microscopy at 40 X magnification **Results:** The results showed that significant differences were obtained for thermocycling ($p<0.001$) and ceramic thickness ($p<0.001$). No statistical difference was detected for resin cements ($p=0.608$). The interaction between cement and ceramic thickness ($p<0.011$) was significant. The interaction between resin cement and thermocycling ($p=0.448$), and thermocycling and ceramic thickness ($p=0.813$) did not show a significant interaction of the factors. A predominance of failure was adhesive or cohesive within resin cement. **Conclusion:** the thickness of the ceramic and the thermocycling influenced the bond strength, while resin cements did not.

Key words: Resin cements. Dental ceramics. Bond strength.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
3 PROPOSIÇÃO	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 Confeção dos discos cerâmicos	19
4.2 Confeção dos cilindros de cimento resinoso	20
4.3 Armazenagem e ciclagem térmica	20
4.4 Ensaio de RU μ C	21
4.5 Análise estatística e modos de falhas	21
5 RESULTADOS	22
6 DISCUSSÃO	24
7 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30
ANEXOS	36
Anexo 1 – Verificação de originalidade e prevenção de plágio	36
Anexo 2 – Iniciação Científica	37

1 INTRODUÇÃO

As restaurações cerâmicas têm sido amplamente utilizadas na Odontologia nos últimos anos para restaurar indiretamente os dentes cariados/perdidos/fraturados, principalmente devido à grande demanda por tratamentos restauradores estéticos. Essas restaurações devem apresentar propriedades mecânicas adequadas, assim como, compatibilidade biológica, capacidade de mimetizar o esmalte dental e menor susceptibilidade à pigmentação (Guarda et al., 2010). No meio bucal, as restaurações indiretas ou diretas apresentam sobreposição de materiais, formando um conjunto restaurador com diversas interfaces (Addison e Fleming, 2008; Addison et al., 2008; Correr-Sobrinho et al., 2020). Estudos prévios mostraram que para manter a estrutura de suporte dental diminuindo danos ao tecido pulpar durante a confecção do preparo, técnicas restauradoras minimamente invasivas têm sido propostas (Christensen, 1997; Lockard, 2002; Kahler et al., 2006).

Em longo prazo, o sucesso clínico da interface entre as cerâmicas odontológicas e os cimentos depende principalmente da composição da cerâmica e da cimentação (Guarda et al., 2013; Tian et al., 2014). O procedimento utilizado para a cimentação entre a cerâmica e a estrutura dental é baseado em estratégias adesivas clínicas, normalmente utilizando o cimento resinoso (Hitz et al., 2012; Aguiar et al., 2014). Atualmente, na cimentação de cerâmicas ácido sensíveis é empregado o condicionamento com ácido hidrofluorídrico (HF), seguido do silano e cimento resinoso (Tian et al., 2014; Sundfeld Neto et al., 2015). O ácido HF promove a formação de irregularidades na superfície da cerâmica, para o embricamento mecânico aumentando a resistência (Sundfeld Neto et al., 2015; Duzyol et al., 2016; Sundfeld Neto et al., 2016).

A união entre a cerâmica e o dente com cimentos resinosos promove reforço das restaurações pelo selamento de micro trincas internas no material através da infiltração do cimento, bloqueando a propagação dessas trincas ou pela indução de tensões secundárias promovendo fechamento das fissuras devido à contração de polimerização do cimento resinoso formando o conjunto cerâmica/cimento/substrato que se comporta biomecanicamente como estrutura única (Nathanson, 1993; Burke et al., 2002; Soares et al., 2006; Soares et al., 2008). Os cimentos resinosos são amplamente utilizados na odontologia restauradora devido à sua capacidade de se unir quimicamente ao material cerâmico e unir-se mecanicamente ao substrato dental através da formação da camada híbrida. Além disso, os cimentos resinosos devem ser biologicamente compatíveis com o substrato dental, fácil manipulação e resistente à dissolução no meio bucal (Rosenstiel et al., 1998; Manso et al., 2011).

Por outro lado, os cimentos são classificados: condicionamento total, autoadesivos e autocondicionantes. Os cimentos que utilizam condicionamento ácido usam o ácido fosfórico (AF) seguido por adesivos de 2 passos ou mais. Já os cimentos autoadesivos unem-se aos dentes sem o uso do adesivo previamente (Groten e Probst, 1997; Braga et al., 2002). Para os cimentos autocondicionantes, inicialmente um primer resinoso ácido é aplicado, o qual não é lavado imediatamente, com o objetivo modificar a superfície do tecido dental, antes do procedimento de cimentação.

Além disso, os cimentos classificam-se de acordo com o modo de ativação: quimicamente ativados, fotoativados e ativação dupla. Os ativados pela luz apresentam vantagens devido ter maior tempo de trabalho e mantendo a cor. Já os quimicamente ativados são utilizados em locais onde a luz fotoativadora não pode ter acesso (El-Badrawy e El-Mowafy, 1995; Malament e Socransky, 2001). Assim, quando o cimento é fotoativado indiretamente, alguns fatores devem ser considerados: quando a espessura do material aumenta, a absorção e a dispersão da luz aumentam, conseqüentemente diminuindo a energia do aparelho fotoativador no cimento (Blackman et al., 1990; El-Mowafy et al., 1999; Jung et al., 2006). Estudo anterior mostrou que o efeito atenuador é proporcional à espessura da cerâmica e da opacidade do material restaurador, conseqüentemente diminuindo de forma significativa as propriedades mecânicas dos cimentos comprometendo o procedimento de união entre o material restaurador e o cimento resinoso (Kurachi et al., 2001). Desse modo, torna-se importante verificar o comportamento dos cimentos resinosos, pois uma polimerização inadequada do cimento pode levar a menor propriedade mecânica, aumentar a absorção de água e solubilidade (Malament e Socransky, 2001).

Clinicamente, materiais restauradores cimentados e expostos ao ambiente bucal, e fatores como ciclagem mecânica e térmica, além da armazenagem podem influenciar as propriedades do material (Guarda et al., 2013). Além disso, procedimentos de degradação da interface de união através do envelhecimento artificial in vitro são usados com a finalidade de acelerar a degradação e a exposição promovendo redução da resistência e aumentando a probabilidade de falhas, devido a ação da água através da ciclagem térmica (Guarda et al., 2013; Marchesi et al., 2013; Aguiar et al., 2014). Estudos de ciclagem térmica têm sido propostos para simular de forma acelerada os mecanismos de degradação podendo reduzir a resistência e aumentar o risco de falha (Gale e Darvell, 1999; Yang et al., 2014; Duzyol et al., 2016). A ciclagem térmica é um método alternativo que aplica tensões na interface de união entre diferentes materiais podendo levar à degradação (Fischer et al., 2009; Henriques et al., 2012). A diferença nos coeficientes de expansão térmica dos

cimentos pode aumentar a tensão em diferentes materiais promovendo perda da adesão em função da variação da temperatura (Vásquez et al., 2008).

Entretanto, duvidas ainda permanecem com relação a efetividade da fotoativação indireta através da cerâmica na resistência de união dos cimentos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Em 2008, Pazin et al. avaliaram a influência da espessura da cerâmica e da unidade de polimerização na passagem da luz pela cerâmica reforçada com leucita e polimerização de um cimento. Discos cerâmicos Empress Esthetic (Ivoclar Vivadent) foram confeccionados na espessura de 0,7mm, 1,4mm e 2 mm. O cimento Variolink II (Ivoclar Vivadent) foi colocado num molde cilíndrico com 1 mm de espessura e fotoativado através de cerâmica por 40 s, utilizando as fontes de luz QTH ou LED. As amostras foram separadas em grupos controle duais, leves e quimicamente polimerizadas. As indentações de dureza Knoop foram feitas nas superfícies superior e inferior dos corpos-de-prova. Os resultados foram submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey ($p < 0,05$). O espectro de luz transmitido pela cerâmica foi obtido com espectrômetro. As amostras ativadas através de discos cerâmicos com 1,4 e 2 mm de espessura apresentaram dureza inferior aos outros grupos, com exceção do quimicamente ativado. As amostras de controle duplas e polimerizadas por luz apresentaram dureza semelhante àquelas ativadas por cerâmica com 0,7 mm, enquanto as amostras do grupo controle polimerizadas quimicamente apresentaram dureza semelhante àquelas ativadas através das cerâmicas com 1,4 mm e 2 mm de espessura. Nenhuma diferença significativa na dureza foi detectada entre as unidades de fotopolimerização ou entre as camadas superior e inferior. Nenhuma alteração significativa no perfil do espectro de luz foi observada para ambas as unidades, independentemente da espessura da cerâmica. Os autores observaram que a polimerização do cimento dual foi dependente da espessura da cerâmica, enquanto a fonte de luz não apresentou nenhum efeito significativo. A ativação indireta não apresentou nenhum efeito significativo nas características da luz sendo transmitida através da cerâmica.

