

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

Gabriela Romanini Basso

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE CIMENTOS RESINOSOS À  
CERÂMICA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Odontologia, área de concentração em Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada

Co-orientador: Prof. Dr. Sylvio Monteiro Júnior

Florianópolis  
2011

Catálogo na fonte elaborada pela biblioteca da  
Universidade Federal de Santa Catarina

B322r

Basso, Gabriela Romanini Resistência de união de cimentos resinosos à cerâmica

[dissertação] / Gabriela Romanini Basso ; orientador, Mauro Amaral Caldeira de Andrada. - Florianópolis, SC, 2011.

73 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Inclui referências

1. Odontologia. 2. Cerâmica odontológica. 3. Cimentos dentários. 4. Resinas dentárias. I. Andrada, Mauro Amaral Caldeira de. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU 616.314

Gabriela Romanini Basso

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE CIMENTOS RESINOSOS À  
CERÂMICA**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Florianópolis, 16 dezembro de 2011.

---

Prof. Dr. Ricardo Magini  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Renata Gondo Machado  
Suplente  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Fabiano Marson  
Universidade de Ensino Superior Ingá

---

Prof. Dr. Élito Araújo  
Universidade Federal de Santa Catarina



*Dedico essa dissertação a Deus, que me concedeu o dom da vida, me guia e me ilumina, me dando força nos momentos mais difíceis. Muito obrigada por ter permitido que eu chegasse até aqui.*

*Aos meus pais, meus heróis que estão sempre me apoiando nos meus ideais, pelas palavras de conforto, pelo colo acolhedor. Vocês são tudo pra mim. Serei eternamente grata a vocês. Essa vitória é nossa!*

*Amo vocês!!*

*À minha irmã Bruna, pela amizade e por estar sempre me apoiando, me ouvindo.*



## AGRADECIMENTOS

À Prof<sup>ª</sup>. Dr. Renata Gondo Machado, que além de me ensinar, além de ser minha professora, foi uma segunda mãe pra mim. Carinhosa, amiga e sempre pronta a ajudar, tornando a árdua rotina mais leve e tranquila, és um exemplo de profissional e de pessoa.

À Prof<sup>ª</sup>. Sheila Stolf pelos ensinamentos, amizade e companheirismo. O mestrado já teria valido a pena apenas por conhecer pessoas como você.

Ao Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada, pela orientação, pelos ensinamentos e pela confiança em meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Sylvio Monteiro Jr pela co-orientação, pelas sábias palavras e por contribuir com seu conhecimento.

Ao Prof. Dr. Maia que muito me ensinou e me apoiou. É um exemplo de dedicação.

Ao prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri, um mestre que, além de ensinar, é um grande exemplo de pessoa e de profissional.

Aos Professores da Dentística que estiveram conosco durante esses dois anos, nos ensinando e dedicando parte de seu tempo: Prof. Dr. Gilberto Arcari, Prof. Dr. Luiz Clovis Cardoso Vieira, Prof. Dr. Cléo Nunes de Souza, Prof<sup>ª</sup>. Dr. Jussara Bernardon e Prof. Dr. Guilherme Carpena Lopes.

À Universidade Federal de Santa Catarina por permitir a execução desse trabalho e assim contribuir para minha formação profissional.

Aos meus colegas de mestrado Lindiane, Diogo e Rafael, por esses dois anos de convivência e amizade.

À Marceli que além de uma colega e amiga se tornou uma grande parceira de festas.

À Vanessa companheira de laboratório. Muito bom trabalhar contigo.

Ao Gustavo (Buda) com suas teorias sempre nos ensinando algo novo, nos mostrando que as coisas vão além da Odontologia.

Ao Gustavo (Tonho), você é um grande amigo, sempre pronto a ajudar. Tenho certeza que nossa amizade não terminará por aqui.

À Liza, uma colega e amiga que é um exemplo de determinação.

À minha dupla, Fer, sempre muito paciente. Nos momentos mais tensos conseguia nos transmitir toda calma do mundo com sua teoria “Não dá nada não”.

Aos meus irmãozinhos aqui, Shizuma e Caco, sempre prontos pra me ajudar e me proteger, fazendo com que eu me sentisse a verdadeira irmãzinha.

Às amigas Gabriela Felipe e Juliana Trajano, que tive a sorte de conhecer, pela amizade, companheirismo e cumplicidade. Esses dois anos foram muito mais divertidos na companhia de vocês.

Aos amigos que me acolheram em Florianópolis: Bibi, Zé, Willian, Seninha, Passoni, Fernanda Provin e Marco A.

Aos demais amigos da graduação de Odontologia da UFSC, pelos momentos de diversão e amizade.

Às meninas da república Adri, Vivian, Beta e Bruna e às agregadas Fer, Sâmela e Ana. A especialização foi muito mais divertida na companhia de vocês. Adorei conhecê-las!

Sentirei saudades, muitas saudades de vocês, mas a distância não separa amigos de verdade e tenho certeza de que nem a distância, nem o tempo vão apagar as boas lembranças que vivi ao lado de vocês.

Às colegas de graduação Kelly, Aline e Luiza, irmãs que escolhi e que vou levar para o resto da vida.

À minha família, tios, primos, dinda, pelo apoio e compreensão e por fazerem parte da minha conquista.

Ao meu dindo, que foi como um segundo pai e, mesmo não estando mais presente entre nós, tenho certeza que continua me dando forças de onde estiver.

Ao meu cunhado Ricardo, pelo apoio e pela ajuda com meu trabalho.

Ao meu orientador de graduação, Professor Álvaro Della Bona, pela oportunidade de aprendizagem e por acreditar em meus ideais.

Aos funcionários da UFSC, pela prestação de serviços e por possibilitarem a realização de nossos trabalhos.

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer!”

Mahatma Gandhi



## RESUMO

Avaliar através do teste de microcissalhamento, a resistência de união entre discos de cerâmica usináveis reforçados com leucita, cimento resinoso de condicionamento ácido total e dois tipos de cimentos auto-adesivos. Quanto ao material e método, foi utilizada a cerâmica IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent AG) e os cimentos autoadesivos RelyX U100 (3M ESPE), Maxcem Elite (Kerr Corp) e como controle o cimento resinoso de condicionamento ácido total RelyX ARC (3M ESPE). Foram formados 6 grupos de acordo com o sistema de cimentação e o processo de envelhecimento: G1- RA, G2- RA+T, G3- RU, G4- RU+T, G5- ME, G6- ME+T. Metade das amostras foram submetidas ao teste imediatamente após o procedimento de cimentação e a outra metade foi armazenada em ambiente úmido por 24h a 37°C e submetida a 500 ciclos de termociclagem (5-55°C). Após esta etapa, as amostras foram submetidas ao teste de microcissalhamento em uma máquina de ensaio universal Instron, Modelo 4444 (Instron, Canton, MA, USA) com velocidade de cruzeta de 0,5mm/min até a falha. O tipo de fratura foi determinado por meio da utilização de um microscópio óptico. Os resultados mostraram que o tipo de cimento, quando analisados separadamente, apresentam diferenças estatísticas. O que obteve os maiores resultados foi o RelyX ARC, seguido do RelyX U100 e, depois, o cimento Maxcem Elite. A maioria das falhas foram adesivas, para ambos os grupos. A termociclagem não interferiu negativamente a resistência de união dos cimentos RelyX U100 e RelyX ARC. Nas condições testadas, os cimentos autoadesivos não são tão eficientes quanto a resistência de união quanto os cimentos de condicionamento ácido total.

**Palavras-chave:** Cerâmica, Cimentos de Resina, Cimentação.



## **ABSTRACT**

The aim of the study was to evaluate the microshear bond strength between leucite ceramic discs, cemented with: a total etching resin cement and two self-adhesive cements. Materials and methods: IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent AG) ceramic was applied, and self-adhesive cements: RelyX U100 (3M ESPE), Maxco (Kerr Corp) and as the control group, the cement RelyX ARC (3M ESPE). Six groups were formed according to their luting agent and aging process. Half of the samples were subjected to the test immediately after the cementing procedure and the other half were stored in a humid environment for 24 hours at 37 ° C, subjected to 500 cycles of thermocycling (5-55 ° C). Afterwards, the samples were submitted to microshear testing in a universal testing machine Instron Model 4444 (Instron, Canton, MA, USA) with a crosshead speed of 0.5 mm / min until failure. The failure mode was determined using an optical microscope. Results showed that the microshear bond strength was influenced by the type of cement, and when analyzed separately, has statistical differences between groups. RelyX ARC showed the best results, followed by RelyX U-100, and Maxco afterwards. Most failures were adhesive for both groups. The thermocycling did not affect the bond strength between the cements RelyX U100 e RelyX ARC.

**Keywords:** Ceramics, Resin Cements, Cementation.



## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Blocos da Cerâmica IPS Empress CAD.....	46
Figura 2 – Superfície cerâmica após a inclusão e polimento com lixas de Carbetto de Silício na politriz.....	47
Figura 3 - Delimitação da área adesiva, condicionamento com ácido fluorídrico 10% e aplicação do agente de união silano.....	48
Figura 4 - Cimentos Resinosos Utilizados.....	48
Figura 5 - Cilindro de resina cimentado sobre a superfície cerâmica.....	50
Figura 6 - Execução do teste de microcisalhamento.....	52



## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Materiais utilizados no estudo.....	45
Quadro 2 - Divisão dos grupos.....	50



## **LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS**

Tabela 1 - Resultado do teste de microcisalhamento.....	53
Gráfico 1 - Diferença entre os grupos.....	54
Gráfico 2 - Diferença entre os cimentos.....	55
Gráfico 3 - Efeito da termociclagem sobre os cimentos.....	56
Gráfico 4 - Análise de falhas.....	57



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD = *Computer Aided Design* - projeto assistido por computador

CAM = *Computer Aided Manufacturing* - fabricação assistida por computador

DP = desvio padrão

G = grupo

h = hora

Kg = quilograma

g – grama

µm - micrometro

MDP = *methacryloxy decyl phosphoric acid*

mm = milímetro

mm<sup>2</sup> = milímetro quadrado

min = minuto

s - segundo

MPa = Mega Pascal

N = Newton

KN - Quilonewton

nm = nanômetro

mW – megawatt

cm<sup>2</sup> – centímetro quadrado

rpm - rotação por minuto

s - segundo

MTB - microtração

TSB = tração



## LISTA DE SÍMBOLOS

°C = graus Celsius

μm = micrometro



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>29</b>
2.1 CIMENTOS AUTOADESIVOS.....	29
2.2 CIMENTOS AUTOADESIVOS X CERÂMICA.....	36
2.3 TESTE DE MICROCISALHAMENTO.....	40
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>43</b>
3.1 OBJETIVO GERAL.....	43
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	43
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
4.1 PREPARAÇÃO DOS DISCOS DE CERÂMICA.....	46
4.2 CIMENTOS.....	48
4.3 CONFECÇÃO DAS PEÇAS.....	49
4.4 DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS.....	49
4.5 TESTE DE MICROCISALHAMENTO.....	51
4.6 ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA.....	52
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	52
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>53</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>65</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Os materiais cerâmicos estão sendo amplamente utilizados para confecção de restaurações por suas propriedades mecânicas, ópticas e biológicas. Devido sua estabilidade química, possui estabilidade de cor proporcionando estética adequada a longo prazo. O coeficiente de expansão e a condutibilidade térmica são semelhantes ao da estrutura dental e possuem alta resistência ao desgaste (DELLA BONA, 2009; GHILARDI E LOPES, 2009; ESCRIBANO E MACORRA, 2006; EL ZOHAIRY et al., 2003).

A aplicação das primeiras porcelanas na odontologia, iniciou-se com a confecção de peças com as chamadas cerâmicas feldspáticas. Essas possuem propriedades estéticas excelentes devido sua alta translucidez. Porém, são pouco resistentes e seu coeficiente de expansão térmico linear e ponto de fusão incompatíveis com o metal, o que impossibilita sua utilização para confecção de próteses metalo-cerâmicas. (ANUSAVICE, 1998; VAN NOORT, 2004).

Estas incompatibilidades foram reduzidas com a incorporação de leucita em sua composição, surgindo assim as porcelanas feldspáticas reforçadas por leucita, que além de compatíveis são mais resistentes do que as cerâmicas feldspáticas convencionais (KELLY, BENETTI, 2011).

