



Universidade Norte do Paraná

UNOPAR

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

TÂNIA CHRISTINA SIMÕES

**O EFEITO DO TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE DA DENTINA
RADICULAR NA ADESÃO DE PINO DE FIBRA DE VIDRO
COM CIMENTO RESINOSO AUTOADESIVO**

Londrina
2012

TÂNIA CHRISTINA SIMÕES

**O EFEITO DO TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE DA DENTINA
RADICULAR NA ADESÃO DE PINO DE FIBRA DE VIDRO
COM CIMENTO RESINOSO AUTOADESIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, na área de concentração em Dentística Preventiva e Restauradora.

Orientadora: Prof^ª. Sandra Kiss Moura.

Londrina
2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de catalogação-na-publicação
Universidade Norte do Paraná
Biblioteca Central
Setor de Tratamento da Informação

S617e Simões, Tânia Christina.
O efeito do tratamento da superfície da dentina radicular na adesão de pino de fibra de vidro com cimento resinoso autoadesivo / Tânia Christina Simões. Londrina: [s.n], 2012.
xv; 57p.

Dissertação (Mestrado). Odontologia. Dentística Preventiva e Restauradora. Universidade Norte do Paraná.
Orientadora: Profa. Dra. Sandra Kiss Moura

1- Odontologia - dissertação de mestrado - UNOPAR 2- Dentina 3- Pinos dentários 4- Resistência ao cisalhamento I- Moura, Sandra Kiss, orient. II- Universidade Norte do Paraná.

CDU 616.314-089.27/.28

TÂNIA CHRISTINA SIMÕES

**O EFEITO DO TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE DA DENTINA
RADICULAR NA ADESÃO DE PINO DE FIBRA DE VIDRO
COM CIMENTO RESINOSO AUTOADESIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, no Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, com nota final igual a _____, conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

Prof^a. Dr^a Sandra Kiss Moura
Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Rodrigo Varella de Carvalho
Universidade Norte do Paraná

Profa Dr^a Carla Castiglia Gonzaga
Universidade Positivo

Londrina, 14 de Dezembro de 2012.

Dedico este trabalho à minha filha Beatriz, ao meu marido André e a todos os meus familiares e amigos pelos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus, pelas nossas vidas e especialmente por esta conquista.

Aos meus pais, Eurípedes Simões (in memoriam) e Olinda Maciel Simões por me ensinarem a lutar pelos meus objetivos com dignidade e honestidade.

À minha família, pela confiança e motivação e pelo apoio recebido em todas as fases deste trabalho.

À Professora Sandra Kiss Moura, orientadora e braço amigo de todas as etapas deste trabalho.

À Pró-reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Norte do Paraná, representada pelo Prof Dr Hélio Hiroshi Suguimoto.

Ao Coordenador do programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Odontologia da UNOPAR, Professor Alcides Gonini Júnior, amigo de longa data e colega de profissão.

À banca examinadora pela avaliação deste trabalho e pelas considerações feitas para complementá-lo.

Aos professores e colegas do curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

À minha nova amiga e parceira Andrezza Astafieff Ozzelin pelo apoio e carinho recebido em todas as etapas do curso.

Ao colega de profissão Wagner Alberto Madalozzo Torres pela valiosa contribuição durante a fase experimental deste trabalho, com a realização dos tratamentos endodônticos.

Aos amigos Carlos Alexandre Bertoncelo e Fabiano Paiva Vieira que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

À bibliotecária Fernanda Serrano que com muita boa vontade me ajudou na busca por material didático e na formatação do presente estudo.

Às empresas Ângelus e 3M ESPE, indústrias de produtos odontológicos pela doação dos materiais essenciais para a realização deste trabalho

de pesquisa.

Aos que não impediram a finalização deste estudo.

Muito Obrigada!

“Mas onde eu deveria **Começar**?
O Mundo é tão vasto, começarei com meu
País, que é que eu conheço melhor.
Meu País, porém é tão grande, seria melhor
começar com minha **Cidade**.
Mas a minha Cidade também é grande, seria
melhor eu começar com minha **Rua**.
Não: minha **Casa**, não: minha **Família**, não
importa, começarei **Comigo mesmo**.”

Elie Wiesel

SIMÕES, Tânia Christina. **O efeito do tratamento da superfície da dentina radicular na adesão de pino de fibra de vidro com cimento resinoso autoadesivo.** 2012. 57. Dissertação para o curso de Mestrado em Odontologia – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2012.