Em 2014, Aguiar et al. avaliaram os efeitos do armazenamento de longo prazo em saliva artificial e ciclagem mecânica na RU μ T de cimentos resinosos convencionais e autoadesivos à dentina. As superfícies oclusais de 128 molares foram expostas, achatadas e separadas em 16 grupos ($n = 8$) de acordo com o cimento resinoso e a estratégia de envelhecimento *in vitro*. Foram utilizados dois cimentos autoadesivos e cimentos convencionais. Os cimentos resinosos foram aplicados em discos de resina indireta pré-polimerizados, que foram adaptados nas superfícies de dentina e polimerizados com luz. O grupo controle foi representado pela RU μ T imediata (24 horas) e os métodos de envelhecimento foram realizados com ciclos de carga mecânica ou armazenamento em saliva artificial (1 ano e 2 anos). Os palitos colados e submetidos ao teste de RU μ T. Os valores (MPa) foram analisados pelo teste de Tukey-Kramer ($\alpha = 0,05$). Os resultados mostraram que os cimentos resinosos autoadesivos exibiram maior RU μ T do que os

sistemas convencionais de cimentação para todas as condições estudadas. A RU μ T dos cimentos resinosos RelyX ARC e autoadesivos não diminuiu após armazenamento em saliva artificial e ciclagem mecânica. O Clearfil Esthetic Cement apresentou a menor RU μ T e redução significativa após 2 anos de armazenamento em saliva artificial. Os autores verificaram que os tempos de armazenagem e ciclagem mecânica não influenciaram a RU μ T dos cimentos autoadesivos e o RelyX ARC. A maior RU μ T foi obtida para os cimentos resinosos autoadesivos, sem diferença significativa entre eles.

Em 2018, Altier et al. avaliaram a resistência à fratura de coroas endodônticas confeccionadas com a cerâmica de dissilicato de lítio e com dois compósitos indireto. Quarenta molares inferiores humanos foram separados em 4 grupos (n=10): controle, cerâmica (IPS e.max CAD); grupo do compósito microhíbrido Solidex; e, grupo do compósito microhíbrido Grandia. Todas as amostras foram cimentadas com o cimento resinoso dual RelyX Ultimate Clicker. Os resultados mostraram que o grupo da cerâmica IPS e.max CAD apresentou valores maiores de resistência à fratura superiores em relação aos grupos do compósito microhíbrido Solidex e o microhíbrido Grandia. Não houve diferença entre os compósitos Solidex e Grandia. No grupo do compósito Solidex, 80% das fraturas analisadas eram favoráveis; do grupo Grandia foi de 60% e do grupo da cerâmica foi de apenas 10%. Concluiu-se que as coroas endodônticas de cerâmica apresentaram valores de resistência à fratura estatisticamente superiores e menos fraturas favoráveis do que os grupos com compósitos indiretos.

Em 2018, Gundogdu & Aladag avaliaram cimentos autocondicionantes e autoadesivos na resistência de união ao microcissalhamento (RU μ C) de núcleos cerâmicos cimentados na dentina. Foram utilizados dentes incisivos centrais humanos cortados na vestibular para acesso à dentina. Os núcleos cerâmicos IPS e.max Press e Prettau Zirconia foram cimentados utilizando três cimentos resinosos convencionais (Duo-Link, Panavia F 2.0 e RelyX Ultimate Clicker) e dois cimentos autoadesivos (RelyX U200 Automix e Maxcem Elite). Os cimentos convencionais apresentaram valores de RU μ C significativamente superior em relação aos cimentos autoadesivos, exceto para o Panavia F 2.0 para o grupo da cerâmica e.max Press (11,71 MPa). Além disso, o cimento RelyX Ultimate Clicker obteve maior valor de RU μ C para os dois materiais cerâmicos IPS e.max Press e Prettau Zirconia (17,06 MPa e 17,44 MPa). Entre os materiais cerâmicos ocorreu diferença estatística quando foram cimentados com cimentos resinosos autoadesivos, com o grupo da cerâmica e.max Press apresentando os maiores valores de RU μ C.

Em 2018, Johnson et al. avaliaram se coroas de dissilicato de lítio cimentadas com três cimentos resinosos fornecem retenção clinicamente aceitável após envelhecimento

térmico a longo prazo e mensal. Foram preparados 36 molares humanos com superfície plana e separados em 3 grupos (n=12): RelyX Ultimate; Multilink Automix; e, NX3 Nexus. As coroas IPS e.max Press foram tratadas internamente com ácido fluorídrico 9,5%, por 15 segundos. A superfície de dentina foram condicionadas com os adesivos de cada sistema. As amostras foram polimerizadas em estufa a 35°C com umidade de 100% e armazenadas por 24h. Após foram submetidas a 5.000 ciclos térmicos mensais, por 6 meses. Os resultados mostraram que entre os cimentos resinosos RelyX Ultimate (3,9 MPa) e o Multilink (3,7 MPa) a resistência a remoção por tração não apresentaram diferença. Porém foram significativamente superiores em relação ao cimento resinoso NX3 Nexus (2,9 MPa) (p=0,022). Assim, os autores concluíram que as coroas cerâmicas à base de dissilicato de lítio ficaram bem fixadas com os três cimentos resinosos após o envelhecimento por 6 meses com ciclagem térmica mensal, onde as forças variaram de 3,9 MPa a 2,9 MPa. O cimento NX3 Nexus com valores mais baixos é clinicamente aceitável.

Em 2018, Kansal et al. verificaram $RU_{\mu}C$ de cerâmicas de alta resistência (zircônia e dissilicato de lítio) ao corte de dentina, através da cimentação com diferentes cimentos resinosos, com e sem ciclagem térmica. Foram utilizados 56 primeiros molares permanentes recém-extraídos, divididos em 2 grupos (n=28): zircônia e dissilicato de lítio. Estes grupos foram subdivididos em 2 grupos (n=14) para cimentação com cimento RelyX Ultimate associado ao uso do adesivo universal Single Bond e RelyX U200. Posteriormente, metade de cada grupo (n=7) foi submetida à termociclagem. Os resultados de $RU_{\mu}C$ (MPa) foram: grupo da cerâmica de dissilicato de lítio cimentadas com Relyx Ultimate, com e sem ciclagem térmica: $42,95 \pm 17,41$ MPa e $120,62 \pm 56,46$ MPa, respectivamente e do grupo da zircônia, com e sem ciclagem térmica: $8,75 \pm 2,92$ MPa e $164,29 \pm 43,78$ MPa, respectivamente. As do grupo de dissilicato de lítio cimentadas com RelyX U200, com e sem ciclagem térmica: $2,37 \pm 0,63$ MPa e $36,79 \pm 17,21$ MPa, respectivamente e as do grupo de zircônia cimentadas, com e sem ciclagem térmica: $5,96 \pm 3,12$ MPa e $122,47 \pm 23,02$ MPa, respectivamente. Os autores concluíram que os resultados com a cerâmica à base de zircônia apresentaram $RU_{\mu}C$ superior ao dissilicato de lítio, com e sem termociclagem. Além disso, a ciclagem térmica influenciou significativamente reduzindo os valores de $RU_{\mu}C$, nos grupos das duas cerâmicas utilizando os dois cimentos resinosos. O uso do cimento RelyX Ultimate associado ao adesivo universal Single Bond aumentou os valores de $RU_{\mu}C$ em relação ao RelyX U200.