O sucesso das restaurações indiretas depende em grande parte do processo de cimentação utilizado. Os cimentos resinosos podem ser classificados de acordo com o sistema adesivo utilizado. Sistemas adesivos de condicionamento ácido total, primers autocondicionantes e, mais recentemente, os cimentos resinosos autoadesivos, que não necessitam de tratamento prévio do dente com sistemas adesivos (RADOVIC et al., 2008; DELLA BONA, 2009).

Os cimentos autoadesivos foram introduzidos na última década e já ganharam bastante popularidade, pois possuem a vantagem de não necessitar de tratamento prévio do dente, com condicionamento ácido, primer e adesivo, reduzindo, assim, a sensibilidade da técnica (FERRACANE *et al.*, 2011). O primeiro cimento autoadesivo introduzido no mercado foi o cimento RelyX Unicem (3M ESPE), em 2002. Este cimento possui um pH inicial em torno de 2,0, permitindo uma desmineralização superficial da

dentina, sem que haja formação de camada híbrida ou tags de resina, criando apenas uma camada de interação entre cimento/dentina irregular de cerca de 0-2 $\mu$ m (DE MUNCK *et al.*, 2004). Assim, por possuir monômeros fosfatados acídicos, estes desmineralizam parcialmente a lama dentinária, reagindo com a hidroxiapatita, ao mesmo tempo em que infiltra esmalte e dentina (RADOVIC *et al.*, 2008; MALTA, 2010; FERRACANE *et al.*, 2011). Muitos estudos mostram a efetividade desses cimentos na adesão ao substrato dental, nos quais os cimentos autoadesivos exibem resistência de união semelhante aos cimentos de condicionamento ácido total ou autocondicionantes (ABO-HAMAR *et al.*, 2005; BEHR *et al.*, 2009; MAKISHI *et al.*, 2010; MAZZITELLI; MONTICELLI; TOLEDANO; *et al.*, 2011). Porém, os resultados ainda são controversos, e alguns estudos mostram que os cimentos autoadesivos tiveram resultados de resistência adesiva inferior aos demais cimentos testados (CANTORO *et al.*, 2009; HOLDEREGGER *et al.*, 2008; MUNCK, DE *et al.*, 2004; VIOTTI *et al.*, 2009).

Porém, poucos estudos investigam a resistência de união dos cimentos autodesivos à cerâmica. Segundo Reich (2005), o cimento RelyX Unicem possui em sua composição metacrilatos ácido-fosfóricos, esses interagem com a cerâmica através de ligações físicas com o hidrogênio do grupo OH presente na superfície.

Diante dos resultados controversos e do número reduzido de estudos que avaliam a resistência de união dos cimentos autoadesivos em substrato cerâmico, fica clara a necessidade de mais estudos que comprovem a resistência de união dos cimentos autoadesivos à cerâmica, a fim de obter resultados que auxiliem na escolha de uma estratégia de cimentação mais confiável.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CIMENTOS AUTOADESIVOS

Em 2004, De Munck et al. realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a performance adesiva de um cimento autoadesivo (RelyX Unicem) em esmalte e dentina através do teste de microtração (MTB) e observar essa interação por meio de microscopia eletrônica de varedura. Foram utilizados 18 terceiros molares, divididos em 6 grupos. A resistência de união do cimento RelyX Unicem foi avaliada com e sem condicionamento ácido prévio, em esmalte e dentina, comparando com o cimento utilizado como controle (Panavia F, Kuraray). O grupo controle (Panavia F) apresentou os valores mais altos de MTB, tanto em esmalte, quanto em dentina. A resistência de união do cimento RelyX Unicem ao esmalte foi significativamente menor do que o cimento de controle e não houve nenhuma diferença significativa entre os dois cimentos em dentina. O condicionamento ácido previamente ao RelyX Unicem em esmalte aumentou significativamente o MTB a um nível que não foi muito diferente do Panavia F. No entanto, quando a dentina foi condicionada com ácido fosfórico, os valores decaíram.

Abo-Hamar et al. (2005) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a performance de um cimento autoadesivo RelyX Unicem (RXU) em esmalte e dentina, comparando com quatro cimentos resinosos convencionais. Foram utilizados quatro cimentos resinosos (RelyX Unicem (RXU), Syntac/ Variolink II (Sync/V), ED-Primer II/Panavia F 2.0 (EDII/PF2), Prime & Bond NT/Dyract Cem Plus (PBNT / DyCP)) e um cimento de ionômero de vidro (Ketac Cem Maxicap (KetC)). Na resistência de união à dentina sem ciclagem térmica, o cimento RXU produziu uma média de resistência de união à dentina (10,8 MPa) que não foi significativamente diferente de Sync/V (15,1 MPa), EDII/PF2 (10,5 MPa) ou de PBNT/DyCP (10,1 MPa), mas que foi significativamente superior ao KetC (4,1 MPa). Após termociclagem, RXU (14,9 MPa) apresentou dados referentes à força de união significativamente maior do que EDII / PF2 (7,4 MPa) e KetC (4,6 MPa). Quanto à resistência de união ao esmalte sem ciclagem térmica, RXU produziu uma força de união ao esmalte (14,5 MPa) que foi significativamente inferior ao de qualquer outro sistema, mas, superior a KetC (6,1 MPa). Sync/V

apresentou, estatisticamente, maior resistência de união (32,8 MPa), seguido por EDII/PF2 (23,6 MPa) e por PBNT / DyCP (17,8 MPa). Após termociclagem, RXU produziu um valor de força estatisticamente menor (6,6 MPa) que os outros sistemas Sync/V (27 MPa), EDII/PF2 (21,2 MPa), PBNT / DyCP (17 MPa), contudo, superior a KetC (1,9 MPa).

Em 2006, Pisani-Proença et al. avaliaram diferentes protocolos de condicionamento da dentina na resistência de união de cimentos autoadesivos à dentina. Os resultados mostraram que o condicionamento prévio da dentina aumentou os valores de resistência adesiva.

Torres et al. (2007) avaliaram se o tipo de sistema adesivo utilizado, condicionamento ácido total ou autocondicionante, influencia na resistência de união de diferentes cimentos resinosos ao esmalte, sob o teste de cisalhamento. Os espécimes foram divididos em 8 grupos de 10 dentes cada e os cilindros de resina foram cimentados com uma combinação de diferentes sistemas adesivos. Esses sistemas foram, então, combinados com um cimento, exceto para o cimento RelyX Unicem, que não recebeu nenhum sistema adesivo. Quanto aos resultados, para os cimentos Enforce e Variolink, a combinação com o sistema adesivo de condicionamento ácido total resultou em maior resistência de união do que com o uso de adesivos autocondicionantes. O cimento RelyX Unicem apresentou uma resistência adesiva significativamente menor do que o cimento RelyX ARC, que utilizou um sistema adesivo de condicionamento ácido total. Além disso, não foram observadas diferenças significativas entre os cimentos Variolink, RelyX ARCe Enforce quando realizado o condicionamento ácido. Quando utilizados sistemas adesivos autocondicionantes, não foram observadas diferenças significativas entre os AdheSE/VariolinkII, Bistite ou Xenio/Enforce.

Com o objetivo de avaliar a resistência de união do cimento RelyX Unicem à dentina, Holderegger et al. (2008), realizaram um estudo no qual o cimento auto-adesivo foi comparado com os cimentos convencionais, para se testar a influência do envelhecimento sobre a qualidade de união. Foram utilizados 4 cimentos resinosos – RelyX Unicem (3M ESPE); Rely ARC (3M ESPE); Multilink (Ivoclar); Panavia 21 (Kuraray)– e 160 dentes, em dois centros: na cidade de Berna e em Zurique. Após a

cimentação, os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 24h. O teste de resistência de união foi realizado em dois subgrupos, imediatamente (ou após) 1500 ciclos de termociclagem. Depois do armazenamento em água, constatou-se que a resistência de união foi menor para os demais cimentos quando comparados ao RelyX Unicem. Em Zurique, o cimento RelyX Unicem apresentou menor resistência de união do que o Multilink e não foi encontrada diferença estatística entre o cimento RelyX ARC e Panavia 21. No centro de Berna, o RelyX Unicem foi significativamente menor do que RelyX ARC e Panavia 21 e não houve diferença entre o cimento RelyX Unicem e Multilink.

Mazzitelli et al. (2008), por sua vez, avaliaram a resistência de união de diferentes cimentos autoadesivos em dentina com e sem simulação de pressão pulpar. Metade das amostras foi submetida à pressão pulpar simulada, com água deionizada. A resistência de união foi significativamente influenciada pela pressão pulpar simulada e pelos diferentes tipos de agentes cimentantes. Quando aplicada pressão pulpar, o cimento Calibra apresentou a maior resistência de união. Na presença de pressão pulpar simulada, os valores de resistência de união do Calibra diminuiu significativamente. A eficácia de união dos cimentos autoadesivos Multilink Sprint e G-Cem não foram influenciadas pela pressão pulpar. As amostras cimentadas com o cimento autoadesivo (Multilink Sprint, RelyX Unicem, G-Cem e Bis-Cem) registraram uma maior percentagem de falhas coesivas na camada de cimento. O cimento RelyX Unicem e Biscem tiveram maiores valores de resistência de união quando em pressão pulpar simulada.

Zicari et al. (2008) investigaram a capacidade de selamento e resistência de união através do teste *push-out*, de diferentes agentes cimentantes utilizados em canais radiculares para cimentação de pinos. Foram avaliados os cimentos Panavia 21 (PAN), Clearfil Esthetic Cement (CLF), Variolink II (VAR) e RelyX Unicem (UNI). Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre os cimentos nas três regiões da raiz, porém, a região apical e média apresentaram valores estatisticamente menores que a região cervical. Os maiores valores de resistência adesiva foram de CLF ( $14,60 \pm 3,63$  MPa), que não foi significativamente diferente de PAN ( $12,57 \pm 2,45$  MPa), mas, foi significativamente maior do que VAR ( $11,09 \pm 4,09$  MPa), UNI ( $11,29 \pm 4,31$  MPa) e EGC ( $7,65 \pm 4,79$  MPa). Além disso, não

houve diferença entre os grupos na capacidade de selamento, concluindo, assim, que esse procedimento não foi homogêneo em nenhum dos cimentos.

Em 2009, Cantoro et al. realizaram um estudo cujo objetivo era avaliar a resistência de união de cimentos resinosos autoadesivos em dentina comparada com um cimento resinoso de condicionamento ácido total utilizado como controle. Foram selecionados 100 terceiros molares, 4 cimentos resinosos autoadesivos – G-Cem (Corp GC), BisCem (Bisco), Multilink Sprint (Ivoclar Vivadent), o SAC-A (Kuraray)– e um de condicionamento ácido total – XP Bond/Calibra (DeTrey Dentsply)– como controle. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 20 grupos, de acordo com o cimento utilizado e sua temperatura (4°C, 8°C, 24°C, 37°C e 60°C). Após o aquecimento de até 60°C, os cimentos Multilink Sprint e G-Cem polimerizaram precocemente, por isso, os grupos foram excluídos do estudo. Não houve diferença significativa para os cimentos G-Cem e Calibra quando eles foram utilizados em temperatura de 4°C, 24° e 37°C. O cimento Multilink Sprint teve maiores valores de resistência de união em 24°C do que em 4°C. Em todos os cimentos autoadesivos a resistência de união foi menor que os valores alcançados pelo cimento de condicionamento ácido total Calibra, independentemente da temperatura.

Com o objetivo de avaliar a resistência de união de cimentos resinosos autoadesivos, Viotti et al. (2009), por sua vez, compararam seis cimentos autoadesivos com os cimentos convencionais por meio de teste de microtração. Foram utilizados 54 dentes, divididos em 9 grupos experimentais, de acordo com as nove técnicas de cimentação (n=6). Os cimentos utilizados foram: 6 cimentos autoadesivos – RelyX Unicem (ONU), RelyX U100 (UC), SmartCem 2 (SC), G-Cem (GC), Maxcem (MC) e SET (SET) – dois cimentos convencionais, um que utiliza um adesivo de 2 passos com condicionamento ácido total (RelyX ARC, RX) e um que utiliza um adesivo de um passo autocondicionante (Panavia F, PF). Um grupo adicional incluiu o uso de um sistema adesivo de 2 passos autocondicionante (Clearfil SE Bond) antes da aplicação do Panavia F (PS). Por fim, os resultados mostraram que os sistemas de várias etapas do sistema RX e as duas técnicas autocondicionantes PS produziram os maiores valores de resistência de união e foram significativamente diferentes dos

cimentos autoadesivos. Os sistemas autoadesivos GC e UC não foram significativamente diferentes de PF, mas, foram inferiores ao RX e PS. A menor resistência de união foi registrada para SET, que não foi significativamente diferente dos de MC e SC. O modo de falha predominante nos cimentos auto-adesivos foi adesiva entre o cimento resinoso e a dentina.