RESUMO

O cimento resinoso autoadesivo foi concebido para interagir com o substrato dentinário por meio de tratamento adicional mínimo à dentina. O objetivo deste estudo foi avaliar “in vitro” o efeito do tratamento da superfície dentinária na adesão de pino de fibra de vidro com cimento resinoso autoadesivo, por meio do teste de resistência ao cisalhamento por extrusão (Push-out). Após a realização da obturação dos condutos radiculares de 27 dentes unirradiculados humanos, as raízes foram divididas aleatoriamente em três grupos (n = 9): G1: Aplicação do cimento resinoso RelyX™ U200 e fixação do pino sem condicionamento ácido da dentina, G2: Aplicação do cimento resinoso RelyX™ U200 e fixação do pino após condicionamento da dentina com solução de EDTA a 17% durante 3 minutos, G3: Aplicação do cimento resinoso RelyX™ U200 e fixação do pino após condicionamento da dentina com gel de H₃PO₄ a 35% durante 15 segundos. Após o tratamento da superfície dentinária, o pino de fibra de vidro foi limpo com álcool, tratado com silano durante 60 segundos e cimentado logo após a manipulação e inserção do cimento resinoso no conduto radicular por meio da seringa de automistura. O conjunto foi fotoativado (1200 mw / cm²) após 60 segundos e armazenado por 24 h. Os espécimes foram seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo de modo a se obter duas (2) fatias de 1 mm de espessura de cada terço radicular e a adesão à dentina foi testada por meio do teste de push-out em máquina de ensaios universal (0,5 mm por min). Após a descolagem, as fraturas foram analisadas em microscópio óptico em 40X e classificadas como adesiva, coesiva e mista. Os dados (em MPa) foram tratados por Análise de Variância de dois fatores e teste de Bonferroni, com nível de significância de 5%. Foi observada diferença altamente significativa entre os tratamentos de superfície (p<0,0001), onde G1 apresentou maior resistência que G3 nos terços cervical (p<0,05), médio (p<0,01) e apical (p<0,001), e G2 maior que G3 apenas nos terços médio (p<0,05) e apical (p<0,001). Não foi observada diferença entre G1 e G2 em nenhum dos terços radiculares, nem entre G2 e G3 no terço cervical.

Palavras-chave: Dentina. Pinos Dentários. Resistência ao Cisalhamento.

Simões, Tânia Christina. **The effect of surface treatment of root dentin adhesion of glass fiber pin with self adhesive resin cement.** 2012. 57. Dissertation for the Master Degree in Dentistry - Center for Biological and Health Sciences, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2012.

ABSTRACT

The self adhesive resin cement was proposed to be used by minimal additional treatment of the dentin surface. The objective of this study was to assess "in vitro" the effect of different surface treatments of radicular dentin on the bond strength of a glass fiber post and self-etch resin cement by means of push out test. Following the endodontic treatment of 27 lower premolars the roots were randomly divided into three groups (n = 9): **G1**: RelyX™ U200 + glass fiber post as manufacturer's instructions; **G2**: 17% EDTA during 3 min + RelyX™ U200 + fiber post; **G3**: H₃PO₄ 35% gel during 15 seconds + RelyX™ U200 + fibers post. The glass fiber posts were cleaned with ethanol and silane during 60 seconds and the resin cement was mixed with the automix syringe to fill the root canals. Light curing was done with 1200 mw/cm² after 60 seconds and restored teeth kept stored (37°C/24hours) in humidity environment. The roots were sectioned perpendicular to their long axis in order to obtain two 1mm thick slice. Half of them were test in a universal testing machine (0.5 mm/min) and the fracture modes observed by light microscopy (40X) and classified as adhesive, cohesive and mixed. The other half remained stored to be tested after 6 months. The data (MPa) were treated by Two-way Analysis of Variance and Bonferroni post-hoc test at 5% of significance. There was significant difference among the surface treatments (p <0.0001) with higher bond strength to G1 comparatively to G3 at cervical (p <0.05), medium (p <0.01) and apical (p <0.001) thirds. Higher Bond strength of G2 comparatively to G3 was observed only at middle (p <0.05) and apical (p <0.001) thirds. There was no difference between G1 and G2 in either third roots or between G2 and G3 at the cervical third.

Key-words: Dentin. Dental Pins. Shear Strength.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

nm	Nanômetro
µm	Micrômetro
mm ²	Milímetro quadrado
mm	Milímetro
NaCl	Cloreto de Sódio
JCE	Junção Cimento e Esmalte
rpm	Rotação por minuto
CPC	Comprimento Patente do Canal
NaOCl	Hipoclorito de Sódio
EDTA	Ácido Etilenodiaminotetracético
kg _f	Quilograma-força
N	Newton
MPa	MegaPascal
pH	Potencial hidrogeniônico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	DENTINA RADICULAR	17
2.2	CIMENTO RESINOSO	18
2.3	PINO DE FIBRA DE VIDRO	22
3	PROPOSIÇÃO	25
3.1	OBJETIVO GERAL	25
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4	MATERIAL E MÉTODO	26
4.1	SELEÇÃO DOS DENTES	26
4.2	LIMPEZA DOS DENTES	26
4.3	ARMAZENAMENTO DOS DENTES	27
4.4	PREPARO DOS DENTES	27
4.4.1	... Secção da Coroa	27
4.4.2	...Instrumentação do Sistema de Canais Radiculares	27
4.4.3	.. Obturação do Conduto	28
4.4.4	... Remoção do Material Obturador	28
4.5	GRUPOS EXPERIMENTAIS	29
4.5.1	... Tratamento do Pino	30
4.5.2	... Tratamento da Superfície Dentinária	30
4.5.3	... Cimentação do Pino	31
4.6	ENSAIO MECÂNICO	31
4.7	ANÁLISE DO PADRÃO DE FRATURA	33
4.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
5	RESULTADOS	36
6	DISCUSSÃO	38