Em 2019, Alkhurays & Alqahtani verificou a $RU_{\mu}C$ de seis cimentos em cerâmicas de dissilicato de lítio pré-fabricadas. Foram confeccionados 60 discos de cerâmicas de dissilicato de lítio e separados em 2 grupos (n=30): Grupo 1 - micro-

jateamento com trióxido de alumínio e condicionamento com AHF 10%; e, Grupo 2 - Condicionamento com ácido hidrofúorídrico 10%. Os grupos foram subdividido em 6 grupos (n=5) e as cerâmicas foram cimentadas como os cimentos Variolink Esthetic, RelyX Ultimate e RelyX Unicem (Duals), Variolink Veneer, Variolink Esthetic e RelyX Veneer (fotopolimerizáveis). Os resultados mostraram que para todos os cimentos resinosos, tanto o dual como os fotopolimerizáveis, para os 2 diferentes tratamentos de superfície, houve uma diferença significativa entre os cimentos resinosos por grupo de tratamento de superfície. Maiores valores de $RU_{\mu}C$ foram obtidos para todos os cimentos quando foi utilizado o micro-jateamento com o trióxido de alumínio associado ao condicionamento com ácido hidrofúorídrico 10%, quando comparados aos cimentos resinosos no grupo (2) com condicionamento com ácido somente ($p < 0,05$). Autores concluíram que o tratamento de superfície influencia significativamente a $RU_{\mu}C$, independentemente do tipo de cimento resinoso utilizado na cimentação das cerâmicas de dissilicato de lítio. A $RU_{\mu}C$ no grupo (1) foi estatisticamente superior em relação ao (2) para todos os cimentos.

Em 2019, Correr-Sobrinho et al. avaliaram os cimentos resinosos formulados com oligômeros de tiouretano (TU) na resistência à microtração ($RU_{\mu}T$) de cerâmicas / compósitos submetidos à ciclagem térmica (CT) / mecânica (CM). BisGMA / UDMA / TEGDMA (50/30/20% em peso) contendo 0 (controle, EC) ou 20% em peso de tiouretano alifático ou aromático (HDDI e BDI, respectivamente) foram misturados com CQ / amina (0,2 / 0,8% em peso) e 25% em peso de vidro de 0,7 μ m Ba. O cimento resinoso Rely X Ultimate (3M ESPE) foi usado como o controle comercial. Os cimentos foram usados para cimentar blocos de cerâmica e blocos de compósitos. Oito blocos foram confeccionados por grupo experimental. Antes da colagem, as cerâmicas foram condicionadas com AHF 10% e silanizadas. As superfícies dos compósitos foram tratadas com Single Bond Universal (3M ESPE) e armazenadas em água por 24 h a 37 ° C. Em seguida, testadas imediatamente ou submetidas a ciclos térmicos (10.000, 5°C e 55°C) ou mecânicos (300.000 ciclos). Palitos foram fixados no dispositivo e submetidos ao teste de $RU_{\mu}T$ a velocidade de 1,0 mm / min. Os valores foram submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey ($\alpha = 0,5\%$). A $RU_{\mu}T$ para os cimentos HDDI e RU foi significativamente superior aos cimentos resinosos BDI e EC. O cimento resinoso BDI apresentou valores de $RU_{\mu}T$ significativamente superior em relação ao grupo EC, após 24 h, CT e CM. Os autores concluíram que a $RU_{\mu}T$ diminuiu significativamente após a ciclagem térmica / mecânica para todos os grupos. Os modos de falha foram predominantemente adesivos ou mistos.

Em 2019, Pishevar et al. avaliaram a dureza Vickers de cimentos fotopolimerizável e dual fotoativados através da cerâmica. Foram preparadas 40 amostras

com o formato de disco (6mm de diâmetro e 1mm de espessura): 20 com o cimento dual e 20 com o cimento fotopolimerizável. Todas as amostras foram fotopolimerizadas por 40s através das cerâmicas nas espessuras de (2mm, 3mm e 4 mm). Amostras de cada grupo (dual e fotopolimerizável) foram separadas para fazerem parte de grupo controle, onde foram fotoativadas diretamente através de uma tira de poliéster Mylar e em relação ao grupo controle do cimento dual, foi realizado apenas a polimerização química (sem fotoativação). Todas as amostras foram armazenadas em meio seco e submetidas ao ensaio de dureza Vickers. Os resultados mostraram que o cimento resinoso dual Biscem fotopolimerizado através da cerâmica com 4 mm apresentou menor valor de dureza Vickers (4,3) e o cimento fotopolimerizável fotoativado diretamente na tira de poliéster Mylar (grupo controle) obteve maior valor de dureza Vickers (51,8). As amostras do grupo controle do cimento dual fotoativadas diretamente sobre a tira de poliéster Mylar apresentaram os maiores valores de dureza Vickers em relação às amostras do mesmo cimento polimerizado apenas quimicamente ($p < 0,001$). Além disso, para os dois cimentos fotoativados através das cerâmicas com 3mm e 4mm de espessura, os resultados mostraram valores baixos de dureza Vickers em relação à fotoativação através da cerâmica com 2mm de espessura ou diretamente através da tira de poliéster Mylar, sendo a espessura 3mm o limite clínico. Os autores concluíram que quando a cerâmica aumentou na espessura ocorreu redução significativa na dureza Vickers dos cimentos. A polimerização química do cimento dual não foi adequada para obter a microdureza mínima necessária.

Em 2020, Correr-Sobrinho et al. analisaram efeitos dos aditivos de tiouretano (TU) na resistência à flexão (σ_f) e módulo de elasticidade (E_f) de um cimento resinoso, e um possível fortalecimento de restaurações cerâmicas. Dois TUs (ARomático e ALifático) foram adicionadas a 0 (controle – CE) ou 20% em peso para os cimentos resinosos fotopolimerizáveis. O cimento resinoso RelyX Ultimate (RU) foi o controle comercial. A σ_f e E_f dos cimentos foram medidas através do teste de flexão de três pontos ($n = 8$). A resistência à flexão biaxial (σ_{fb}) de discos de cerâmica, com e sem cimentos resinosos foram determinados usando (configuração *ball-on-ring*) a velocidade de 1 mm/minuto. A σ_{fb} de amostras recobertas com cimento resinoso foi calculada nas posições $z = 0$ (superfície de cerâmica, interface) e $z = -t_2$ (superfície do cimento acima do anel). Os valores obtidos foram submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). O σ_f do cimento resinoso AR foi significativamente superior em relação aos cimentos AL e RU, e E_f foi mais baixo. O E_f do cimento RU foi maior em relação aos outros grupos. Na posição $z = 0$, todos os grupos revestidos com cimento resinoso apresentaram maior σ_{fb} . A σ_{fb} dos cimentos resinosos RU, AR e AL foram significativamente superiores em relação ao CE e grupo controle sem cimento resinoso. Na posição $z = -t_2$, o cimento resinoso RU apresentou σ_{fb}

significativamente superior. Os autores concluíram que os oligômeros de tiouretano são capazes de fortalecer uma cerâmica condicionada com ácido hidrófluorídrico, independente da composição específica. Os módulos de elasticidade (E_f) do cimento resinoso experimental com versões dos oligômeros de tiouretano e cimento resinoso comercial não influenciaram o desempenho mecânico (posição $z = 0$) na superfície de cerâmica e na interface de união para amostras de cerâmica-cimentos resinosos.