Em 2010, Al-Saleh, Tam e Fenton, realizaram um estudo avaliando a microinfiltração de restaurações classe II, de resina composta, cimentadas com cimentos autoadesivos e um adesivo autocondicionante. A comparação foi feita com restaurações de resina composta convencionais utilizando um sistema adesivo de três passos. Os cimentos utilizados foram: cimentos autoadesivos RXU (RelyX-Unicem), BRZ (Breeze) e MON (Monocem), o cimento autocondicionante PAN (Panavia F 2.0) e o grupo controle SBMP (Scotchbond Multi-Purpose). Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes, aplicado-se uma fina camada nas paredes da cavidade, nas margens e, então, foram fotoativados. Para o grupo SBMP, a microinfiltração foi maior na margem gengival. Para os quatro grupos que utilizaram cimento, não houve diferença significativa nas margens gengivais. O teste do qui-quadrado revelou uma diferença significativa de microinfiltração nas margens gengivais, exceto entre RXU e BRZ e entre MON e PAN. Os cimentos RXU e BRZ tiveram os piores resultados de microinfiltração na lateral da dentina, seguido pelo controle. Em esmalte, SBMP apresentou a menor infiltração, seguido pelos grupos RXU e BRZ.

Mendes et al. (2010) avaliaram o grau de conversão e microdureza de um cimento resinoso autoadesivo de polimerização dual (RelyX Unicem), utilizando diferentes protocolos de polimerização, com diferentes tempos de ativação e barreiras à passagem de luz. Foram confeccionados discos de cerâmica de IPS Empress utilizado como barreira à luz. Nesse sentido, a polimerização dual apresentou maior grau de conversão e VMH que a polimerização química. A presença de um disco de cerâmica não afetou o grau de conversão, mas reduziu o VMH. No aumento da exposição à luz, o grau de conversão manteve-se praticamente constante, enquanto o VMH aumentou, indicando que o VMH é bastante dependente da energia incidente. A termogravimetria mostrou que a fração sólida foi constituída de 96% de matéria inorgânica e 4% de silano, um agente de ligação. Em relação à parte líquida, verificou-se que 84% estava

relacionado com a mistura de monômeros.

Em outro estudo, realizado por Brunzel et al. (2010) investigou-se a resistência à tração (TSB) do cimento autoadesivo RelyX Unicem com a dentina humana e a influência do uso adicional de um sistema adesivo de três passos. Em um grupo, a cimentação foi feita com o cimento RelyX Unicem e no outro foi aplicado o sistema adesivo OptiBond FL nas superfícies de dentina, antes da cimentação. Os espécimes foram divididos em 3 subgrupos de 8 espécimes cada, de acordo com o tempo de armazenagem e temperatura. Os tempos foram de 3 ou 150 dias e a temperatura entre 20°C e 40°C ou entre 5°C e 55°C. Depois, foram submetidos ao teste de microtração. Sem a aplicação do adesivo na dentina, a média da resistência de união à tração, após 3 dias, foi de  $7,1 \pm 3,8$  MPa, após 150 dias, em temperatura de 20-40°C, de  $6,8 \pm 3,6$  e, depois de 150 dias em temperatura de 5-55°C, a média foi de  $5,3 \pm 4,5$  MPa. Com a aplicação do adesivo, a resistência adesiva média, após 3 dias, foi de  $16,5 \pm 5,5$  MPa, depois de 150 dias, a média foi  $13,1 \pm 3,9$  MPa e, por fim, depois de 150 dias em temperatura de 5-55°C, a média foi  $10,1 \pm 5,2$  MPa.

Por meio de um estudo *in vitro*, Lin et al. (2010) avaliaram a resistência adesiva e os padrões de condicionamento do esmalte submetidos a quatro tratamentos de superfície e cimentados com sete cimentos resinosos autoadesivos. Os resultados mostraram que os tratamentos de superfície e os diferentes cimentos utilizados tiveram um efeito significativo na resistência de união. Os valores médios foram de  $6,4 \pm 2,8$  MPa para o #600,  $13,9 \pm 1,9$  MPa para o ácido fosfórico,  $11,3 \pm 1,7$  MPa para o G-Bond e de  $15,9 \pm 2,2$  MPa para PG. O uso de CL com o tratamento PG resultou no maior valor de resistência adesiva ( $17,6 \pm 1,4$  MPa). Os modos de falha para as superfícies polidas e tratadas com ácido fosfórico e G-Bond, em sua maioria, foram observadas falhas do tipo adesiva na interface resina-esmalte em todos os cimentos. Em contrapartida, mais ocorrências de falha mista e falha coesiva foram encontradas para o tratamento de PG.

Em outro estudo, Sarr et al. (2010) investigaram a eficácia imediata de vários cimentos à dentina por meio do teste de microtração. Foram utilizados nove cimentos, entre eles, dois que exigem condicionamento ácido prévio, dois autocondicionantes, e cinco cimentos autoadesivos. Os resultados mostraram que o grupo controle se destacou. Entre os cimentos, os maiores valores

de resistência adesiva foram obtidos com os cimentos de condicionamento ácido total Variolink e Calibra, o autocondicionante Panavia F2.0 e com o cimento autoadesivo G-Cem e RelyX Unicem. A resistência de união dos cimentos autoadesivos Maxcem, Monocem e Multilink Sprint foram significativamente menores em comparação com a dos outros cimentos e com a do controle. A análise de falhas mostrou um padrão de falhas mistas para a maioria dos cimentos.

Em 2010, Peerzada et al. realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito do preparo da dentina com diferentes brocas (diamantadas e carbide), em alta rotação, na resistência de união à microtração de três cimentos resinosos: RelyX ARC (ARC, 3M ESPE), Panavia F2.0 (PF, Kuraray) e RelyX Unicem (UN, 3M ESPE). Os resultados demonstraram que para o cimento resinoso ARC não houve diferença significativa na resistência de união entre os três tipos de preparo da dentina. Para os cimentos PF e UN, a resistência foi menor quando cimentados sobre a dentina preparada com ponta diamantada em relação ao grupo controle. Para o cimento Panavia F2.0, os maiores valores foram obtidos quando cimentado sobre dentina preparada com broca carbide.

A fim de determinar a capacidade de vedação e a resistência de união de dois cimentos resinosos, Makishi et al. (2010) realizaram um estudo *in vitro*. Foram utilizados dois cimentos resinosos: um cimento autoadesivo (RelyX Unicem, 3M ESPE) e um cimento autocondicionante (Panavia F2.0, Kuraray). As micrografias revelaram vários padrões de nanoinfiltração, no caso de RelyX Unicem, foram observados grãos de prata na interface resina/dentina. Independentemente do material utilizado, houve uma formação de nanoinfiltração na interface dentina/resina. A resistência de união ao microcisalhamento de RelyX Unicem e Panavia F2.0 foram  $24,9 \pm 4,8$  e  $26,1 \pm 5,3$  MPa, respectivamente. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois materiais.

Com a finalidade de avaliar a polimerização de cinco cimentos, Morais et al. (2011) realizaram um estudo em que foram avaliados os cimentos BisCem (BSC; Bisco), Maxcem Elite (MXE; Kerr), RelyX Unicem (UNI; 3M ESPE), cápsula (SET; SDI), SmartCem 2 (SC2; Dentsply Caulk) e o cimento RelyX ARC convencional (3M ESPE). A taxa e a extensão da conversão foram menores para os cimentos autoadesivos, comparados aos cimentos convencionais. Os autores concluem que os cimentos

autoadesivos podem apresentar menor taxa de polimerização e menor grau de conversão do que os cimentos convencionais, tanto no modo *dual*, quanto no de autocura.

Kitzmüller et al. (2011), por sua vez, realizaram um estudo com o objetivo de investigar a influência do modo de polimerização e temperatura na contração de polimerização de cimentos autoadesivos comparando com um cimento convencional. Foi verificado que o cimento RelyX Unicem teve a menor contração de polimerização.

## 2.2 CIMENTOS AUTOADESIVOS X CERÂMICA

Piowarczyk, Lauer e Sorensen (2004), investigaram através de um estudo *in vitro* a resistência da união de agentes cimentantes em três tipos de cerâmicas odontológicas sob o teste de cisalhamento. Eles utilizaram uma cerâmica de alta resistência à base de óxido de alumínio (Procera AllCeram), uma reforçada por leucita (IPS Empress) e uma cerâmica vítrea à base de dissilicato de lítio (IPS Empress 2). Os agentes cimentantes utilizados foram: cimento de fosfato de zinco (Fleck's zinc cement), cimento de ionômero de vidro (Fuji I, Ketac-Cem), cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Plus, Fuji Cem, RelyX Luting), cimentos resinosos (RelyX ARC, Panavia F, Variolink II, Compolute) e um cimento resinoso autoadesivo (RelyX Unicem). Metade dos espécimes foi testada 30 minutos após a cimentação e a outra metade foi submetida à termociclagem de 1000 ciclos a 5-55°C antes de ser submetida ao teste. Após a termociclagem, somente o cimento autoadesivo (RelyX Unicem) e os cimentos resinosos (Panavia F e Compolute) apresentaram resistência adesiva suficiente para os materiais específicos testados. Em contrapartida, os cimentos de fosfato de zinco, ionômero de vidro e ionômero de vidro modificados por resina apresentaram os menores valores após ciclagem térmica.

Escribano e Macorra (2006) compararam a resistência de união de cimentos autocondicionantes – Multilink System e Panavia F – e um cimento auto-adesivo – RelyX Unicem – com discos de cerâmica sob teste de microtração. Foram utilizados terceiros molares, os quais tiveram a oclusal de esmalte e as raízes removidas e foram montados em um sistema de câmara pulpar artificial através de dois catéteres, a fim de reidratar o tecido dentinário até o processo de cimentação. Foram

preparados nove discos de cerâmica cilíndrica (2mm de altura por 13mm de diâmetro) utilizando a cerâmica IPS Empress II (Ivoclar Vivadent). Esses discos foram condicionados com ácido fluorídrico 5% durante 20 segundos, lavados e secos. Em seguida, um agente silano (Monobond-S, Ivoclar Vivadent) foi aplicado sobre a superfície e esta foi condicionada por 1 minuto. Os cimentos utilizados foram o Multilink System, o RelyX Unicem (3M ESPE) e o cimento Panavia F (Kuraray Medical). Após 30 minutos, os espécimes foram seccionados para obtenção de filetes. Cada filete foi fixado em um dispositivo rígido e submetidos ao teste de microtração a uma velocidade de 1mm/min até a falha. Os resultados mostraram que o Panavia F obteve os maiores valores de união, seguido pelo sistema Multilink. O cimento RelyX Unicem obteve os menores valores de TBS.