7 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICES	50
Apêndice A – Termo de Doação de Dentes	51
Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	52
Apêndice C – Valores da Resistência de União	Erro! Indicador não definido.
ANEXOS	54
Anexo A – Parecer de Trabalho Inscrito.....	55

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução dos materiais resinosos os dentistas têm agora uma infinidade de opções à sua disposição para realizarem as técnicas restauradoras adesivas. A escolha correta dos biomateriais e a adoção de técnicas eficazes para a execução destes procedimentos exige que o profissional contraponha a sua experiência com as evidências clínicas obtidas em estudos longitudinais clínicos e laboratoriais. Estes ensaios testam a união entre esses biomateriais e falhas na sua combinação resultam na diminuição da resistência adesiva e na redução da sua longevidade, com prejuízo no prognóstico do tratamento clínico estabelecido (DE MUNCK et al, 2005; BEHR et al, 2009; VICHI et al, 2012).

Dentro da categoria de procedimentos adesivos, a fixação de pinos à estrutura da dentina radicular se constitui numa alternativa para estabilizar restaurações diretas e indiretas em dentes que sofreram grande destruição da sua estrutura anatômica. Na qualidade de retentor, o pino necessita apresentar propriedades físicas, químicas e estéticas similares às da estrutura dentária ao qual será unido, para que haja maior longevidade do procedimento. A efetividade da sua aplicação clínica está diretamente relacionada com a quantidade em altura e extensão de coroa dentinária sadia remanescente (SCHWARTZ; ROBINS, 2004; FERRARI et al, 2007; DIETSCHI et al, 2008; SIGNORE et al, 2011; FERRARI et al, 2012; JULOSKI et al, 2012).

O pino de fibra de vidro é o retentor que apresenta propriedades que mais se assemelham às da estrutura dental. Desde a sua introdução no mercado odontológico em 1990, inúmeras pesquisas comprovam que as suas características proporcionam melhor comportamento biomecânico quando utilizado para reabilitar a estrutura dentária perdida, pois resultam em baixa tensão exercida na interface de cimentação o que evita o desenvolvimento de atrito entre o pino e as paredes do canal, diminuindo a incidência de fratura em dentes que receberam tratamento endodôntico (DIETSCHI et al, 2007 e 2008; GORACCI; FERRARI, 2011). As propriedades inerentes a esse material resinoso são: a estética; a alta resistência à fadiga, à tração e à compressão; os módulos de elasticidade e de flexão similares ao do dente; o coeficiente de expansão térmica próximo ao da dentina e a natureza química compatível com o Bis-GMA das resinas comumente utilizadas nos procedimentos de ligação (VICHI, et al, 2002; CHEUNG, 2005, PLOTINO, et al,

2007). A associação do pino de fibra de vidro ao sistema adesivo e ao cimento resinoso melhora o desempenho das suas propriedades mecânicas e promove a sua união à estrutura radicular de forma eficiente (VICHI; GRANDINI; FERRARI, 2002; PERDIGÃO; GOMES; LEE, 2006; MONTICELLI; FERRARI; TOLEDANO, 2008; SAHINKESSEN et al, 2011; ZAITTER et al, 2011).

O resíduo decorrente do preparo do conduto radicular, constituído por uma camada de material orgânico e inorgânico que contém bactérias e seus sub-produtos - "Smear Layer" - é considerado um fator que gera discussão entre os pesquisadores na hora de determinar o tratamento adequado para a superfície da dentina radicular durante a execução do procedimento adesivo. Alguns estudos apontam que a sua manutenção na superfície dentinária, interfere nos valores de resistência de união, pois dificulta a desmineralização correta da superfície adesiva e a ligação do material resinoso, influenciando a sua adaptação nas paredes do canal o que resulta em um mecanismo de união fraco (SHEMESH; WU; WESSELINK, 2006; GU et al, 2009; MAZZITELLI et al, 2010); em contrapartida outros estudos defendem que a sua remoção é desnecessária, visto que algumas soluções recomendadas para este fim enfraquecem a estrutura dentinária, prejudicando a união dos materiais adesivos com este substrato porque removem em excesso os componentes minerais interfibrilares da dentina necessários para uma efetiva adesão dos biomateriais e a desobstrução dos túbulos dentinários alteram o fluxo hídrico o que prejudica a polimerização do material adesivo (RASIMICK et al, 2008).