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo visa analisar o efeito dos cimentos resinosos (RelyX Ultimate e RelyX U200) e da espessura da cerâmica (0,5 mm, 1,5 mm e 2,0 mm) na resistência de união ao microcisalhamento (RU μ C), com e sem a ciclagem térmica. As hipóteses testadas foram: 1) a espessura da cerâmica não afetará a RU μ C; 2) os cimentos resinosos não afetarão a RU μ C; e, 3) a ciclagem térmica não afetará a RU μ C.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Confeção dos discos cerâmicos

Os cimentos resinosos RelyX Ultimate (3M ESPE) e RelyX U200 (3M ESPE) foram utilizados neste estudo. Sessenta discos cerâmicos (12 mm de diâmetro x 2,2 mm de espessura) foram confeccionados com a cerâmica IPS e.max Press (Ivoclar-Vivadent). Amostras de resina Duralay (Reliance) foram incluídos com revestimento IPS PressVest Speed (Ivoclar Vivadent) e posteriormente eliminada no forno Vulcan A-550 (Degussa-Ney) a 850° C durante 60 minutos.

As pastilhas cerâmicas foram pressionadas dentro do molde a 915° C no forno EP 600 (Ivoclar Vivadent). Após a desinclusão, os amostras foram polidas com lixas 400-, 600- e 1.200- (Norton SA) na politriz (APL4; Arotec) com refrigeração por água, para obter superfícies planas com 0,5 mm, 1,5 mm e 2,0 mm de espessura e posteriormente limpas em ultra-som (MaxiClean 750) com água deionizada durante 5 minutos. As dimensões dos discos cerâmicos foram aferidas com paquímetro (Mitutoyo). Os discos foram divididos em 2 grupos (n=30): RelyX Ultimate e RelyX U200. Cada grupo do cimento foi subdividido em 3 grupos (n=10), espessura: 0,5 mm; 1,5 mm; e, 2,0 mm.

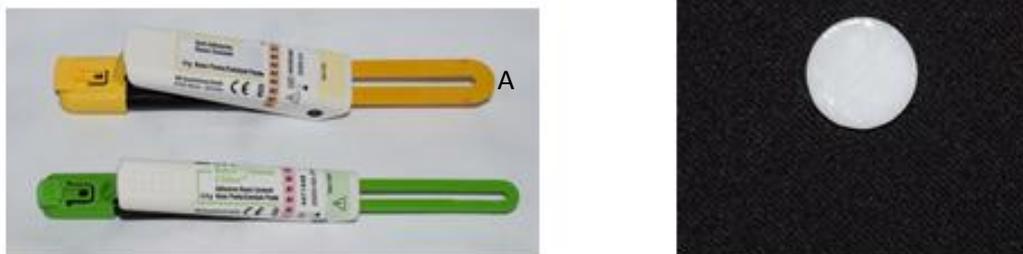


Figura 1 – A: Cimentos resinosos (RelyX Ultimate e RelyX U200). B: Disco cerâmico.

4.2 Confeção dos cilindros de cimento resinoso

As superfícies dos discos foram condicionadas com AHF a 10% (Dentsply Caulk) por 20 s, seguidos de lavagem com água por 30 s, e secos por 30 s. Duas camadas do RelyX Ceramic Primer (3M ESPE) foram aplicadas na superfície da cerâmica, deixado secar por 60 segundos em temperatura ambiente, seguido por 30 s com ar.

Para o ensaio de RU μ C, foram confeccionadas matrizes de polivinilsiloxano (1 mm de espessura e 4 perfurações cilíndricas de 1,0 mm de diâmetro) para realizar o procedimento de cimentação. Foi aplicada uma camada do adesivo Scotchbond MultiPurpose (3M ESPE) na superfície da cerâmica. Sem submeter a fotoativação, as matrizes foram posicionadas acima da superfície de cada disco cerâmico. Os cimentos resinosos RelyX Ultimate e RelyX U200 foram inseridos dentro dos orifícios da matriz de polivinilsiloxano. Cilindros do cimento resinoso com 1,0 mm de altura x 1,0 mm de diâmetro foram obtidos após serem polimerizados por 40 s através da cerâmica usando o LED - Radii Plus (SDI Limited) com 1.100 mW/cm² aferido com o radiômetro (Modelo 100, Demetron Research Corporation, Danbury, CT).

4.3 Armazenagem e ciclagem térmica

Após a cimentação, a matriz foi removida cuidadosamente com lâmina de bisturi para expor os cilindros de cimento resinoso. Os corpos-de-prova foram armazenadas em água deionizada por 24 h à 37° C. Metade das amostras foram submetidas à ciclagem térmica - Ct (3.000 ciclos) na máquina MCT-2 (AMM Instrumental) com água (5°C e 55°C), com banho de 30 segundos em cada temperatura e transferência de 6 segundos entre os banhos, enquanto o outro grupo de amostras foi testado após 24 horas de armazenamento.

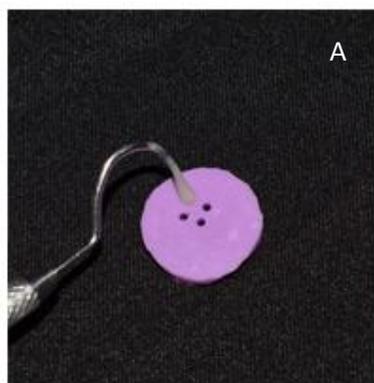


Figura 2 – A: Confeção dos cilindros cerâmicos na matriz de polivinilsiloxano. B: Amostras submetidas à ciclagem térmica.

4.4 Ensaio de RU μ C

O lado oposto dos discos cerâmicos foi fixado num dispositivo de teste com Super Bonder (Loctite) de tal forma que a linha reta formada pelos cilindros de cimento resinoso ficasse perpendicular à força aplicada. Posteriormente, o conjunto foi acoplado na máquina (Instron 4411). Um fio com 0,2 mm de diâmetro foi adaptado ao redor da amostra, fazendo contato com a metade de sua circunferência o qual se manteve adaptado na interface cerâmica/cimento resinoso. O ensaio de RU μ C foi realizado a velocidade constante de 1,0 mm/minuto até fraturar (Lockard, 2002).



Figura 3 – Ensaio de RU μ C

4.5 Análise estatística e modos de falhas

Os valores de RU μ C foram calculados em MPa. Para cada grupo, dez amostras foram testadas e os valores médios dos quatro cilindros foram registrados como a RU μ C de cada amostra para cada grupo de cimento resinoso. Os valores de foram submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey ($\alpha=0.05$). Após o ensaio de RU μ C, os corpos-de-prova foram analisados em microscópio ótico (Olympus Corp) com 40x e as falhas classificadas em: adesiva; coesiva na cerâmica; coesiva no cimento resinoso; e, mista, envolvendo cimento resinoso e cerâmica. Os resultados da classificação dos modos de falhas foram analisados com o Teste Exato de Fisher ($\alpha = 0.05$).

5 RESULTADOS

Os valores médios de RU μ C são mostrados na Tabela 1. Diferenças significantes para a ciclagem térmica ($p < 0,001$) e espessura da cerâmica ($p < 0,001$) foram detectadas. Nenhuma diferença estatística foi detectada para os cimentos resinosos ($p = 0,608$). A interação entre o cimento e a espessura da cerâmica ($p < 0,011$) foi significativa. A interação entre o cimento resinoso e ciclagem térmica ($p = 0,448$), e ciclagem térmica e espessura da cerâmica ($p = 0,813$) não mostraram interação significativa dos fatores. A interação tripla entre os fatores (cimento resinoso x ciclagem térmica x espessura da cerâmica) não foi significativa ($p = 0,526$). Quando os cimentos resinosos foram analisados, nenhuma diferença estatística foi observada entre os cimentos RelyX U200 e RelyX Ultimate. Quando os tratamentos foram comparados, o valor médio de RU μ C no tempo de 24 horas foi significativamente superior a ciclagem térmica ($p < 0,05$). Para a espessura da cerâmica, a espessura de 0,5 mm mostrou valor de RU μ C estatisticamente superior as espessuras de 1,5 mm e 2 mm. A espessura de 1,5 mm foi significativamente superior a espessura de 2,0 mm.