Em estudo realizado por Ibarra et al. (2007) foi avaliada a integridade marginal de facetas cerâmicas cimentadas com cimentos auto-adesivos em esmalte e dentina, com e sem condicionamento prévio do dente. Os dentes foram divididos em quatro grupos de acordo com o tratamento para os procedimentos de cimentação: Grupo 1 – (E+V) restaurações cimentadas com um cimento resinoso convencional e seu sistema adesivo (controle) (Variolink II e Excite Ivoclar Vivadent); Grupo 2 – (S+U) restaurações cimentadas com um cimento autoadesivo (RelyX Unicem 3M ESPE), com condicionamento do esmalte e dentina com ácido fosfórico e aplicação de um sistema adesivo (Single Bond, 3M ESPE); Grupo 3 – (A+U) restaurações cimentadas utilizando-se um autoadesivo (RelyX Unicem 3M ESPE) com um sistema adesivo autocondicionante (Adper Prompt L-Pop, 3M ESPE); Grupo 4 – (U) as restaurações foram cimentadas com um cimento autoadesivo (RelyX Unicem Maxicaps, a 3M ESPE) sem condicionamento prévio do esmalte e da dentina. Os espécimes foram, então, armazenados durante 72 horas e termociclados por 2000 ciclos. Os dentes foram colocados em nitrato de prata amoniaco por 24h. As amostras foram analisadas por meio de um microscópio de luz (Nikon Eclipse E400, Japão) onde se utilizou um programa de análise de imagem (Meta Vue, Universal Imaging Corp). Após a cimentação, um dente de cada grupo foi preparado para avaliação em MEV, quando foi observada microinfiltração na maioria dos espécimes, especialmente em dentina. Quando dos resultados, foram constatados valores médios de microinfiltração em dentina de 44,1% no Grupo 1, 55,5% no Grupo 2, 54,7% no

Grupo 3 e 28,1% no Grupo 4. Os valores de microinfiltração em esmalte foram de 2,5% no Grupo 1, de 3,1% no Grupo 2, 2,2% no Grupo 3 e 10,8% no Grupo 4. A interface das amostras cimentadas com E + V, SB + U e U + AP mostrou boa adaptação do cimento à superfície do esmalte. O uso de um adesivo resultou em melhor adaptação do cimento ao esmalte, independentemente do tipo de condicionamento.

Flury et al. (2010) compararam a resistência de união entre cerâmica e dentina através de *push-out*. Eles utilizaram cinco cimentos diferentes e os avaliaram 24h após o processo de cimentação e após o envelhecimento artificial e termociclagem de 6 meses. Os cimentos autoadesivos utilizados foram SpeedCEM, RelyX Unicem, SmartCem2 e ICEM. Como controle, um cimento resinoso Variolink II com o adesivo Syntac. Após 24h, 20 corpos de prova foram submetidos ao teste *push-out* e os outros 20 foram submetidos à ciclagem térmica, que foi feita com 5000 ciclos (5-55°C) de 30s e envelhecimento em ambiente úmido. A condição de armazenamento não influenciou na força de resistência adesiva. Os modos de falha foram analisados com uma lupa de ampliação de 40X. O cimento RelyX Unicem teve os melhores resultados quando comparado aos demais. Variolink II teve valores significativamente maiores do que SmartCem2, mas não houve diferença significativa em relação ao SpeedCem e ICEM. O modo de falha predominantemente observada foi a falha adesiva na interface dentina e cimento, exceto para RelyX Unicem que, na maioria dos casos, apresentou falha coesiva em cerâmica.

Luhrs et al. (2010) avaliaram a resistência adesiva de diferentes cimentos autoadesivos numa cerâmica à base de dissilicato de lítio e ao esmalte e dentina. Os dentes foram divididos em 6 grupos de acordo com o cimento utilizado e 2 subgrupos (esmalte e dentina). Os cimentos utilizados foram Variolink/Syntac Classic (VSC), Panavia F2.0 (PAF), RelyX Unicem (RLX), Maxcem Elite (MCE), iCem (IC) e um cimento autoadesivo experimental (EXP). Então, foi feita a cimentação e os espécimes foram armazenados por 24h antes de serem submetidos ao teste de cisalhamento. Os resultados demonstraram que os maiores valores de resistência de união em relação à superfície de esmalte foram obtidos com o cimento VSC (42,9MPa) e os menores com o Icem (10,5MPa). Quanto à dentina, VSC teve os maiores valores (39,2MPa), enquanto os menores foram constatados pelo cimento EXP (7,8MPa). Entre os

cimentos autoadesivos, RLX e MCE tiveram os maiores valores de resistência de união, mas só foi significativo em relação ao IC. Para os cimentos autoadesivos, todas as fraturas foram do tipo adesiva entre o cimento e a superfície do dente. Para VSC e PAF, os modos de fratura foram heterogêneos.

Passos et al. (2010) estudaram a durabilidade da união entre cimentos resinosos convencionais e autoadesivos em zircônia após dois tratamentos de condicionamento de superfície, limpeza com álcool ou silicatização e silanização. As cerâmicas foram cimentadas com quatro cimentos resinosos: Panavia F2.0, RelyX U100, Maxcem e Variolink II. Houve diferença entre o condicionamento da cerâmica, tipo de cimento e as condições de armazenamento. Os grupos condicionados com álcool tiveram os menores valores de resistência de união, que diminuíram ainda mais após o envelhecimento. Os grupos condicionados utilizando silicatização e silano apresentaram maior força de adesão, mesmo quando em processo de envelhecimento. A durabilidade da união, então, depende do tipo de cimento utilizado na cimentação.

Irie et al. (2010) avaliaram agentes de cimentação quanto à resistência de adesão, alteração dimensional e o módulo de flexão para, então, verificar sua influência ou não nas fendas interfaciais em restaurações *inlays*. Os resultados mostraram que para todas as restaurações *inlays*, polidas após inserção, a não-incidência de fendas foi de 69-88%. Para as amostras polidas, após um dia, houve uma redução significativa nesse número (91-96%). A resistência ao cisalhamento e o módulo flexural aumentaram significativamente após um dia de armazenagem. A maioria das falhas ocorridas no teste de cisalhamento foram mistas e coesivas. Foi observada, ainda, grande correlação entre a não-incidência de fendas interfaciais e resistência ao cisalhamento.

Liu et al. (2011) compararam um cimento autoadesivo com três cimentos resinosos convencionais, em relação à sorção de água, solubilidade e resistência de união ao microcisalhamento em cerâmica sob condições de sucessivos ciclos térmicos. O cimento autoadesivo teve mais absorção de água e maior solubilidade de que os cimentos resinosos convencionais. A resistência de união de todos os grupos foi reduzida significativamente pela ciclagem térmica. A resistência de união do cimento autoadesivo foi degradada quando submetida a até 10.000 ciclos. No entanto, estabilizou com nenhuma degradação significativa de 10.000 para 30.000 ciclos. Este comportamento foi

diferente nos cimentos resinosos convencionais. Após TC 30.000, a resistência de união do cimento autoadesivo não diferiu significativamente dos três cimentos convencionais.

## 2.3 TESTE DE MICROCISALHAMENTO

No teste de cisalhamento, a força é aplicada ao corpo na direção perpendicular ao seu eixo longitudinal.

Diversos testes laboratoriais podem ser utilizados para observar o desempenho dos materiais adesivos. Atualmente, os mais utilizados são os testes de resistência adesiva, entre eles os testes de tração, cisalhamento, microtração e microcisalhamento. O teste de união ao microcisalhamento, introduzido recentemente, foi desenvolvido como uma nova opção ao teste de microtração. O microcisalhamento é um tipo de teste que foi desenvolvido por Shimada e seu grupo e que possui algumas vantagens como, por exemplo, a facilidade na produção das amostras e melhor controle da área teste por meio da delimitação do diâmetro micrométrico (EL ZOHAIRY et al., 2003; MIRMOHAMMADL et al., 2010). O método Shimada tem utilizado a aplicação de uma força de cisalhamento através de um fino fio de aço inoxidável ortodôntico. Outros também usaram uma lâmina, como no cisalhamento como meio para aplicar a força (EL ZOHAIRY et al., 2003).

A resistência adesiva obtida por testes laboratoriais é denominada resistência nominal ou resistência média. Esse valor é calculado pela divisão da carga necessária para promover a fratura da adesão entre o substrato dental e o material restaurador e a área da seção transversal da interface adesiva. Como a força de fratura é dada por unidade de área, a dimensão desta área é de extrema importância. Baseados na teoria em que espécimes com áreas menores, aparentemente, contém menos defeitos, Griffith (1920) e Shimada, Kikushima e Tagami (2002) desenvolveram o teste de microcisalhamento. Esta metodologia consiste na adesão de cilindros de resina composta, com área de até 1mm, sobre a superfície a ser testada.

Uma das vantagens deste teste em relação ao teste de microtração é a ausência de procedimentos de corte ou desgaste após a realização da colagem, que podem afetar os resultados obtidos. Isso ainda torna o teste mais viável quando se tratar de materiais mais frágeis ou que apresentem menor resistência

adesiva (SHIMAOKA, 2011).

Com o objetivo de avaliar a precisão dos testes de microcisalhamento e microtração, El Zohairy et al. (2003) avaliaram a resistência de união de quatro adesivos ao esmalte. No teste de microtração, os resultados mostraram que a resistência adesiva foi dependente do teste realizado e o modo de falha predominante foi coesiva em esmalte. Já no teste de microcisalhamento, as falhas adesivas foram predominantes. Dessa forma, os autores concluíram que o teste de microcisalhamento mostrou-se mais preciso.

Em um estudo realizado por Shimaoka (2011), foi avaliada a influência da delimitação da área adesiva. Os resultados mostraram que quando a área adesiva foi delimitada, os valores de resistência adesiva foram inferiores aos valores de resistência adesiva em que não foi realizada a delimitação. Além disso, constatou-se que o extravasamento do adesivo pode gerar falsos valores.

Em um estudo realizado por Foong et al. (2006), avaliando variações na ponta utilizadas no teste de microcisalhamento, os autores comprovaram que o tamanho e o tipo da lâmina influencia nos valores de resistência de união.



### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a resistência de união adesiva entre discos de cerâmica usináveis reforçados por leucita e cimentadas com um cimento de condicionamento ácido total e dois tipos de cimentos autoadesivos. Considera-se a hipótese nula de que não há diferença de resistência de união entre os três cimentos testados à cerâmica.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste estudo envolvem:

- Avaliar diferentes cimentos na resistência de união à cerâmica reforçada por leucita;
- Verificar o modo de falha e classificá-las em coesiva, adesiva ou mista;
- Verificar se o envelhecimento com termociclagem afeta a resistência de união dos cimentos testados.



#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Quadro 1 - Materiais utilizados no estudo

Material	Marca Comercial	Composição
IPS Empress CAD	Ivoclar Vivadent	Cerâmica feldspática reforçada por cristais de leucita.
Ácido Fluorídrico à 10%	FGM Produtos Odontológicos	Ácido sulfúrico em solução Ácido fluorídrico em solução 2,5-10%; Etanol 2,5-10%.
Silano Monobond-S	Ivoclar Vivadent	Etanol, água e silano.
Filtek Z350XT	3M ESPE	Bis-GMA, bis-EMA, UDMA, TEGDMA; Sílica com tamanho de 20nm não-aglomeradas, zircônia com tamanho de 4-11nm não-aglomeradas e aglomerados, clusters, de partículas agregadas de zircônica/sílica (combinação de partículas de sílica com 20nm e Zircônia com 4-11 nm). A carga de partículas inorgânicas representa cerca de 78,5% em peso (63,3% por volume).
Cimento Resinoso de condicionamento ácido total RelyX ARC	3M ESPE	Bis-GMA, TEDGMA, polímero dimetacrilato, zircônia, sílica.
Cimento Resinoso Autoadesivo RelyX U100	3M ESPE	Pó de vidro, iniciador, sílica, pirimidina substituída, hidróxido de cálcio, composto de peróxido, pigmentos, estér fosfórico de metacrilato, dimetacrilato, acetato, estabilizador, iniciadores.
Cimento Resinoso Autoadesivo Maxcem Elite	Kerr Corp.	Monômeros Éster Metacrilato, minerais inertes, fluoreto de Ytterbium, ativadores, estabilizadores e corantes.

Figura 1 - Blocos da Cerâmica IPS Empress CAD



#### 4.1 PREPARAÇÃO DOS DISCOS DE CERÂMICA

Foram confeccionadas pastilhas cerâmicas a partir de blocos de cerâmica feldspática reforçados com leucita pré-fabricadas (IPS Empress CAD, Ivoclar Vivadent) e destinadas às restaurações do tipo CAD/CAM (Fig. 1).