Ainda não há consenso na literatura no que diz respeito ao material ideal a ser utilizado na remoção do "Smear Layer" da superfície da dentina radicular. Algumas pesquisas sugerem que o cimento resinoso autoadesivo dispensa esta etapa na técnica de cimentação, pois esse material seria capaz de atravessar a camada de lama dentinária e ainda assim se aderir com eficácia à dentina desta região. A proposta de uso deste cimento surge como uma simplificação de técnica adesiva o que vem agradando os clínicos em geral. No entanto em pesquisas prévias o resultado de resistência de união dos cimentos resinosos autoadesivos tem se mostrado inferior ao do cimento resinoso associado ao sistema adesivo, propriedade que interfere na durabilidade do procedimento adesivo (CALIXTO et al, 2012)

Com o intuito de contribuir com o conhecimento sobre os principais aspectos envolvidos na fixação de pino de fibra de vidro ao tecido dentinário com

cimento autoadesivo, realizou-se uma investigação sobre o efeito do tratamento da superfície dentinária com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) na concentração de 17% e com ácido fosfórico (H_3PO_4) na concentração de 35% previamente à cimentação do pino de fibra de vidro, visto que ainda existem controvérsias no que se refere às técnicas adesivas utilizadas para cimentar este biomaterial.

As hipóteses nulas testadas neste estudo foram as seguintes: 1); não há diferença na resistência de união entre os tratamentos de superfície dentinária radicular; 2) não há diferença na resistência de união entre os diferentes terços radiculares.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os procedimentos restauradores adesivos envolvem diversos substratos e materiais, conseqüentemente uma diversidade de interfaces é formada e o conhecimento sobre as características estruturais e ultra morfológicas dessas interfaces tem um papel importante no desempenho clínico. A seguir abordaremos diversos aspectos envolvidos na adesão de pino de fibra de vidro à dentina radicular com cimento resinoso autoadesivo, contemplando as características de cada interface da cimentação. O êxito do tratamento clínico é influenciado pela força mastigatória e pela longevidade dos componentes adesivos envolvidos nas interfaces de adesão, neste caso, a dentina radicular, o cimento resinoso e o pino de fibra de vidro.

2.1 DENTINA RADICULAR

O procedimento de colagem que envolve o tecido dentinário é complexo, pois compreende a maior estrutura dental disponível para a adesão de um biomaterial. A dentina é um substrato dinâmico que depende da polpa para a sua formação e a protege do meio externo. A sua morfologia e a sua fisiologia afetam diretamente a capacidade dos materiais adesivos produzirem ligações efetivas à sua superfície preparada. Em volume total; a dentina é composta por aproximadamente 50 % de mineral, aproximadamente 30 % de matriz orgânica e 20 % de fluido dentinário. A porção inorgânica consiste de cristais de hidroxiapatita [apatita carbonatada nanocristalina] e a matriz orgânica é composta por 95 % de colágeno [fibrilas tipo I com diâmetro de 50-100 nanômetros (nm)]; 5 % de proteínas não colagenosas (KINNEY; MARSHALL; MARSHALL, 2003).

A estrutura dentinária é constituída por duas porções: dentina peritubular - porção mais mineralizada com cristais de hidroxiapatita, apresenta pouca matriz orgânica e envolve a luz dos túbulos dentinários; dentina intertubular – porção composta por uma matriz de colágeno reforçada por cristais de hidroxiapatita, portanto é menos mineralizada e constitui a maior porção da dentina (PEREIRA et al, 2004). A qualidade da união à dentina está diretamente relacionada à eficiência da penetração dos monômeros nos espaços interfibrilares, ao completo

envolvimento das fibrilas colágenas expostas por meio do condicionamento ácido pela solução adesiva e ao grau de conversão do adesivo (VAN MEERBEEK et al, 2003).

A dentina coronária é caracterizada morfológicamente pela presença de túbulos dentinários dispostos radialmente ao longo de sua extensão com diferenças na sua quantidade, no seu volume, e na sua orientação. O diâmetro dos túbulos dentinários varia de 1 a 4 micrômetros (μm) o que equivale a 20 % da área total exposta. Dependendo da profundidade, na região do limite amelodentinário concentram-se 10.000 túbulos por milímetro quadrado (mm^2), na região média da dentina de 20.000 a 30.000 túbulos por mm^2 e na região próximo à polpa concentram-se 50.000 túbulos por mm^2 (PEREIRA et al, 2004).

A variação anatômica e histológica encontrada nesta porção dentária deve ser levada em conta no momento de mensurar a resistência adesiva devido à dificuldade que o clínico encontra para fornecer a quantidade adequada de material adesivo principalmente à porção apical (BOUILLAGUET et al, 2003).

A eficácia de ligação dos materiais adesivos à dentina varia em um mesmo canal radicular conforme a região do local do teste (PLOTINO et al, 2007; CARVALHO et al, 2012). O terço apical da raiz é um substrato de ligação menos favorável e que apresenta a maior disparidade na morfologia por causa de áreas desprovidas de túbulos dentinários e a espessura da camada híbrida é considerada por Giannini et al, em 2001, dependente da densidade tubular. Além disso este fato pode ser explicado pela dificuldade de visualização decorrente da falta de acesso a esta porção enfrenta pelo clínico, pela falta de escoamento do cimento nesta porção do canal (SHEMESH et al. 2006); pela presença de esclerose apical e pelo fator de configuração da cavidade elevado (GORACCI et a, 2004; TAY et al, 2005).