Tabela 1 - Médias de RU μ C \pm Desvio Padrão (MPa) para todos os grupos. Valores entre parênteses sob teste de Tukey % indicam a RU μ C geral para a espessura da cerâmica indicada.

Tratamento	Espessura Cerâmica	Cimento Resinoso ^a		Tukey, % ^c
		RelyX U200	RelyX Ultimate	
^b 24 horas (28,5) ^a	0,5 mm	33,6 \pm 1,1	34,5 \pm 1,7	
	1,5 mm	27,6 \pm 0,6	26,1 \pm 1,6	0,5 (32,6) ^a
	2,0 mm	25,1 \pm 1,6	24,2 \pm 3,0	1,5 (25,6) ^b
^b Ct (25..9) ^b	0,5 mm	29,6 \pm 0,4	32,5 \pm 1,4	2,0 (23,6) ^c
	1,5 mm	24,9 \pm 1,8	23,9 \pm 3,0	
	2,0 mm	23,1 \pm 2,9	21,6 \pm 2,4	
Tukey		27,4 A	27,1 A	

^aLetras maiúsculas semelhantes indica nenhuma diferença estatística entre os cimentos resinosos ($p > 0,05$).

^bMédias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferenças significante para o tratamento ($p < 0,05$).

^cMédias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferenças significante para as espessuras da cerâmica ($p < 0,05$).

Os resultados do modo de falhas são mostrados na Tabela 2. Embora tenha sido observado uma tendência do aumento de falhas adesivas após ciclagem térmica em relação a 24 horas, o Teste Exato de Fisher dos modos de falha dentro de cada condição não mostrou associação significativa entre os modos de falha e a espessura da cerâmica nos dois tratamentos para cada cimento resinoso. A predominância de falhas foi adesiva (modo 1) ou coesiva no cimento resinoso.

Tabela 2 - Modos de falhas (%) entre os grupos e (número de cilindros)^a.

Cimento Resinoso	Tratamento	Espessura da Cerâmica	Modos de falhas			
			Adesiva	coesiva na cerâmica	coesiva no cimento resinoso	Mista
Rely X Ultimate	24 horas	0,5 mm	10 (3)	10 (3)	50 (15)	30 (9)
		1,5 mm	30 (9)	10 (3)	40 (12)	20 (6)
		2,0 mm	30 (9)	10 (3)	40 (12)	20 (6)
p = 0.531						
Rely X Ultimate	Ct	0,5 mm	40 (12)	10 (3)	30 (9)	20 (6)
		1,5 mm	50 (15)	0 (0)	40 (12)	10 (3)
		2,0 mm	60 (18)	0 (0)	20 (6)	20 (6)
p = 0.166						
Rely X U200	24 horas	0,5 mm	20 (6)	10 (3)	40 (12)	30 (9)
		1,5 mm	30 (9)	0 (0)	50 (15)	20 (6)
		2,0 mm	30 (9)	0 (0)	50 (15)	20 (6)
p = 0.390						
Rely X U200	Ct	0,5 mm	40 (12)	10 (3)	30 (9)	20 (6)
		1,5 mm	50 (15)	0 (0)	30 (9)	20 (6)
		2,0 mm	70 (21)	10 (3)	10 (3)	10 (3)
p = 0.079						

6 DISCUSSÃO

A primeira hipótese, que afirmou que a espessura da cerâmica não afetará a RU μ C, não foi aceita. Os resultados mostraram que os grupos fotoativados através da espessura da cerâmica de 0,5 mm foram significativamente superiores as espessuras de 1,5 mm e 2 mm, independentemente dos cimentos resinosos e tratamentos. Os resultados mostram uma significativa redução da irradiância e transmissão da luz quando ocorreu aumento da espessura da cerâmica (Pazin et al., 2008). Isto provavelmente está relacionado à atenuação da luz promovida pelo material cerâmico. A baixa energia de luz pode afetar o desenvolvimento do polímero inicialmente pela redução da conversão de ligação dupla, desde que a polimerização é dependente da exposição à radiação recebida pelas amostras (Halvorson et al., 2002). Assim, quanto menor a dose de energia que atinge a superfície do cimento resinoso utilizado para cimentação, menor será a conversão e a resistência de união. Estudo prévio mostrou que, em uma situação clínica, isso pode explicar a menor energia da luz que chega à camada do cimento resinoso durante os procedimentos de cimentação, potencialmente resultando em polimerização deficiente (Dias et al., 2008). Também, segundo o estudo de Majumder et al. (2019) foi observado que quanto maior o tempo de exposição da luz pela fonte fotoativadora (10s e 20s) e quanto mais tempo se levou para analisar o grau de polimerização (15 min e 24h), maior era o grau de conversão do cimento resinoso dual, conseqüentemente com maior dureza Vickers.

Por outro lado, alguns estudos mostraram que a reação de polimerização é iniciada e sustentada quando a intensidade é suficiente e o comprimento de onda adequado excita um grande número de moléculas fotoiniciadoras, produzindo um número suficiente de radicais livres (Rueggeberg, 1999; Stansbury, 2000). Quando ocorre polimerização inadequada, as propriedades mecânicas são reduzidas, aumentando a solubilidade do cimento resinoso podendo provocar a descolagem da restauração cerâmica ao longo do tempo (El-Mowafy, 1999; Barghi e McAlister, 2003; Jung et al., 2006). Outro estudo mostrou que a fotoativação de forma indireta reduz o nível de irradiância que vai atingir o material para cimentação. O desenvolvimento da rede polimérica pode ser afetado não apenas em função da redução da conversão do monômero, mas também pela interferência no tipo e grau das ligações cruzadas (Soares et al., 2006). Aparelhos fotoativadores com alta intensidade de luz podem favorecer a formação de ligações cruzadas, gerando aumento no número de polímeros. Portanto, polímeros com mais ligações cruzadas pode obter maior dureza (Soares et al., 2006). A dureza dos cimentos resinosos diminui conforme se aumenta a profundidade do cimento e a espessura da cerâmica, concluindo, assim, através de estudos, que a polimerização do cimento através da cerâmica é influenciada pelo tipo e

espessura do cimento e da cerâmica (Turp et al., 2018; Pischevar et al., 2019). Porém, estudo prévio mostrou que quando o cimento foi fotoativado através da cerâmica com espessura de 0,7 mm, os resultados foram semelhantes nos grupos fotoativados e dual. Isso pode ter ocorrido devido ao insignificante efeito de atenuação de luz promovido pelo material intermediário, levando a conversão similar das ligações duplas e ligações cruzadas (Pazin et al., 2008).

Já os cimentos resinosos, utilizados para cimentação de peças protéticas não podem depender exclusivamente da fotoativação para obter propriedades mecânicas adequadas, em função da intensidade de luz que atinge a camada do cimento resinoso ser atenuada pela interposição das restaurações indiretas. Isso, ocorre devido à distância entre a camada do cimento resinoso e a fonte de luz, ou pelas características de absorção dos materiais restauradores indiretos que sobrepõe as restaurações (Blackman et al., 1990; Arrais et al., 2009). Entretanto, não podem também depender exclusivamente da polimerização química, quando se trata de cimento resinoso dual, pois esta não atinge a dureza mínima necessária para se obter sucesso clínico (Pischevar et al., 2019). O tipo de material restaurador indireto interposto também tem influência na resistência à fratura entre ele e o cimento resinoso utilizado na cimentação, como observado em estudo prévio (Altier et al., 2018). Em seu estudo, o autor utilizou uma cerâmica, dois compósitos microhíbridos (Solidex e Grandia) e o cimento RelyX Ultimate. Observou-se que o grupo da cerâmica apresentou maiores valores de resistência à fratura em relação ao grupo dos compósitos microhíbridos indiretos, além de apresentar menor quantidade de fratura (Altier et al., 2018).