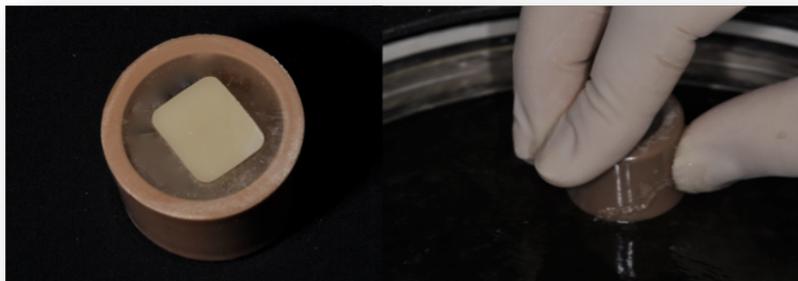
Os blocos foram adaptados a uma máquina de cortes de precisão (Isomet 1000 Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) utilizando um disco diamantado dupla-face. Os blocos foram cortados perpendicularmente ao seu longo eixo, com irrigação a uma velocidade de 200RPM e peso de 50g. Foram utilizados 5 blocos, cada bloco produziu 4 pastilhas de 3mm de espessura.

Para facilitar a manipulação, os discos cerâmicos foram incluídos em cilindros de PVC com resina acrílica auto-polimerizável. Os discos foram posicionados sobre uma fita dupla-face no centro de cilindros de PVC (Tigre, Brasil) e a resina acrílica auto-polimerizável foi vertida sobre os discos cerâmicos, preenchendo toda extensão do cilindro.

A superfície das pastilhas foi polida com lixas de Carbetto de silício sob refrigeração com a granulação em ordem decrescente

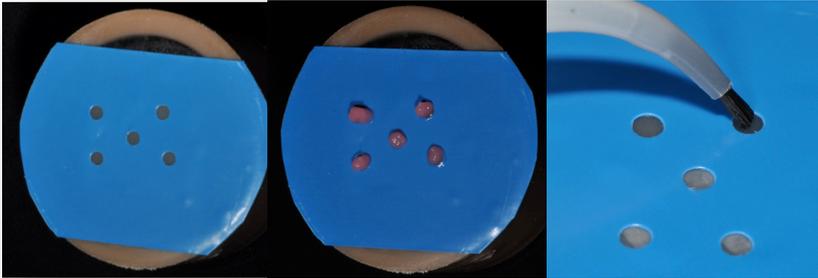
100, 400, 600 e 1200 em uma politriz (Panambra Struers DP-10, Panambra, São Paulo, Brasil), para a obtenção de uma superfície plana. Em seguida, as pastilhas foram limpas em um aparelho ultrassônico (Ultrasonic Cleaner 1440 D, Odontobrás, São Paulo, Brasil) em água destilada por 5 min e secas com jato de ar (Fig. 2).

Figura 2 – Superfície cerâmica após a inclusão e polimento com lixas de Carbetto de Silício na politriz



Sobre os discos, foi colocada uma fita dupla-face e ácido resistente, com cinco orifícios de diâmetro de 1mm, confeccionados com um perfurador de lençol de borracha para delimitar a área adesiva e evitar o extravasamento do agente de cimentação (Fig. 3).

Figura 3 - Delimitação da área adesiva, condicionamento com ácido fluorídrico 10% e aplicação do agente de união silano.



Para os grupos 1- 4, a superfície cerâmica foi condicionada com ácido fluorídrico 10%, durante 60s e, depois, removido com água corrente. Um banho ultrassônico foi realizado por 5 min em água destilada e secagem com jato de ar. Em seguida, foi feita a aplicação de um agente de união silano (Scotchbond Ceramic Primer, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) por 60 segundos e realizada a secagem com leve jato de ar.

## 4.2 CIMENTOS

Figura 4 - Cimentos Resinosos



Foram utilizados os seguintes cimentos autoadesivos: RelyX U100 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), Maxcem Elite (Kerr Corp) e como controle o cimento RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) (Fig. 4)

### 4.3 CONFECÇÃO DAS PEÇAS

Para simular a cimentação, foram confeccionadas 72 peças de resina composta Filtek Z350XT (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) em uma matriz metálica bipartida com diâmetro e altura de 1mm. A resina composta foi inserida em um incremento único, houve remoção dos excessos com uma lâmina de bisturi e, depois, foi colocada uma tira de poliéster e uma lamínula de vidro para planificação da superfície. A fotoativação foi realizada por 40s com o aparelho Flesh Lite (Discus, EUA) aferido com um radiômetro (Demetron/Kerr, Orange, California) com  $800 \text{ mW/cm}^2$  e os cilindros foram removidos da matriz.

Os cilindros de resina composta foram jateados com óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )  $40\mu\text{m}$ , lavados com jato de ar e água por 60s e, então, foi aplicado um agente de união silano (Monobond-S Ivoclar Vivadent) por 60s. A secagem foi realizada com jato de ar.

### 4.4 DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS

Os grupos foram divididos em de acordo com o cimento utilizado para cimentação ( $n=12$ ), seguindo as instruções do fabricante. No grupo 1 (IPS Empress CAD), o cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi manipulado com espátula de plástico em placa de vidro. O cimento foi aplicado nas peças de resina composta. Essas peças foram assentadas sobre as pastilhas de cerâmica. Após esse período, os excessos grosseiros de cimento resinoso foram removidos com pincéis descartáveis. A fotopolimerização foi feita por 40s. No grupo 2, foi utilizado o mesmo material, porém, os espécimes foram submetidos à 500 ciclos de termociclagem.

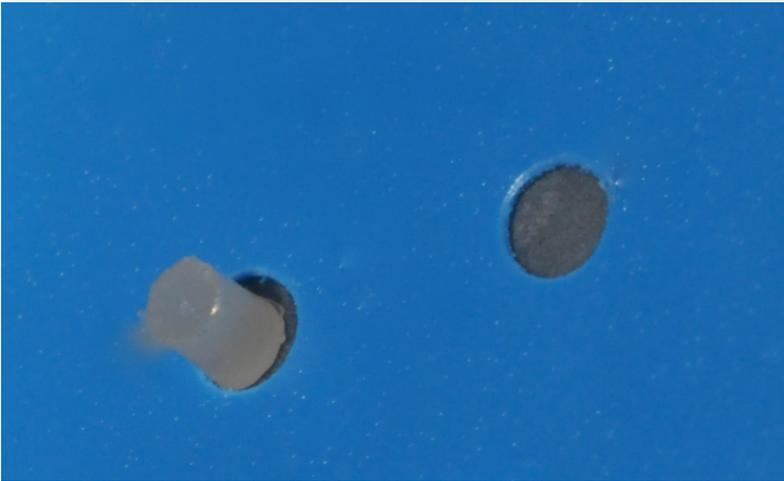
No grupo 3 (IPS Empress CAD) foi utilizado o cimento resinoso RelyX U100 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), manipulado em placa de vidro utilizando uma espátula de plástico. O cimento foi aplicado nas peças de resina composta. Essas peças foram assentadas sobre as pastilhas de cerâmica. Após esse período, os excessos grosseiros de cimento resinoso foram removidos com pincéis descartáveis. A fotopolimerização foi feita por 40s. No grupo 4, foi utilizado o mesmo material, porém, os espécimes foram submetidos à 500 ciclos de termociclagem.

No grupo 5 (IPS Empress CAD), o cimento Maxcem Elite

(Kerr Corp) foi misturado na própria ponta misturadora e aplicado sobre as peças de resina composta. Elas foram, então, assentadas sobre as pastilhas de cerâmica. Após esse período, os excessos grosseiros de cimento resinoso foram removidos com pincéis descartáveis. A fotopolimerização foi feita por 40s. No grupo 6, o mesmo cimento foi utilizado, porém, os espécimes foram submetidos à 500 ciclos de termociclagem.

Metade das amostras foi submetida ao teste de microcisalhamento após 15 minutos, tempo necessário para se realizar o processo de cimentação. (Fig. 5). O restante delas foi termociclada por 500 ciclos em água a 5°-55°C em uma máquina específica para essa finalidade (Ética Equipamento Científicos S/A, São Paulo, Brasil), pertencente ao Laboratório de Pesquisa do Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina. Os espécimes permaneceram 30s em cada banho com um tempo de transferência de 3s, perfazendo um ciclo em 66s.

Figura 5 - Cilindro de resina cimentado sobre a superfície cerâmica



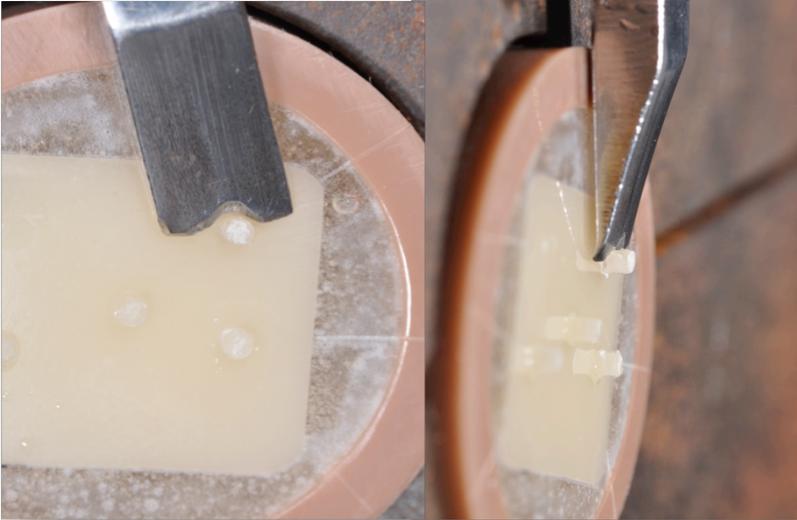
Quadro 2 - Divisão dos grupos

<b>Grupo</b>	<b>Material</b>	<b>Envelhecimento</b>
<b>G 1</b>	<b>RelyX CRA</b>	<b>Sem termociclagem</b>
<b>G 2</b>	<b>RelyX CRA</b>	<b>Com termociclagem</b>
<b>G 3</b>	<b>RelyX U100</b>	<b>Sem termociclagem</b>
<b>G 4</b>	<b>RelyX U100</b>	<b>Com termociclagem</b>
<b>G 5</b>	<b>Maxcem Elite</b>	<b>Sem termociclagem</b>
<b>G 6</b>	<b>Maxcem Elite</b>	<b>Com termociclagem</b>

#### 4.5 TESTE DE MICROCISALHAMENTO

No teste de microcislamento, os corpos de prova incluídos nos discos de PVC foram posicionados em um dispositivo metálico na parte inferior da máquina de testes de modo que a lâmina de aço ficasse mais paralela e mais próxima possível da área adesiva (Fig. 6). A lâmina de aço utilizada possui uma edentação, fazendo com que o contato com o corpo de prova contornasse a interface adesiva, melhorando a distribuição das tensões. A força de microcislamento foi aplicada a uma velocidade de 0,5mm/min usando uma célula de carga de 2KN até que ocorresse a falha. Os valores de falha de união da cerâmica com o material de cimentação foram anotados em Newton e convertidos a MegaPascal.

Figura 6 - Execução do teste de microcisalhamento



#### 4.6 ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA

O tipo de fratura foi determinado utilizando um microscópio óptico (Shimadzu, Brazil) com aumento de 40X e classificados em três modos:

- 1) Adesiva: na interface adesivo-cerâmica;
- 2) Mista: fratura que envolve a interface adesiva juntamente com um dos substratos;
- 3) Coesiva: envolve apenas um dos substratos.

#### 4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores de resistência adesiva foram calculados (MPa) e os testes realizados foram ANOVA-2 ( $\alpha=0,05$ ), cujas variáveis analisadas consideraram o tipo de cimento e a submissão ou não à termociclagem. O teste *post-hoc* Tukey-HSD foi usado para avaliar a diferença entre os grupos a um grau de significância de 5% no pacote estatístico MYSTAT 13.0.

## 5 RESULTADOS

A análise de variância ANOVA-2 ( $\alpha=0,05$ ), mostrou que há diferenças entre os grupos. O grupo que apresentou maior resistência de união quando submetido ao teste de microcisalhamento foi o cimento RelyX ARC com a termociclagem. Embora tenha ocorrido uma diferença numérica entre os grupos do cimento RelyX ARC com e sem termociclagem, esta diferença não foi significativa do ponto de vista estatístico. Em seguida vieram os grupos do cimento RelyX U100. Seus valores foram semelhantes, independentemente da execução ou não da termociclagem, e seus valores foram comparáveis ao grupo do cimento RelyX ARC sem termociclagem, mas, não puderam ser comparados com o cimento RelyX ARC com termociclagem.