2.2 CIMENTO RESINOSO

A utilização do cimento resinoso nas diversas situações clínicas está relacionada às seguintes exigências do procedimento restaurador: promover a retenção do material restaurador ao remanescente dental, promover o vedamento da interface entre os substratos orgânicos e inorgânicos, oferecer suporte mecânico ao material restaurador, realizar o selamento dos túbulos dentinários expostos pelo

procedimento de preparo da estrutura dental e colaborar com a estética adequada. Os cimentos adesivos podem ser divididos conforme o tipo de interação que apresentam com a estrutura dental em dois tipos: cimento resinoso (união micromecânica) e cimento de ionômero de vidro (união química) (BARATIERI et al, 2010).

Os cimentos resinosos são subdivididos em: autoadesivo e associado ao sistema adesivo. Os autoadesivos foram desenvolvidos há uma década, com a intenção de combinar as características favoráveis das diferentes classes de cimento e de resina em um único produto, viabilizando o seu uso para uma gama de procedimentos restauradores, principalmente satisfazer as exigências de simplificação dos procedimentos de cimentação (DE MUNCK et al, 2004). Tal combinação resultou num produto que auto adere ao tecido dental, não requer qualquer tratamento prévio da superfície do dente, o seu procedimento de aplicação é simples e realizado numa única etapa clínica, como não requer a remoção da camada de lama dentinária nenhuma sensibilidade pós-operatória é esperada, é tolerante à umidade e libera íons fluoretos (RADOVIC et al, 2008).

Em relação ao modo de ativação da reação de polimerização podem ser classificados em auto ativados - a reação de polimerização é ativada quimicamente pela mistura de dois componentes (pó e líquido); foto ativados - a reação de presa se dá pela exposição do material a luz visível e mista ou dual - a polimerização se dá pelos dois mecanismos anteriores (BARATIERI et al, 2010). O cimento resinoso autoadesivo de dupla cura é o material de eleição para ser utilizado na cimentação de pino de fibra de vidro à dentina radicular, pois a maioria dos cimentos adesivos não alcança um grau de conversão adequado na ausência de luz, por isso a fotoativação passa a ter um papel fundamental (RADOVIC et al, 2009). A ativação mista garante a efetividade da polimerização dos materiais resinosos principalmente quando utilizados na porção apical da raiz dentária onde a transmissão da luz pode falhar (FERRACANE; STANSBURY; BURKE, 2011).

Embora o cimento autoadesivo dual seja capaz de polimerizar mesmo na ausência completa de luz, desenvolve melhor propriedade mecânica, se a luz for irradiada, pois a sua ausência interfere no grau de polimerização desses materiais resinosos o que afeta as suas propriedades. Portanto é essencial que haja suficiente transmitância luminosa, pois o pino de fibra de vidro absorverá parte da luz incidente apesar de possuir boa translucidez (DIETSCHI et al, 2008; RATHKE et al,

2009; GORACCI; FERRARI, 2011; SIGNORE et al, 2011).

O cimento resinoso autoadesivo foi concebido para interagir com o substrato dentinário por meio de tratamento adicional mínimo à dentina. Combina a criação de espaços desmineralizados e a infiltração da resina na superfície de colagem em uma única etapa. Estas duas ações simultâneas são um fator crítico que afeta a eficácia de adesão com a dentina radicular, pois resulta numa interação bastante superficial que ao longo da camada híbrida, a hidroxiapatita residual permanece disponível para a reação química, aumentando a sua degradação marginal (MONTICELLI; FERRARI; TOLEDANO, 2008; RADOVIC et al, 2008; BEHR et al, 2009; MAZZITELLI et al, 2010; GORACCI; FERRARI, 2011).

Alguns autores defendem que a sua elevada viscosidade pode dificultar a sua penetração na superfície da dentina e sugerem que este cimento deva sempre ser aplicado sobre pressão para garantir que o cimento adapte-se intimamente às paredes da cavidade, penetrando nos túbulos dentinários para formar os tags de resina resultando numa união estável. Os cimentos autoadesivos favorecem a justaposição do pino em relação às paredes do canal radicular e conseqüentemente contribui para diminuir a tensão de contração na interface adesiva durante a sua polimerização. A sua aplicação deve ser feita por meio de um dispositivo para misturar a porção contendo carga com a porção contendo monômeros ácidos (DE MUNCK et al, 2004; RADOVIC et al 2008; FERRACANE; STANSBURY; BURKE, 2011).

Embora o cimento autoadesivo não requeira pré-tratamento do substrato dental, a remoção da camada de lama dentinária com soluções ácidas fracas tem sido proposto por alguns estudos, a fim de promover a interação entre o cimento e a dentina reforçando assim a resistência de união. Por ser tolerante à humidade apresenta bom desempenho quando utilizado na adesão em canais radiculares, a sua aderência pode também estar relacionada à sua formulação química e às suas propriedades físicas, como por exemplo, a sua capacidade de molhamento de superfície (SAAR et al, 2010).