A qualidade da interface de união entre a cerâmica e o cimento vai determinar a longevidade das restaurações cerâmicas. Essa união é controlada pelo o condicionamento com AHF e a silanização, além do grau de conversão do cimento (Cavel et al., 1988; Meyer Filho et al., 2005). Estudo prévio mostrou maiores valores de RU para todos os cimentos resinosos (duais ou fotopolimerizáveis), quando foi utilizado como tratamento de superfície, o micro-ataque com o trióxido de alumínio associado ao condicionamento com ácido hidrofluorídrico a 10%, em relação aos cimentos resinosos do grupo que só recebeu somente o condicionamento ácido. Observou-se que o tratamento de superfície influencia significativamente na $RU_{\mu C}$, independentemente do tipo de cimento resinoso utilizado na cimentação das cerâmicas (Alkhurays e Alqahtani, 2019). Após o condicionamento ácido da cerâmica, o cimento resinoso infiltra nas irregularidades da superfície criadas pelo condicionamento e a polimerização do cimento é responsável pelo embricamento mecânico e retenção (Luo et al., 2001).

Porém, quando a polimerização é insuficiente pode ocorrer redução na longevidade das restaurações (Della Bona e Van Noort, 1995). No presente estudo, dois cimentos resinosos, RelyX Ultimate e RelyX U 200, foram avaliados. Os resultados indicaram que a segunda hipótese não foi aceita. Foi observada que não houve diferença estatística na RU μ C entre os dois cimentos resinosos. Os valores de RU μ C através da cerâmica mostraram que a composição dos cimentos resinosos (um convencional e outro adesivo) não influenciaram nos resultados finais. Porém, alguns estudos como de Kansal et al. (2018), mostrou que o uso do cimento resinoso RelyX Ultimate (autocondicionante) associado ao adesivo universal Single Bond elevou os valores de RU μ C em relação ao RelyX U200 (autoadesivo). Em outro estudo, Gundogdu & Aladag (2018), mostraram que quando os cimentos resinosos autocondicionantes (Duo-Link, Panavia F 2.0 e RelyX Ultimate Clicker) foram comparados com os autoadesivos (RelyX U200 Automix e Maxcem Elite), os autocondicionantes apresentaram maiores valores de RU, com o RelyX Ultimate apresentando os maiores valores. Já Mahrous et al. (2020) observaram que o cimento resinoso autoadesivo (TheraCem) com MDP em sua composição e liberação de fluoreto de cálcio, apresentou maiores valores RU μ C em relação ao cimento resinoso autoadesivo (RelyX Unicem) sem MDP, em diferentes substratos (esmalte, dentina e na cerâmica à base de zircônia).

Estudo prévio mostrou que o grau de conversão dos cimentos resinosos Variolink II e RelyX U200 foi influenciado pelo uso da cerâmica (Mendonça et al., 2019). Segundo Roy et al. (2017) houve diferenças significativas nos valores de RU entre o Multilink N e RelyX U100, quando interpostos pela cerâmica, com maiores valores para o Multilink N. Em outro estudo prévio, comparando o cimento resinoso (Multilink N) com (Calibra e RelyX Unicem Clicker), interpostos pela cerâmica à base de zircônia, o Multilink N apresentou maiores valores de RU, antes e após à ciclagem térmica (Lee et al., 2015). O tipo de cerâmica também influenciou na resistência de união dos cimentos resinosos autocondicionantes (RelyX Ultimate) e nos cimentos autoadesivos (RelyX U200), como foi mostrado no estudo de Kansal et al. (2019), onde as amostras de zircônia apresentaram valores superiores em relação as de dissilicato de lítio. Outro estudo mostrou que quando as cerâmicas foram cimentadas com cimento autoadesivo, o IPS e.max Press apresentou maiores valores de RU em relação a zircônia (Gundogdu e Aladag, 2018). Segundo Turp et al. (2018), quando os cimentos resinosos duais (Panavia F 2.0, DuoLink Universal e RelyX U200) foram fotopolimerizados através da cerâmica de dissilicato de lítio em diferentes espessuras (0,5mm, 1mm, 1,5mm, 2mm, 2,5mm e 3mm) comparado à cerâmica de zircônia, apresentam maiores valores de RU, com maior valor para o Panavia F 2.0. Já outro estudo mostrou que diferença estatística foi observada com o cimento RelyX U100 quando

fotoativado, com ou sem interposição da cerâmica com 2 mm de espessura (Souza et al., 2013). Além disso, foi observado em estudo prévio, que a fotoativação de cimentos resinosos através da cerâmica com espessura de 3mm e 4mm apresentaram valores baixos de dureza superficial, em relação as espessuras de 2mm. Foi considerado pelos autores que a espessura da cerâmica de 3mm é considerado um limiar clínico, podendo comprometer o sucesso clínico da restauração (Pishevar et al., 2019).

Quando o fator tratamento (24 horas e ciclagem térmica) foi analisado, o valor de $RU_{\mu C}$ para 24 horas foi significativamente superior à ciclagem térmica. Assim, a terceira hipótese foi rejeitada. Esses achados corroboram com estudo prévio, o qual encontraram redução na RU entre a cerâmica e o cimento RelyX Ultimate após serem submetidas à ciclagem mecânica e térmica (Correr-Sobrinho et al., 2019). Outros estudos mostraram redução na resistência de união após serem submetidas à ciclagem térmica (Lee et al., 2015; Kansal et al., 2018). As tensões térmicas introduzidas pelas variações de temperatura podem ser exacerbadas pela combinação de materiais com diferentes condutividades térmicas e coeficientes de expansão térmica quando ligados entre si (Vásquez et al., 2008). Além disso, diferentes módulos de elasticidade dos materiais na interface cimentada podem provocar concentrações de tensão podendo contribuir para sua degradação (Yang et al., 2014). Todos esses fatores, além dos efeitos de degradação provocados pela captação contínua de água durante os testes, contribuíram para redução das resistências adesivas observadas. Entretanto, outro estudo não mostrou diminuição significativa na RU dos cimentos convencional (Multilink N) e autoadesivo (RelyX U100) após a termociclagem (10.000 ciclos) (Roy et al., 2017). Por outro lado, estudo prévio mostrou que as coroas de dissilicato de lítio cimentadas com cimentos resinosos (RelyX Ultimate, Multilink Automix e NX3 Nexus) fornecem retenção clinicamente aceitável após envelhecimento térmico a longo prazo e mensal (5.000 ciclos/mês durante 6 meses) (Johnson et al., 2018). Segundo os autores, os cimentos resinosos que apresentaram as maiores forças de retenção foram os cimentos resinosos RelyX Ultimate e o Multilink (Johnson et al., 2018).

A análise dos modos de falhas mostrou predominância de falhas coesiva dentro do cimento resinoso (modo 3) para os dois cimentos resinosos e espessuras da cerâmica no tempo de 24 horas. Por outro lado, as falhas adesivas (modo 1) foram mais frequentes após os ciclos térmicos, indicando pobre qualidade dos adesivos.

Em resumo, os resultados de $RU_{\mu C}$ mostraram que as diferentes espessuras da cerâmica e ciclagem térmica têm efeitos significativos na RU, enquanto os cimentos resinosos não influenciaram. Assim, futuros estudos devem ser realizados para investigar

outros possíveis fatores, como ciclagem mecânica e viscosidade do cimento resinoso, que podem afetar o desempenho das restaurações cerâmicas cimentadas.

7 CONCLUSÃO

- a) A espessura da cerâmica influenciou na resistência de união;
- b) os tipos de cimento resinoso não influenciaram na resistência de união;
- c) a ciclagem térmica reduziu significativamente a resistência de união.

REFERÊNCIAS*

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 Aug;10(4):285-93.

Addison O, Fleming GJ. Application of analytical stress solutions to bi-axially loaded dental ceramic-dental cement bilayers. *Dent Mater*. 2008 Oct;24(10):1336-42. doi: 10.1016/j.dental.2008.02.013.

Aguiar TR, André CB, Correr-Sobrinho L, Arrais CA, Ambrosano GM, Giannini M. Effect of storage times and mechanical load cycling on dentin bond strength of conventional and self-adhesive resin luting cements. *J Prosthet Dent*. 2014 May;111(5):404-10. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.07.016.