Os grupos que utilizaram o cimento Maxcem Elite, tiveram os piores resultados, sendo que o grupo sem termociclagem teve valores de resistência de união significativamente menores que os grupos do cimento RelyX U100. Por sua vez, o grupo do cimento Maxcem Elite com a termociclagem teve valores significativamente mais baixos do que o grupo do cimento Maxcem Elite, sem termociclagem.

A comparação entre os cimentos, independente da termociclagem, foi feita por testes realizados com ANOVA-2 ( $\alpha=0,05$ ). O teste *post-hoc* Tukey-HSD foi usado para avaliar a diferença entre os cimentos distintos, a um grau de significância de 5% no pacote estatístico MYSTAT 13.0.

Teste ANOVA-2 ( $\alpha=0,05$ ) e *post-hoc* Tukey-HSD

Tabela 2 – Resultado do teste de microcisalhamento

Grupo	Mpa (Desvio Padrão)
G1	24,58 (7,83) ab
G2	30,12 (6,39) a
G3	22,78 (5,24) b
G4	22,58 (4,04) b
G5	10,43 (3,83) c
G6	0,00 (0,00) d

Gráfico 1 - Diferença entre os grupos

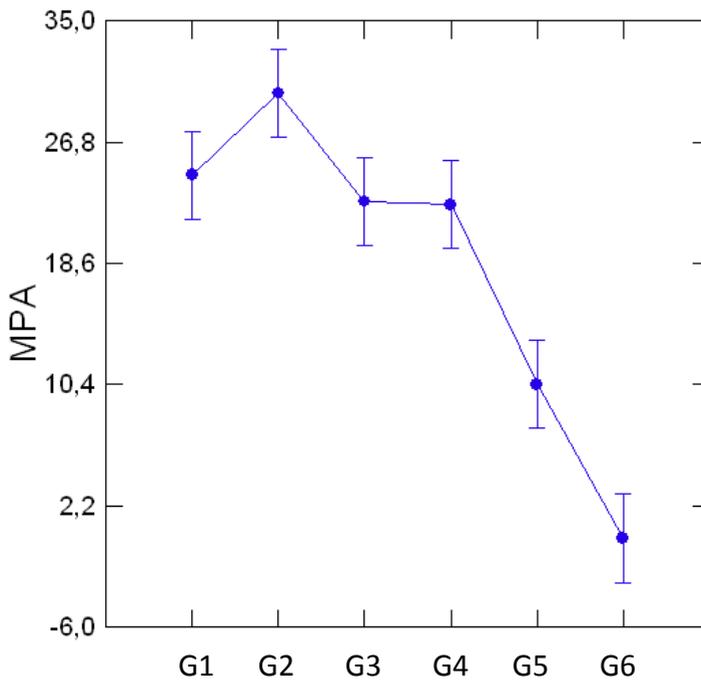
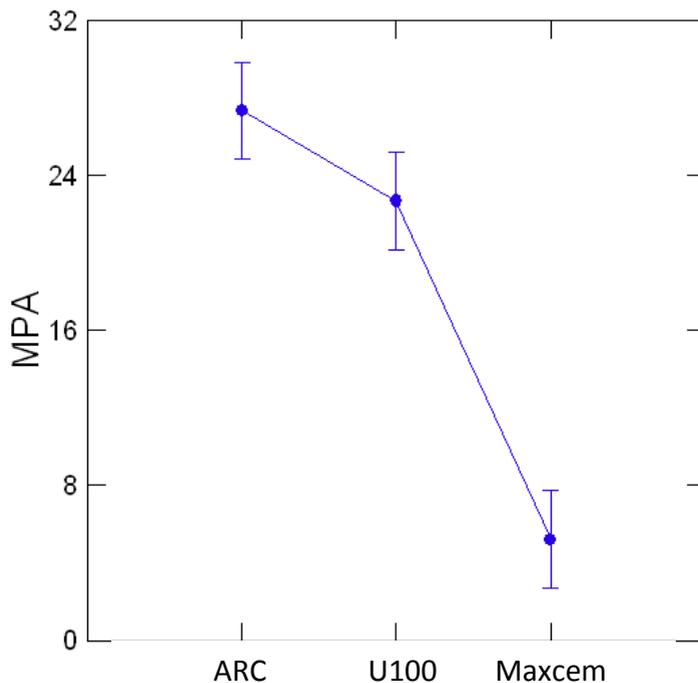
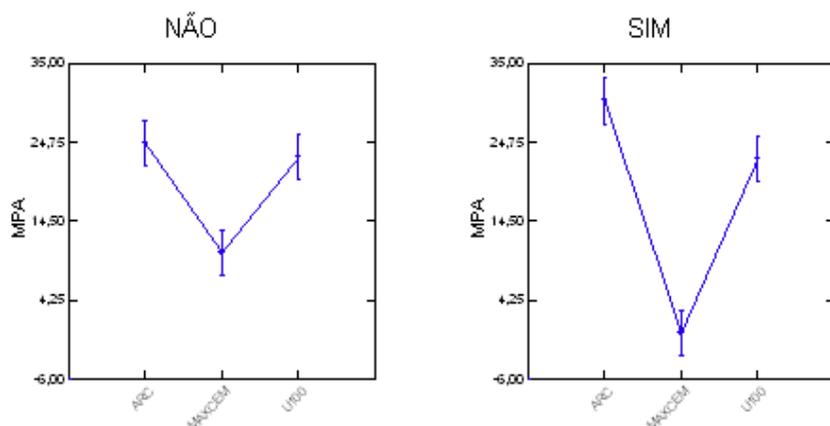


Gráfico 2 - Diferença entre os cimentos



Os resultados mostraram que o fator tipo de cimento, quando analisados separadamente mostrou diferenças estatísticas entre os grupos. O que obteve os maiores resultados foi o RelyX ARC, seguido do RelyX U100 e, por último, o cimento Maxcem Elite.

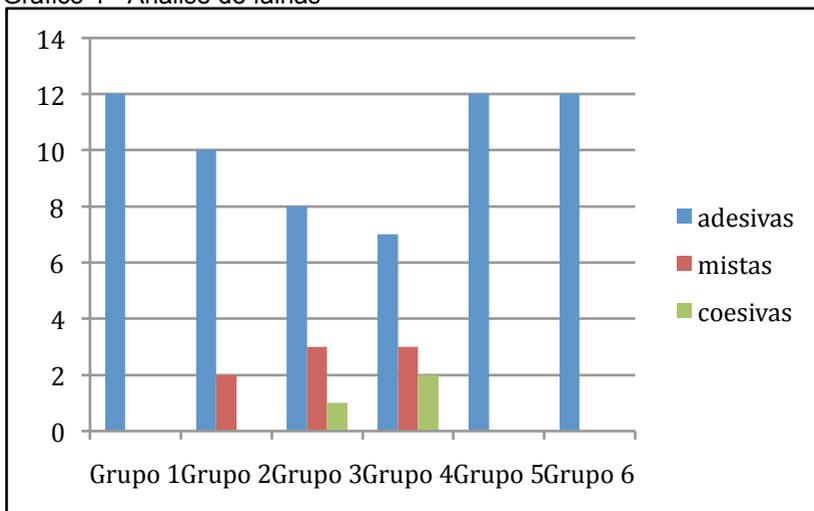
Gráfico 3 - Efeito da termociclagem sobre os cimentos



A termociclagem influenciou de forma negativa nos valores do cimento Maxcem Elite e de forma positiva para o cimento RelyX ARC. Para o cimento RelyX U100 a termociclagem não teve efeito significativo sobre os valores de resistência adesiva.

Na análise de falha pode-se observar que no grupo 1, todas as amostras tiveram falhas adesivas. No grupo 2, 83% das falhas foram adesivas e 17% foram mistas. No grupo 3, 66% das falhas foram adesivas, 25% foram mistas e 9% coesivas. No grupo 4, 58% foram adesivas, 25% foram mistas e 17% coesivas. No grupo 5 e 6, 100% das falhas foram adesivas, como mostra o gráfico 4 abaixo:

Gráfico 4 - Análise de falhas





## 6 DISCUSSÃO

Nesse estudo, avaliou-se a resistência de união de dois cimentos resinosos autoadesivos e um cimento resinoso convencional a uma cerâmica à base de leucita, sob teste de microcissalhamento.

Para se avaliar a resistência de união pode-se utilizar vários testes, porém, o teste de microcissalhamento possui algumas vantagens como: não necessita de cortes, tem-se melhor controle da área adesiva e as forças aplicadas são mais próximas da interface adesiva, que é a área a ser testada (EL ZOHAIRY et al., 2003; MIRMOHAMMADI et al., 2010).

Contudo, para se obter essas vantagens, alguns fatores são fundamentais na execução da metodologia como, por exemplo, a delimitação da área adesiva, uma vez que, para se obter os valores de resistência adesiva, é necessária uma unidade de área (PASHLEY et al., 1995). Por isso, é essencial que se faça a delimitação da área no teste de microcissalhamento. Em um estudo realizado por Shimaoka et al. (2011), quando a área adesiva foi delimitada, os valores de resistência adesiva foram inferiores àqueles em que não foi realizada a delimitação. Além disso, o extravasamento do adesivo pode gerar falsos valores.

Durante a confecção dos cilindros de resina foi utilizada uma matriz metálica bipartida, uma vez que, segundo Foong et al. (2006), quando utilizados tubos de polietileno durante a inserção de resina no tubo, ocorre uma incorporação de bolhas, o que deixa lacunas no espécime. Isso levou a uma falha prematura de um grande número de espécimes.

Outro fator a ser considerado é o tamanho da lâmina utilizada no teste de microcissalhamento. Nesse estudo foi utilizada uma lâmina de aço junto à interface adesiva. Esta lâmina possui uma edentação que, quando em contato com o espécime, contorna a interface adesiva, melhorando a distribuição das tensões. Foong et al. (2006), relata que o tamanho e tipo da lâmina influencia nos valores de resistência de união quando utilizado o teste de microcissalhamento.

O condicionamento de uma cerâmica vítrea reforçada por leucita com ácido fluorídrico, aumenta a rugosidade de superfície. Isso se deve à remoção da fase cristalina da leucita, o que cria superfícies mais porosas e irregulares, aumentando, assim, a área de superfície, produzindo retenções nas quais o cimento resinoso

tem a capacidade de penetrar promovendo uma união micromecânica (BARGHI *et al.*, 2006; BORGES *et al.*, 2003; DELLA BONA; ANUSAVICE, 2002; KUMBULOGLU, O *et al.*, 2005; REICH *et al.*, 2005). Os cimentos foram utilizados de acordo com as instruções do fabricante, por isso, para os grupos onde se utilizou o cimento Maxcem Elite, não foi realizado nenhum tipo de tratamento como condicionamento com ácido fluorídrico e silano. Para o cimento RelyX U100, o condicionamento com ácido fluorídrico, além de promover retenções micromecânicas, promove um aumento das interações físicas que ocorrem entre as moléculas de ácido fosfórico, presente na composição do cimento e dos grupamentos hidroxílicos presentes da superfície cerâmica (MALTA *et al.*, 2010; PIWOWARCZYK *et al.*, 2004; REICH *et al.*, 2005). Justificando assim, o condicionamento com ácido fluorídrico por 60s, previamete à utilização do cimento RelyX U100 e RelyX ARC.

Além disso, nos grupos em que se utilizou os cimentos RelyX ARC e RelyX U100, foi aplicado um agente de ligação silano que através de grupos funcionais pode criar ligações covalentes com a cerâmica e o cimento resinoso. Ambos ainda têm a capacidade de aumentar a hidrofobicidade da superfície da cerâmica, permitindo, assim, uma melhor molhabilidade do cimento resinoso (KUMBULOGLU *et al.*, 2005; PISANI-PROENÇA *et al.*, 2006).

No entanto, a grande vantagem dos cimentos resinosos autoadesivos é a simplicidade da técnica pela redução de passos, como consequência redução do tempo clínico do cirurgião dentista (ABO-HAMAR *et al.*, 2005; MUNCK, DE *et al.*, 2004; PIWOWARCZYK *et al.*, 2004; YANG, B. P. *et al.*, 2006). Por esses fatores, alguns fabricantes sugerem que nem mesmo a superfície cerâmica necessite de tratamento prévio com ácido fluorídrico e silano. Um exemplo deles é o cimento Maxcem Elite, utilizado em nosso estudo.