Os defeitos interfaciais observados em procedimentos adesivos causados pela tensão podem desenvolver-se como uma consequência de longo prazo de tensões térmicas e mecânicas, ou tensões geradas durante o processo restaurador em si devido à contração de polimerização. O desenvolvimento de tensão decorrente da contração de polimerização deve ser considerado um

fenômeno multifatorial, pois é determinado pela contração volumétrica, pelo comportamento viscoelástico e pelas restrições impostas a contração de polimerização. Portanto, a composição do material, o seu grau de conversão e a cinética de reação são aspectos que devem ser observados em conjunto com o confinamento e conformidade do desenho da cavidade preparada (BRAGA; BALLESTER; FERRACANE, 2005).

O cimento resinoso autoadesivo como o RelyX™ U200 Automix, utilizado neste estudo foi recentemente disponibilizado para uso odontológico, e segundo o fabricante, apresenta na sua proposta original, a simplificação do procedimento de adesão e a redução no tempo clínico de trabalho. Apresenta o mecanismo de ligação baseado na tecnologia do ionômero de vidro modificado onde o ácido poliacrílico foi substituído por monômero ácido funcional como o 4-met e ésteres de ácido fósfórico. Segundo o fabricante foi realizada uma alteração na reologia da reação para melhorar o escoamento. Assim, logo após a sua aplicação, ocorre uma reação de neutralização onde o PH ácido é elevado ao PH neutro, isso proporciona uma maior longevidade do material, pois contribui para que o cimento se torne hidrófobo com menor absorção de água, com menor manchamento e menor formação de trincas. Preconiza também uma elevada tolerância à humidade, porque a água é formada durante a reação de neutralização do metacrilato de ácido fósfórico, das cargas básicas e da hidroxiapatita (3M ESPE, 2012).

Por se tratar de um cimento recém lançado, não foram encontradas publicações completas para avaliar as informações sobre o RelyX™ U200 Automix. Segundo dados internos cedidos pelo fabricante (3M ESPE, 2012), a taxa de adesão para a cimentação de pino de fibra se apresenta em torno de 9 Mpa e a resistência ao cisalhamento à dentina e ao esmalte coronários após a fotoativação é de 23 Mpa e 34 Mpa respectivamente.

Ainda segundo o fabricante, este cimento é baseado na mesma composição química do RelyX™ U100. A formulação melhorada permanece intimamente relacionada com o seu antecessor, oferecendo ainda mais conforto, devido à o seu dispositivo de auto mistura. A seringa dispensa o cimento por meio de ponta misturadora e apresenta 2 pontas alongadoras: intra oral e intra radicular. A ponta alongadora para inserção do cimento no conduto radicular permite o completo preenchimento da cavidade preparada com redução na incorporação de bolhas de ar junto à superfície de adesão. A reação é iniciada por luz e / ou por uma reação

química do sistema iniciador (ativação dual). A configuração da reação ocorre por radicais de polímeros em que as moléculas de monômero são quimicamente reticuladas para formar uma rede tridimensional de polímeros. Ao mesmo tempo, as reações de neutralização são importantes para a estabilidade do cimento à longo prazo. Um monômero e um modificador de reologia foram adicionados à formulação original. Isso resulta em uma configuração química que melhora as propriedades mecânicas, com procedimento adesivo simplificada e com um excelente desempenho na resistência de união.

O desempenho clínico dos cimentos resinosos autoadesivos ainda é uma incógnita para o clínico visto a escassez de estudos longitudinais que comprovem a sua eficácia “in vivo”. Além disso, vários aspectos clínicos precisam ser considerados antes da seleção de um material para cimentação como o tipo de tratamento da superfície, de material restaurador e do projeto da cavidade.

2.3 PINO DE FIBRA DE VIDRO

Estes pinos de fibra são compostos por fibras unidirecionais de vidro envoltas por uma matriz de resina que por serem brancas contemplam o requisito estético dos procedimentos restauradores adesivos. Possuem propriedades ópticas mais favoráveis, pois reproduzem o aspecto natural do dente restaurado e propriedades adesivas que proporcionam reforço à estrutura dentária que sofreu perda extensa da sua morfologia, além de melhor aproveitamento do remanescente dentário por apresentar uma interação química entre os componentes do procedimento restaurador. O módulo de elasticidade próximo à estrutura dentinária, caracteriza biocompatibilidade ao tecido, favorecendo a distribuição de tensões geradas pelo esforço mecânico e minimizando os riscos de fratura radicular quando associados ao sistema adesivo e cimento adesivo, além de eliminar algumas etapas laboratoriais (CHEUNG, 2005; PLOTINO et al, 2007; GORACCI; FERRARI, 2011; SAHINKESEN et al, 2011).