Alkhourays M, Alqahtani F. Influence of Different Luting Cements on the Shear Bond Strength of Pretreated Lithium Disilicate Materials. *J Contemp Dent Pract*. 2019 Sep 1;20(9):1056-60.

Altier M, Erol F, Yildirim G, Dalkilic EE. Fracture resistance and failure modes of lithium disilicate or composite endocrowns. *Niger J Clin Pract*. 2018 Jul;21(7):821-6. doi: 10.4103/njcp.njcp_175_17.

Arrais CA, Miyake K, Rueggeberg FA, Pashley DH, Giannini M. Micromorphology of resin/dentin interfaces using 4th and 5th generation dual-curing adhesive/cement systems: a confocal laser scanning microscope analysis. *J Adhes Dent*. 2009 Feb;11(1):15-26.

Barghi N, McAlister EH. LED and halogen lights: effect of ceramic thickness and shade on curing luting resin. *Compend Contin Educ Dent*. 2003 Jul;24(7):497-500, 502, 504 passim; quiz 508.

Blackman R, Barghi N, Duke E. Influence of ceramic thickness on the polymerization of light-cured resin cement. *J Prosthet Dent*. 1990 Mar;63(3):295-300. doi: 10.1016/0022-3913(90)90199-m.

Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil*. 2002 Mar;29(3):257-62. doi: 10.1046/j.1365-2842.2002.00821.x.

* 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.

Burke FJ, Fleming GJ, Nathanson D, Marquis PM. Are adhesive technologies needed to support ceramics? An assessment of the current evidence. *J Adhes Dent*. 2002 Spring;4(1):7-22.

Cavel WT, Kelsey WP 3rd, Barkmeier WW, Blankenau RJ. A pilot study of the clinical evaluation of castable ceramic inlays and a dual-cure resin cement. *Quintessence Int*. 1988 Apr;19(4):257-62.

Christensen GJ. Tooth preparation and pulp degeneration. *J Am Dent Assoc*. 1997 Mar;128(3):353-4. doi: 10.14219/jada.archive.1997.0200.

Correr-Sobrinho L, Costa AR, Fugolin APP, Sundfeld Neto D, Ferracane JL, Pfeifer CS. Effect of experimental resin cements containing thio-urethane oligomers on the durability of ceramic-composite bonded interfaces. *Biomater Investig Dent*. 2019 Nov 27;6(1):81-9. doi: 10.1080/26415275.2019.1693274.

Correr-Sobrinho L, Costa AR, Fugolin AP, Borges LPS, Ferracane JL, Pfeifer CS. Strengthening ceramic surfaces with the use of resin cements based on thiourethane oligomers. *J Appl Polym Sci*. 2020;137:e49040. DOI: 10.1002/app.49040

Della Bona A, van Noort R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J Dent Res*. 1995 Sep;74(9):1591-6. doi: 10.1177/00220345950740091401.

Dias MC, Piva E, de Moraes RR, Ambrosano GM, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L. UV-Vis spectrophotometric analysis and light irradiance through hot-pressed and hot-pressed-veneered glass ceramics. *Braz Dent J*. 2008;19(3):197-203. doi: 10.1590/s0103-64402008000300004.

Duzyol M, Sagsoz O, Polat Sagsoz N, Akgul N, Yildiz M. The Effect of Surface Treatments on the Bond Strength Between CAD/CAM Blocks and Composite Resin. *J Prosthodont*. 2016 Aug;25(6):466-71. doi: 10.1111/jopr.12322.

el-Badrawy WA, el-Mowafy OM. Chemical versus dual curing of resin inlay cements. *J Prosthet Dent*. 1995 Jun;73(6):515-24. doi: 10.1016/s0022-3913(05)80109-x.

el-Mowafy OM, Rubo MH, el-Badrawy WA. Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. *Oper Dent*. 1999 Jan-Feb;24(1):38-44.

Fischer J, Zbären C, Stawarczyk B, Hämmerle CH. The effect of thermal cycling on metal-ceramic bond strength. *J Dent*. 2009 Jul;37(7):549-53. doi: 10.1016/j.jdent.2009.03.014.

Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*. 1999 Feb;27(2):89-99. doi: 10.1016/s0300-5712(98)00037-2.

Groten M, Pröbster L. The influence of different cementation modes on the fracture resistance of feldspathic ceramic crowns. *Int J Prosthodont*. 1997 Mar-Apr;10(2):169-77.

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 May-Jun;18(3):244-8. doi: 10.1590/s1678-77572010000300008.

Guarda GB, Correr AB, Gonçalves LS, Costa AR, Borges GA, Sinhoreti MA, et al. Effects of surface treatments, thermocycling, and cyclic loading on the bond strength of a resin cement bonded to a lithium disilicate glass ceramic. *Oper Dent*. 2013 Mar-Apr;38(2):208-17. doi: 10.2341/11-076-L.

Gundogdu M, Aladag LI. Effect of adhesive resin cements on bond strength of ceramic core materials to dentin. *Niger J Clin Pract*. 2018 Mar;21(3):367-74. doi: 10.4103/njcp.njcp_10_17.

Halvorson RH, Erickson RL, Davidson CL. Energy dependent polymerization of resin-based composite. *Dent Mater*. 2002 Sep;18(6):463-9. doi: 10.1016/s0109-5641(01)00069-0.

Henriques B, Gonçalves S, Soares D, Silva FS. Shear bond strength comparison between conventional porcelain fused to metal and new functionally graded dental restorations after thermal-mechanical cycling. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2012 Sep;13:194-205. doi: 10.1016/j.jmbbm.2012.06.002.

Hitz T, Stawarczyk B, Fischer J, Hämmerle CH, Sailer I. Are self-adhesive resin cements a valid alternative to conventional resin cements? A laboratory study of the long-term bond strength. *Dent Mater*. 2012 Nov;28(11):1183-90. doi: 10.1016/j.dental.2012.09.006.

Johnson GH, Lepe X, Patterson A, Schäfer O. Simplified cementation of lithium disilicate crowns: Retention with various adhesive resin cement combinations. *J Prosthet Dent*. 2018 May;119(5):826-32. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.07.012.

Jung H, Friedl KH, Hiller KA, Furch H, Bernhart S, Schmalz G. Polymerization efficiency of different photocuring units through ceramic discs. *Oper Dent*. 2006 Jan-Feb;31(1):68-77. doi: 10.2341/04-188.

- Kahler B, Kotousov A, Melkoumian N. On material choice and fracture susceptibility of restored teeth: an asymptotic stress analysis approach. *Dent Mater.* 2006 Dec;22(12):1109-14. doi: 10.1016/j.dental.2005.09.006.
- Kansal R, Rani S, Kumar M, Kumar S, Issar G. Comparative Evaluation of Shear Bond Strength of Newer Resin Cement (RelyX Ultimate and RelyX U200) to Lithium Disilicate and Zirconia Ceramics as Influenced by Thermocycling. *Contemp Clin Dent.* 2018 Oct-Dec;9(4):601-6. doi: 10.4103/ccd.ccd_601_18.
- Kurachi C, Tuboy AM, Magalhães DV, Bagnato VS. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dent Mater.* 2001 Jul;17(4):309-15. doi: 10.1016/s0109-5641(00)00088-9.
- Lee JJ, Kang CK, Oh JW, Seo JM, Park JM. Evaluation of shear bond strength between dual cure resin cement and zirconia ceramic after thermocycling treatment. *J Adv Prosthodont.* 2015 Feb;7(1):1-7. doi: 10.4047/jap.2015.7.1.1.
- 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 Nov;88(5):473-8. doi: 10.1067/mpr.2002.129380.
- Luo XP, Silikas, Allaf M, Wilson NHF, Watts DC. AFM and SEM study of the effects of etching on IPS-Empress 2 dental ceramic. *Surf Sci* 2001;3:388-94.
- Mahrous A, Radwan MM, Kamel SM. Micro-Shear Bond Strength of Novel MDP Calcium-Fluoride-Releasing Self-Adhesive Resin Cement After Thermocycling. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2020 May/Jun;40(3):445-55. doi: 10.11607/prd.3992.
- Majumder A, Giri TK, Mukherjee S. An in vitro study to compare the influence of different all-ceramic systems on the polymerization of dual-cure resin cement. *J Indian Prosthodont Soc.* 2019 Jan-Mar;19(1):58-65. doi: 10.4103/jips.jips_262_18.
- Malament KA, Socransky SS. Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 16 years. Part III: effect of luting agent and tooth or tooth-substitute core structure. *J Prosthet Dent.* 2001 Nov;86(5):511-9. doi: 10.1067/mpr.2001.119415.
- Manso AP, Silva NR, Bonfante EA, Pegoraro TA, Dias RA, Carvalho RM. Cements and adhesives for all-ceramic restorations. *Dent Clin North Am.* 2011 Apr;55(2):311-32, ix. doi: 10.1016/j.cden.2011.01.011.