Dessa forma, os baixos valores de resistência de união do cimento Maxcem Elite podem ter sido influenciados pelo tratamento da superfície cerâmica que, para os objetivos desse estudo, consistiu somente na limpeza com banho ultrassônico, seguindo as recomendações do fabricante.

A termociclagem é comumente utilizada para simular as condições do ambiente oral, que ocorrem durante hábitos alimentares como comer alimentos ou beber líquidos muito

quentes ou excessivamente frios. Segundo a ISO 11450 TR (norma de 1994), para se testar a estabilidade térmica de um material, são necessários 500 ciclos térmicos em água com temperatura variando entre 5°C e 55°C (GALE; DARVELL, 1999; MAZZITELLI; MONTICELLI; TOLEDANO; *et al.*, 2011; MENG *et al.*, 2008)

Nesse estudo, o teste de microcisalhamento foi realizado 15min após o procedimento de cimentação e após 500 ciclos de termociclagem com temperatura variando entre 5°C e 55°C. Para o cimento RelyX U100, a termociclagem não influenciou nos valores de resistência adesiva, esses resultados estão de acordo com PIWOWARCZYK *et al.*, (2004) no qual os resultados mostraram que após a termociclagem, somente o cimento autoadesivo (RelyX Unicem) e os cimentos resinosos (Panavia F e Compolute) apresentaram resistência adesiva suficiente para cimentação cerâmica.

A hipótese nula de que a resistência de união ao teste de microcisalhamento não difere entre os três agentes cimentantes foi rejeitada. Os resultados mostraram que o cimento resinoso RelyX ARC, após a termociclagem, obteve valores estatisticamente superiores ao cimento RelyX U100 antes e após a termociclagem. Os cimentos RelyX U100 e RelyX ARC tiveram valores mais altos de resistência de união do que o cimento Maxcem Elite.

Os valores de resistência de união, para o cimento RelyX ARC, foram mais altos após a termociclagem. Esse fator pode ser explicado pela polimerização do material, pois o estresse térmico sofrido durante a termociclagem pode promover uma maior conversão de monômeros em polímeros. Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo realizado por Meng *et al.* (2008), em que a termociclagem não influenciou os valores de resistência de união e nos estudos realizados por Mazzitelli *et al.* (2011), os maiores valores de resistência de união foram registrados após a termociclagem.

Já para o cimento Maxcem Elite, nenhum espécime pode ser avaliado, devido à falha precoce dos espécimes durante o procedimento de termociclagem. O mesmo aconteceu em um estudo realizado por Passos *et al.* (2010), em que 100% dos espécimes cimentados com o cimento Maxcem em zircônia, descolaram após termociclagem. Condizendo também com o

estudo realizado por Piwowarczyk et al. (2007) e Liu et al. (2011) em que a termociclagem afetou negativamente a resistência adesiva dos cimentos testados. Quando testado 15 min após a cimentação o cimento Maxcem Elite também obteve os menores valores de resistência de união, concordando com Luhrs et al. (2010) que avaliaram a resistência adesiva de diferentes cimentos autoadesivos numa cerâmica à base de dissilicato de lítio e ao esmalte e dentina e o cimento Maxcem Elite teve valores inferiores ao cimento RelyX U100 e um cimento de condicionamento ácido total.

O cimento resinoso RelyX ARC, após a termociclagem, obteve os maiores valores de resistência de união. Isso pode ser explicado pela taxa de conversão dos cimentos de condicionamento ácido total, que é superior a dos cimentos autoadesivos (KUMBULOGLU, OVUL *et al.*, 2004; MORAES *et al.*, 2011). Nossos resultados estão de acordo com Escribano e Macorra (2006), no qual eles comparam a resistência de união de cimentos autocondicionantes – Multilink System e Panavia F – e um cimento autoadesivo – RelyX Unicem – com discos de cerâmica, os resultados mostraram que o Panavia F obteve os maiores valores de união, seguido pelo sistema Multilink e o cimento RelyX Unicem obteve os menores valores. Luhrs et al. (2010) também obteve valores mais altos de resistência de união utilizando um cimento de condicionamento ácido total.

Contrariamente, em um estudo realizado por Flury et al. (2010) que compararam a resistência de união entre cerâmica e dentina utilizando 5 cimentos resinosos, o cimento RelyX Unicem teve os melhores resultados quando comparado aos demais.

O ensaio de microcisalhamento realizado no presente estudo mostrou-se efetivo, haja vista que a maioria das falhas ocorreu, predominantemente, na região adesiva, mostrando que a distribuição das tensões foi uniforme.

Fundamentado nos resultados desse estudo, podemos concluir que a resistência adesiva à cerâmica à base de leucita é dependente do processo de cimentação. O tratamento da superfície cerâmica por meio do condicionamento com ácido hidrofúorídrico e agente silano, atingiu os maiores valores de resistência de união e o envelhecimento com termociclagem influenciou positivamente os valores do cimento RelyX ARC, embora não tenha influenciado na resistência dos demais cimentos.

## **7 CONCLUSÕES**

1 – Nas condições testadas, os cimentos autoadesivos não são tão eficientes quanto a resistência de união como os cimentos de condicionamento ácido total.

2 – A termociclagem não interferiu nos valores adesivos do cimento autoadesivo RelyX U100 e interferiu negativamente nos valores de união do cimento Maxcem Elite.



## REFERÊNCIAS

- ABO-HAMAR, S. E.; HILLER, K.-A.; JUNG, H. *et al.* Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. **Clinical Oral Investigations**, v. 9, n. 3, p. 161-167, set 2005.
- AL-SALEH, M.; EL-MOWAFY, O.; TAM, L.; FENTON, A. Microleakage of posterior composite restorations lined with self-adhesive resin cements. **Operative Dentistry**, v. 35, n. 5, p. 556-563, out 2010.
- ALMEIDA E SILVA, J. S.; BARATIERI, L. N.; ARAUJO, E.; WIDMER, N. Dental erosion: understanding this pervasive condition. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 23, n. 4, p. 205-216, ago 2011.
- ANUSAVICE, K.J. Phillips' Materiais Dentários, Décima edição, ed., translated by E.J.L. Moreira, GR Alvares, RL Bastos, RS Reis, **Editora Guanabara Koogan SA** - Rio de Janeiro, p. 1-412, 1998.
- BARGHI, N.; FISCHER, D. E.; VATANI, L. Effects of porcelain leucite content, types of etchants, and etching time on porcelain-composite bond. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 18, n. 1, p. 47-52; discussion 53, 2006.
- BEHR, M.; ROSENTRITT, M.; WIMMER, J. *et al.* Self-adhesive resin cement versus zinc phosphate luting material: a prospective clinical trial begun 2003. **Dental Materials**, v. 25, n. 5, p. 601-604, maio 2009.
- BORGES, G. A.; SOPHR, A. M.; GOES, M. F. DE; SOBRINHO, L. C.; CHAN, D. C. N. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 89, n. 5, p. 479-488, maio 2003.
- BRUNZEL, S.; YANG, B.; WOLFART, S.; KERN, M. Tensile bond strength of a so-called self-adhesive luting resin cement to dentin. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 12, n. 2, p. 143-150, abr 2010.
- CANTORO, A.; GORACCI, C.; CARVALHO, C. A.; CONIGLIO, I.; FERRARI, M. Bonding potential of self-adhesive luting agents used at different temperatures to lute composite onlays. **Journal of Dentistry**, v. 37, n. 6, p. 454-461, jun 2009.
- DELLA BONA, A.; ANUSAVICE, K. J. Microstructure, composition, and etching topography of dental ceramics. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 15, n. 2, p. 159-167, abr 2002.
- DELLA BONA, A. **Adesão às cerâmicas: evidências científicas para o**

- uso clínico.** 1. ed. [S.I.]: São Paulo: Artes Médicas, 2009. v. 1.
- EL ZOHAIRY, A. A.; GEE, A. J. DE; MOHSEN, M. M.; FEILZER, A. J. Microtensile bond strength testing of luting cements to prefabricated CAD/CAM ceramic and composite blocks. **Dental Materials**, v. 19, n. 7, p. 575-583, nov 2003.
- ESCRIBANO, N.; MACORRA, J. C. DE LA. Microtensile bond strength of self-adhesive luting cements to ceramic. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 8, n. 5, p. 337-341, out 2006.
- FERRACANE, J. L.; STANSBURY, J. W.; BURKE, F. J. T. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 38, n. 4, p. 295-314, abr 2011.
- FLURY, S.; LUSSI, A.; PEUTZFELDT, A.; ZIMMERLI, B. Push-out bond strength of CAD/CAM-ceramic luted to dentin with self-adhesive resin cements. **Dental Materials**, v. 26, n. 9, p. 855-863, set 2010.
- FOONG, J.; LEE, K.; NGUYEN, C. *et al.* Comparison of microshear bond strengths of four self-etching bonding systems to enamel using two test methods. **Australian Dental Journal**, v. 51, n. 3, p. 252-257, set 2006.
- GALE, M. S.; DARVELL, B. W. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. **Journal of Dentistry**, v. 27, n. 2, p. 89-99, fev 1999.
- GHILARDI, M. A.; LOPES, G. C. Facetas de porcelana em incisivos laterais conóides: A importância da temporização no planejamento. *Clínica - Internacional Journal of Brazilian Dentistry*, v. 5, n. 3, p.328-332, jul/set 2009.
- HIRAISHI, N.; YIU, C K Y; KING, N M; TAY, F R. Effect of 2% chlorhexidine on dentin microtensile bond strengths and nanoleakage of luting cements. **Journal of Dentistry**, v. 37, n. 6, p. 440-448, jun 2009.
- HOLDEREGGER, C.; SAILER, I.; SCHUHMACHER, C. *et al.* Shear bond strength of resin cements to human dentin. **Dental Materials**, v. 24, n. 7, p. 944-950, jul 2008.
- IBARRA, G.; JOHNSON, G. H.; GEURTSSEN, WERNER; VARGAS, M. A. Microleakage of porcelain veneer restorations bonded to enamel and dentin with a new self-adhesive resin-based dental cement. **Dental Materials**, v. 23, n. 2, p. 218-225, fev 2007.
- IRIE, M.; MARUO, Y.; NISHIGAWA, G.; SUZUKI, K.; WATTS, D. C. Physical properties of dual-cured luting-agents correlated to

- early no interfacial-gap incidence with composite inlay restorations. **Dental Materials**, v. 26, n. 6, p. 608-615, jun 2010.
- KELLY, J.; BENETTI, P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. **Australian Dental Journal**, v. 56, p. 84-96, jun 2011.
- KITZMÜLLER, K.; GRAF, A.; WATTS, D.; SCHEDULE, A. Setting kinetics and shrinkage of self-adhesive resin cements depend on cure-mode and temperature. **Dental Materials**, v. 27, n. 6, p. 544-551, jun 2011.
- KUMBULOGLU, O; LASSILA, L V J; USER, A; TOKSAVUL, S.; VALLITTU, P K. Shear bond strength of composite resin cements to lithium disilicate ceramics. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 32, n. 2, p. 128-133, fev 2005.
- KUMBULOGLU, OVUL; LASSILA, LIPPO V J; USER, ATILLA; VALLITTU, PEKKA K. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 17, n. 3, p. 357-363, jun 2004.
- KWONG, S. M.; CHEUNG, G. S. P.; KEI, L. H. *et al.* Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. **Dental Materials**, v. 18, n. 5, p. 359-369, jul 2002.
- LIN, J.; SHINYA, AKIKAZU; GOMI, H.; SHINYA, AKIYOSHI. Bonding of self-adhesive resin cements to enamel using different surface treatments: bond strength and etching pattern evaluations. **Dental Materials Journal**, v. 29, n. 4, p. 425-432, 7 ago 2010.
- LIU, Q.; MENG, X.; YOSHIDA, K.; LUO, X. Bond degradation behavior of self-adhesive cement and conventional resin cements bonded to silanized ceramic. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 105, n. 3, p. 177-184, mar 2011.
- LÜHRS, A.-K.; GUHR, S.; GÜNAY, H.; GEURTSSEN, W. Shear bond strength of self-adhesive resins compared to resin cements with etch and rinse adhesives to enamel and dentin in vitro. **Clinical Oral Investigations**, v. 14, n. 2, p. 193-199, abr 2010.
- MACEDO, V. C.; FARIA E SILVA, A. L.; MARTINS, L. R. M. Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 9, p. 1543-1546, set 2010.
- MAKISHI, P.; SHIMADA, Y.; SADR, A. *et al.* Nanoleakage expression and microshear bond strength in the resin