A sua aplicação clínica está relacionada com o “Efeito Férula” - quantidade de estrutura dentinária presente na coroa residual após o tratamento endodôntico. Pelo menos 1,5 a 2,5 milímetros (mm) de altura e extensão circunferencial de dentina devem estar presentes, caso contrário falhas na eficácia

de união podem ocorrer (SCHWARTZ; ROBINS, 2004; DIETSCHI et al, 2008; SIGNORE et al, 2011; FERRARI et al, 2007 e 2012; ABDULJABBAR et al, 2012; JULOSKI et al, 2012). A resistência de união entre um pino de fibra de vidro e a dentina radicular é influenciada pelo formato e pela superfície do pino (CHEUNG, 2005), pelo seu comprimento (ADANIR; BELLI, 2008; ZICARI et al, 2012), pelo seu diâmetro (PERDIGÃO; GOMES; AUGUSTO, 2007) pelo tratamento superficial dos componentes das interfaces da união (RATHKE et al, 2009, MAZZITELLI et al, 2010) e pela seleção dos materiais adesivos (SAHINKESSEN et al, 2011). Estudos clínicos prospectivos e retrospectivos têm demonstrado que fraturas de raiz são muito raras e que a descolagem é o tipo de falha restaurável mais provável de ocorrer quando se adota esse material na restauração da estrutura dentária (GORACCI; FERRARI, 2011; JULOSKI et al, 2012).

As propriedades inerentes a esse material resinoso são: a estética; a alta resistência à fadiga, à tração e à compressão; os módulos de elasticidade e de flexão similares aos do dente; o coeficiente de expansão térmica próximo ao da dentina e a natureza química compatível com o Bis-GMA das resinas comumente utilizadas nos procedimentos de adesão. O conjunto de suas propriedades propicia excelente resultado mecânico em razão da melhor dissipação de cargas sobre a raiz (VICHI et al, 2002; CHEUNG, 2005, PLOTINO et al, 2007).

Há indícios na literatura de que o pino paralelo e liso é mais retentivo, porém mais estressante para a raiz dentária, já o paralelo e serrilhado apresenta maior retenção e ocasiona maior tensão ao longo do canal radicular quando comparado ao pino de formato cônico e liso. Em contrapartida o pino cônico se adapta melhor à forma do canal endodonticamente tratado, limitando assim a quantidade de dentina a ser removida durante o preparo do conduto para o pino (CHEUNG, 2005). O diâmetro do pino é o principal fator determinante da transmitância da luz disponível para polimerização, quanto mais espesso menor será a transmissão de luz, conseqüentemente prejuízo na polimerização dos materiais adesivos principalmente na porção apical (PERDIGÃO; GOMES; AUGUSTO, 2007). Recentemente um pino de fibra de vidro com formato oval foi introduzido no mercado com o intuito de melhorar a sua adaptação ao canal de mesma forma comumente encontrado nos pré-molares (SIGNORE et al, 2011). No entanto requer a utilização de uma ponta de ultrassom no mesmo formato para uma preparação mais conservadora do espaço do pino.

O pino de fibra de vidro possui diversas propriedades favoráveis à sua aplicabilidade, no entanto o fato de apresentar um diâmetro pré-estabelecido, por ser pré-fabricado, não é customizado levando em consideração a configuração anatômica de cada canal radicular. Essa característica impede que os pinos fiquem bem ajustados às paredes da dentina radicular o que acarreta a formação de película de cimento mais espessa em alguns trechos, influenciando a adesividade do conjunto pino, cimento e dentina (PERDIGÃO et al, 2007; WATZKE; FRANKENBERGER; NAUMANN, 2011; ABDULJABBAR et al, 2012).

O tratamento superficial destinado ao pino de fibra de vidro é essencial para se alcançar uma efetiva união do pino ao material de cimentação. Alguns estudos comprovam que há um incremento no desempenho de resistência de união quando os pinos têm sua superfície tratada com um agente silano e cobertos com um sistema adesivo hidrofóbico (PERDIGÃO; GOMES; LEE, 2006; RÖDIG et al, 2010; SAHINKESSEN et al, 2011).

A resistência de união parece ser mais afetada pelo agente de cimentação que pelo tipo de pino de fibra, no entanto, é desejável que os componentes do sistema de adesão sejam do mesmo fabricante para impedir a incompatibilidade entre os materiais e permitir avaliação do potencial de cada sistema sob as condições de estudo “in vitro”. (RADOVIC et al, 2008). Para medir a resistência de união entre pino de fibra e a dentina radicular cimentado adesivamente, o teste de push-out parece ser mais eficiente e confiável do que as versões de corte e não corte da técnica de microtração. Além disso, a adoção de espécimes com 1 mm de espessura elimina a sua limitação e permite testar a força de adesão nas diferentes regiões dentro dos canais radiculares (GORACCI et al, 2005).

3 PROPOSIÇÃO

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar “in vitro” o efeito do pré-tratamento da dentina radicular na adesão do pino de fibra de vidro com o cimento resinoso autoadesivo RelyX™ U200, por meio do teste de resistência ao cisalhamento por extrusão push-out.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a adesão do pino de fibra de vidro à dentina radicular usando o cimento resinoso autoadesivo RelyX™ U200 conforme instrução do fabricante.

Avaliar a influência do tratamento da superfície radicular com EDTA a 17% na adesão do pino de fibra de vidro à dentina radicular.

Avaliar a influência do tratamento da superfície radicular com H₃PO₄ a 35% na adesão do pino de fibra de vidro à dentina radicular.