Marchesi G, Frassetto A, Visintini E, Diolosà M, Turco G, Salgarello S, et al. Influence of ageing on self-etch adhesives: one-step vs. two-step systems. *Eur J Oral Sci.* 2013 Feb;121(1):43-9. doi: 10.1111/eos.12009.

Mendonça LM, Ramalho IS, Lima LASN, Pires LA, Pegoraro TA, Pegoraro LF. Influence of the composition and shades of ceramics on light transmission and degree of conversion of dual-cured resin cements. *J Appl Oral Sci.* 2019 Jul 29;27:e20180351. doi: 10.1590/1678-7757-2018-0351.

Meyer Filho A, Vieira LC, Baratieri LN, Lopes GC. Porcelain veneers as an alternative for the esthetic treatment of stained anterior teeth: clinical report. *Quintessence Int.* 2005 Mar;36(3):191-6.

Nathanson D. Principles of porcelain use as an inlay/onlay material. Gaber GA, Goldstein RE, editors. *Porcelain and composite inlays and onlays. Esthetic Posterior Restorations* Quintessence, Illinois: Quintessence; 1993. p. 23-32.

Pazin MC, Moraes RR, Gonçalves LS, Borges GA, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L. Effects of ceramic thickness and curing unit on light transmission through leucite-reinforced material and polymerization of dual-cured luting agent. *J Oral Sci.* 2008 Jun;50(2):131-6. doi: 10.2334/josnusd.50.131.

Pishevar L, Ashtijoo Z, Khavvaji M. The Effect of Ceramic Thickness on the Surface Microhardness of Dual-cured and Light-cured Resin Cements. *J Contemp Dent Pract.* 2019 Apr 1;20(4):466-70.

Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent.* 1998 Sep;80(3):280-301. doi: 10.1016/s0022-3913(98)70128-3.

Roy AK, Mohan D, Sunith M, Mandokar RB, Suprasidh S, Rajan S. Comparison of Shear Bond Strengths of Conventional Resin Cement and Self-adhesive Resin Cement bonded to Lithium Disilicate: An in vitro Study. *J Contemp Dent Pract.* 2017 Oct 1;18(10):881-6. doi: 10.5005/jp-journals-10024-2143.

Rueggeberg F. Contemporary issues in photocuring. *Compend Contin Educ Dent Suppl.* 1999;(25):S4-15; quiz S73.

Soares CJ, da Silva NR, Fonseca RB. Influence of the feldspathic ceramic thickness and shade on the microhardness of dual resin cement. *Oper Dent.* 2006 May-Jun;31(3):384-9. doi: 10.2341/05-51.

Soares CJ, Martins LR, Fonseca RB, Correr-Sobrinho L, Fernandes Neto AJ. Influence of cavity preparation design on fracture resistance of posterior Leucite-reinforced ceramic restorations. *J Prosthet Dent*. 2006 Jun;95(6):421-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2006.03.022.

Soares PV, Santos-Filho PC, Gomide HA, Araujo CA, Martins LR, Soares CJ. Influence of restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part II: strain measurement and stress distribution. *J Prosthet Dent*. 2008 Feb;99(2):114-22. doi: 10.1016/S0022-3913(08)60027-X.

Souza EJ Jr, Borges BC, Oliveira DC, Brandt WC, Hirata R, Silva EJ, et al. Influence of the curing mode on the degree of conversion of a dual-cured self-adhesive resin luting cement beneath ceramic. *Acta Odontol Scand*. 2013 May-Jul;71(3-4):444-8. doi: 10.3109/00016357.2012.690571.

Stansbury JW. Curing dental resins and composites by photopolymerization. *J Esthet Dent*. 2000;12(6):300-8. doi: 10.1111/j.1708-8240.2000.tb00239.x.

Sundfeld Neto D, Naves LZ, Costa AR, Correr AB, Consani S, Borges GA, et al. The Effect of Hydrofluoric Acid Concentration on the Bond Strength and Morphology of the Surface and Interface of Glass Ceramics to a Resin Cement. *Oper Dent*. 2015 Sep-Oct;40(5):470-9. doi: 10.2341/14-133-L.

Sundfeld D, Correr-Sobrinho L, Pini NI, Costa AR, Sundfeld RH, Pfeifer CS, et al. The Effect of Hydrofluoric Acid Concentration and Heat on the Bonding to Lithium Disilicate Glass Ceramic. *Braz Dent J*. 2016 Oct-Dec;27(6):727-33. doi: 10.1590/0103-6440201601024.

Tian T, Tsoi JK, Matinlinna JP, Burrow MF. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dent Mater*. 2014 Jul;30(7):e147-62. doi: 10.1016/j.dental.2014.01.017.

Turp V, Turkoglu P, Sen D. Influence of monolithic lithium disilicate and zirconia thickness on polymerization efficiency of dual-cure resin cements. *J Esthet Restor Dent*. 2018 Jul;30(4):360-8. doi: 10.1111/jerd.12390.

Vásquez V, Ozcan M, Nishioka R, Souza R, Mesquita A, Pavanelli C. Mechanical and thermal cycling effects on the flexural strength of glass ceramics fused to titanium. *Dent Mater J*. 2008 Jan;27(1):7-15. doi: 10.4012/dmj.27.7.

Yang R, Arola D, Han Z, Zhang X. A comparison of the fracture resistance of three machinable ceramics after thermal and mechanical fatigue. *J Prosthet Dent*. 2014 Oct;112(4):878-85. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.03.005.

ANEXOS

Anexo 1 – Verificação de originalidade e prevenção de plágio

TCC Carolina			
RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE			
13%	11%	7%	1%
ÍNDICE DE SEMELHANÇA	FONTES DA INTERNET	PUBLICAÇÕES	DOCUMENTOS DOS ALUNOS
FONTES PRIMÁRIAS			
1	repositorio.unicamp.br Fonte da Internet		4%
2	www.sbpqo.org.br Fonte da Internet		2%
3	sbpqo.org.br Fonte da Internet		1%
4	Submitted to Universidade Estadual de Campinas Documento do Aluno		1%
5	pesquisa.bvsalud.org Fonte da Internet		1%
6	Lourenço Correr-Sobrinho, Ana Rosa Costa, Ana Paula P. Fugolin, Daniel Sundfeld Neto, Jack L. Ferracane, Carmem S. Pfeifer. "Effect of experimental resin cements containing thio-urethane oligomers on the durability of ceramic-composite bonded interfaces", Biomaterial Investigations in Dentistry, 2019 Publicação		<1%

Anexo 2 – Iniciação Científica

PIBIC - Área Aluno [quota: 2018]

☆ Início
 Termo de Compromisso <
 Relatório <
Parcial
Final
 Alterar Dados
 Alterar Senha
 Sair

Relatório Final

Período de envio do Relatório Final: 01/08/2019 - 12/08/2019

Versão enviada em 12/08/2019 22:21:35 [ver relatório](#)

- Parecer do orientador emitido em 12/08/2019 22:29:59
- Parecer do Assessor dado em 28/08/2019 10:50:04
(O parecer a respeito de seu relatório está disponível ao orientador responsável)

● **Aprovado**