- cement/dentin interface. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 12, n. 5, p. 393-401, out 2010.
- MALTA, D. A. M. P.; VIEIRA, L. C. C.; MAIA, H. P.; LOPES, G. C. Cimentos auto-adesivos: Revisão de literatura ilustrada com caso clínico. **Clínica – Int J Brazilian Dent**, v. 6, n. 2, p.202-209, abr./jul. 2010.
- MAZZITELLI, C.; MONTICELLI, F.; OSORIO, R. *et al.* Effect of simulated pulpal pressure on self-adhesive cements bonding to dentin. **Dental Materials**, v. 24, n. 9, p. 1156-1163, set 2008.
- MAZZITELLI, C.; MONTICELLI, F.; TOLEDANO, M.; FERRARI, M.; OSORIO, R. Effect of thermal cycling on the bond strength of self-adhesive cements to fiber posts. **Clinical Oral Investigations**, 14 jun 2011.
- MENDES, L. C.; MATOS, I. C.; MIRANDA, M. S.; BENZI, M. R. Dual-curing, self-adhesive resin cement: influence of the polymerization modes on the degree of conversion and microhardness. **Dental Materials Research**, v. 13, p. 171-176, jun 2010.
- MENG, X.; YOSHIDA, K.; ATSUTA, M. Microshear bond strength of resin bonding systems to machinable ceramic with different surface treatments. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 10, n. 3, p. 189-196, jun 2008.
- MIRMOHAMMADI, H.; ABOUSHELIB, M. N.; SALAMEH, Z.; KLEVERLAAN, C. J.; FEILZER, A. J. Influence of enzymatic and chemical degradation on zirconia resin bond strength after different surface treatments. **American Journal of Dentistry**, v. 23, n. 6, p. 327-330, dez 2010.
- MORAES, R.; BOSCATO, N.; JARDIM, P.; SCHNEIDER, L. Dual and Self-curing Potential of Self-adhesive Resin Cements as Thin Films. **Operative Dentistry**, v. 36, n. 6, p. 635-642, dez 2011.
- MUNCK, J. DE; VARGAS, M.; LANDUYT, K. VAN; *et al.* Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. **Dental Materials**, v. 20, n. 10, p. 963-971, dez 2004.
- MUNCK, J. DE; VARGAS, M.; LANDUYT, K. VAN; *et al.* Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. **Dental Materials**, v. 20, n. 10, p. 963-971, dez 2004.
- MUNCK, J. DE; VARGAS, M.; LANDUYT, K. VAN; *et al.* Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. **Dental Materials**, v. 20, n. 10, p. 963-971, dez 2004.

- OZCAN, M.; VALLITTU, PEKKA K. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. **Dental Materials**, v. 19, n. 8, p. 725-731, dez 2003.
- PASHLEY, D. H.; SANO, H.; CIUCCHI, B.; YOSHIYAMA, M.; CARVALHO, R. M. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. **Dental Materials**, v. 11, n. 2, p. 117-125, mar 1995.
- PASSOS, S. P.; MAY, L. G.; BARCA, D. C. *et al.* Adhesive quality of self-adhesive and conventional adhesive resin cement to Y-TZP ceramic before and after aging conditions. **Operative Dentistry**, v. 35, n. 6, p. 689-696, dez 2010.
- PEERZADA, F.; YIU, CYNTHIA KAR YUNG; HIRAISHI, NORIKO; TAY, FRANKLIN RUSSELL; KING, NIGEL MARTYN. Effect of surface preparation on bond strength of resin luting cements to dentin. **Operative Dentistry**, v. 35, n. 6, p. 624-633, dez 2010.
- PISANI-PROENCA, J.; ERHARDT, M. C. G.; VALANDRO, L. F. *et al.* Influence of ceramic surface conditioning and resin cements on microtensile bond strength to a glass ceramic. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 96, n. 6, p. 412-417, dez 2006.
- PIWOWARCZYK, A.; LAUER, H.-C.; SORENSEN, J. A. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 92, n. 3, p. 265-273, set 2004.
- PIWOWARCZYK, A.; BENDER, R.; OTTL, P.; LAUER, H.-C. Long-term bond between dual-polymerizing cementing agents and human hard dental tissue. **Dental Materials**, v. 23, n. 2, p. 211-217, fev 2007.
- RADOVIC, I.; MONTICELLI, F.; GORACCI, C.; VULICEVIC, Z. R.; FERRARI, M. Self-adhesive resin cements: a literature review. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 10, n. 4, p. 251-258, ago 2008.
- REICH, S. M.; WICHMANN, M.; FRANKENBERGER, R.; ZAJC, D. Effect of surface treatment on the shear bond strength of three resin cements to a machinable feldspathic ceramic. **Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials**, v. 74, n. 2, p. 740-746, ago 2005.
- SARR, M.; MINE, A.; MUNCK, J. DE; *et al.* Immediate bonding effectiveness of contemporary composite cements to dentin. **Clinical Oral Investigations**, v. 14, n. 5, p. 569-577, out 2010.
- SHIMAOKA, A. M.; ANDRADE, A. P. DE; CARDOSO, MARCIO V.; CARVALHO, R. C. DE. The importance of adhesive area delimitation in a microshear bond strength experimental design.

**The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 13, n. 4, p. 307-314, ago 2011.

SHINKAI, K.; TAIRA, Y.; SUZUKI, M. *et al.* Dentin bond strength of a new adhesive system containing calcium phosphate experimentally developed for direct pulp capping. **Dental Materials Journal**, v. 28, n. 6, p. 743-749, nov 2009.

TORRES, C. R. G.; PINTO, L. Q.; LEONEL, A. G. *et al.* Interaction between total-etch and self-etch adhesives and conventional and self-adhesive resin cements. **Brazilian Journal Oral Sciences**. v.6, n.22, p.:1376-1382, July-Sept 2007.

VAN NOORT, R. Introdução aos materiais dentários. Tradução 2 ed. **Editora Artes Médicas** – Porto Alegre, 2004.

VIOTTI, R. G.; KASAZ, A.; PENA, C. E. *et al.* Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 102, n. 5, p. 306-312, nov 2009.

YANG, B. P.; DAS, S.; YANG, C. W.; COZZENS, J. W. Images in neuro-oncology. Selective invasion of the anterior commissure in glioblastoma multiforme. **Journal of Neuro-Oncology**, v. 80, n. 3, p. 275-276, dez 2006.

ZICARI, F.; COUTHINO, E.; MUNCK, J. DE; *et al.* Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. **Dental Materials**, v. 24, n. 7, p. 967-977, jul 2008.

## APÊNDICE A – Tabela de Resultados

## G1 - RelyX ARC sem termociclagem

Espécime	Área (mm <sup>2</sup> )	Peak Break (KN)	Peak Break (N)	Resistência (MPa)	Falha
1	1,0	0,0292	29,20	29,200	Adesiva
2	1,0	0,0268	26,80	26,800	Adesiva
3	1,0	0,0190	19,00	19,000	Adesiva
4	1,0	0,0274	27,40	27,400	Adesiva
5	1,0	0,0147	14,70	14,700	Adesiva
6	1,0	0,0119	11,90	11,900	Adesiva
7	1,0	0,0121	12,10	12,100	Adesiva
8	1,0	0,0302	30,20	30,200	Adesiva
9	1,0	0,0318	31,80	31,800	Adesiva
10	1,0	0,0299	29,90	29,900	Adesiva
11	1,0	0,0312	31,20	31,200	Adesiva
12	1,0	0,0308	30,80	30,800	Adesiva

## G2 - RelyX ARC com termociclagem

Espécime	Área (mm <sup>2</sup> )	Peak Break (KN)	Peak Break (N)	Resistência (MPa)	Falha
1	1,0	0,0291	29,10	29,100	Adesiva
2	1,0	0,0255	25,50	25,500	Adesiva
3	1,0	0,0251	25,10	25,100	Adesiva
4	1,0	0,0375	37,50	37,500	Adesiva
5	1,0	0,0389	38,90	38,900	Adesiva
6	1,0	0,0292	29,20	29,200	Adesiva
7	1,0	0,0312	31,20	31,200	Adesiva
8	1,0	0,0412	41,20	41,200	Mista
9	1,0	0,0288	28,20	28,200	Adesiva
10	1,0	0,0255	25,50	25,500	Adesiva
11	1,0	0,0303	30,30	30,300	Adesiva
12	1,0	0,0191	19,10	19,100	Adesiva

## G3 - RelyX U100 sem termociclagem

Espécime	Área (mm <sup>2</sup> )	Peak Break (KN)	Peak Break (N)	Resistência (MPa)	Falha
1	1,0	0,0161	16,10	16,100	Adesiva
2	1,0	0,0316	31,60	31,600	Coesiva
3	1,0	0,0274	27,40	27,400	Adesiva
4	1,0	0,0229	22,90	22,900	Adesiva
5	1,0	0,0212	21,20	21,200	Mista
6	1,0	0,0191	19,10	19,100	Adesiva
7	1,0	0,0274	27,40	27,400	Mista
8	1,0	0,0287	28,70	28,700	Adesiva
9	1,0	0,0178	17,80	17,800	Adesiva
10	1,0	0,0164	16,40	16,400	Mista
11	1,0	0,0256	25,60	25,600	Adesiva
12	1,0	0,0192	19,20	19,200	Adesiva

## G4 - RelyX U100 com termociclagem

Espécime	Área (mm <sup>2</sup> )	Peak Break (KN)	Peak Break (N)	Resistência (MPa)	Falha
1	1,0	0,0146	14,60	14,600	Adesiva
2	1,0	0,0224	22,40	22,400	Adesiva
3	1,0	0,0273	27,30	27,300	Mista
4	1,0	0,0242	24,20	24,200	Adesiva
5	1,0	0,0201	20,10	20,100	Mista
6	1,0	0,0274	27,40	27,400	Adesiva
7	1,0	0,0206	20,60	20,600	Adesiva
8	1,0	0,0266	26,60	26,600	Adesiva
9	1,0	0,0182	18,20	18,200	Mista
10	1,0	0,0269	26,90	26,900	Adesiva
11	1,0	0,0209	20,90	20,900	Adesiva
12	1,0	0,0218	21,80	21,800	Coesiva

## G5 – Maxcem Elite sem termociclagem

Espécime	Área (mm <sup>2</sup> )	Peak Break (KN)	Peak Break (N)	Resistência (MPa)	Falha
1	1,0	0,0080	8,00	8,000	Adesiva
2	1,0	0,0089	8,90	8,900	Adesiva
3	1,0	0,0068	6,80	6,800	Adesiva
4	1,0	0,0106	10,60	10,600	Adesiva
5	1,0	0,0056	5,60	5,600	Adesiva
6	1,0	0,0091	9,10	9,100	Adesiva
7	1,0	0,0102	10,20	10,200	Adesiva
8	1,0	0,0169	16,90	16,900	Adesiva
9	1,0	0,0168	16,80	16,800	Adesiva
10	1,0	0,0130	13,00	13,000	Adesiva
11	1,0	0,0062	6,20	6,200	Adesiva
12	1,0	0,0131	13,10	13,100	Adesiva

## G5 – Maxcem Elite com termociclagem

Espécime	Área (mm <sup>2</sup> )	Peak Break (KN)	Peak Break (N)	Resistência (MPa)	Falha
1	1,0	0,000	0,00	0,000	Prematura
2	1,0	0,000	0,00	0,000	Prematura
3	1,0	0,000	0,00	0,000	Prematura
4	1,0	0,000	0,00	0,000	Prematura
5	1,0	0,000	0,00	0,000	Prematura
6	1,0	0,000	0,00	0,000	Prematura
7	1,0	0,000	0,00	0,000	Prematura
8	1,0	0,000	0,00	0,000	Prematura
9	1,0	0,000	0,00	0,000	Prematura
10	1,0	0,000	0,00	0,000	Prematura
11	1,0	0,000	0,00	0,000	Prematura
12	1,0	0,000	0,00	0,000	Prematura