Avaliar a adesão do pino de fibra de vidro à dentina radicular nos diferentes terços.

Avaliar o padrão de fratura que ocorre na interface de cimentação entre pino, cimento e dentina radicular.

4 MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi realizado no laboratório de pesquisa da pós-graduação da Universidade Norte do Paraná – UNOPAR, em condição ideal de temperatura (23°C). A fase experimental deste estudo foi submetida à Comissão de Ética em Pesquisa da instituição relacionada acima, conforme (ANEXO 1).

4.1 SELEÇÃO DOS DENTES

Foram selecionados 27 dentes unirradiculados humanos recentemente extraídos por motivos terapêuticos, obtidos por meio de doação direta dos pacientes conforme termo de doação (APÊNDICE A) e de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE B). No ato da coleta foram imersos em recipiente com tampa contendo solução isotônica de cloreto de sódio (NaCl) a 0,9% Linhamax® (Eurofarma Laboratórios Ltda, São Paulo, São Paulo, Brasil). A fim de se obter a padronização dos espécimes, os elementos dentais coletados obedeceram aos seguintes critérios de inclusão, baseados nos aspectos anatômicos dos mesmos: dente unirradiculado com ápice radicular completamente desenvolvido; livre de cárie, de fratura, de dilaceração radicular e de tratamento endodôntico prévio; com pelo menos 14 mm \pm 1 entre a junção cimento - esmalte (JCE) e o ápice radicular.

4.2 LIMPEZA DOS DENTES

Os dentes foram acondicionados por 7 dias em um recipiente de vidro com tampa, contendo solução neutra (pH = 7,0) de Cloramina T a 0,5 % em água a 4°C para serem desinfetados. Após este período os dentes foram lavados abundantemente com água potável, limpos por meio de raspagem radicular com curetas de Mcall e polidos com pasta de pedra pomes associada à escova de Robson acoplada em turbina de baixa rotação para a total remoção de detritos e tecido mole.

4.3 ARMAZENAMENTO DOS DENTES

Os dentes limpos foram armazenados em potes de vidro com tampa, contendo solução de NaCl a 0,9% e mantidos sob refrigeração, com troca semanal da solução até o início da fase experimental que ocorreu após a obtenção de todos os elementos dentais.

4.4 PREPARO DOS DENTES

Todas as etapas do preparo foram realizadas por um único operador previamente treinado antes e durante a execução do estudo e estão representadas por meio de desenho esquemático na figura 1.

4.4.1 Secção da Coroa

As coroas dos dentes selecionados foram seccionadas no sentido perpendicular ao seu longo eixo, na altura da JCE, com o auxílio de um disco de corte por diamante Extec 12205 (Erios, São Paulo, São Paulo, Brasil) acoplado a uma máquina de corte modelo ISOMET 1000 (Buhler Ltd., Lake Bluff, IL, USA), a uma velocidade de 200 rotações por minuto (rpm) sob refrigeração constante com água destilada, de modo a obter porções radiculares de comprimento mínimo de 14 mm e obter acesso ao canal radicular.

4.4.2 Instrumentação do Sistema de Canais Radiculares

O Comprimento Patente do Canal (CPC) foi o limite de trabalho estabelecido e a instrumentação realizada a partir do forame apical. O conduto radicular foi esvaziado por meio de instrumentação rotatória e oscilatória com o auxílio das limas Easy ProDesing # 1-6 (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) acopladas ao motor elétrico Easy Endo SL (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil). A exploração do terço inicial do conduto foi realizada manualmente com lima K de 21 mm # 10

(Instruments, Maillefer, Ballaigues, Suíça). O pré-alargamento da embocadura do conduto foi iniciado com lima # 35/10, seguido da lima rotatória 20/07 em 2/3 do conduto; na sequência foram usadas brocas Gates Glidden # 4-2 (Instruments, Maillefer, Ballaigues, Suíça). O conduto foi irrigado por meio de seringa hipodérmica descartável BD Plastipak™ (Becton Dickinson Indústria, Cirúrgicas, Ltda., Curitiba, Paraná, Brasil) e agulha hipodérmica calibre 0,55 x 20 mm BD PrecisionGlide™ (Becton Dickinson Indústria, Cirúrgicas, Ltda., Curitiba, Paraná, Brasil). A solução de trabalho foi a base de Hipoclorito de Sódio (NaOCl) Cloro Rio (Indústria Farmacêutica Rioquímica Ltda., São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil) na concentração de 2,5 % utilizada após a troca dos instrumentos realizada durante as etapas da instrumentação para a suspensão da matéria orgânica. Ao final, a raiz remanescente foi inundada com 1 ml da solução irrigante a base de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) (Biodinâmica Química e Farmacêutica LTDA, Ibiporã, Paraná, Brasil) na concentração de 17% por 3 minutos e o conduto foi inundado novamente com 1 ml de NaOCl a 2,5% e seco com pontas de papel absorvente # 70 (Paper Points, Maillefer, Ballaigues, Suíça), específicos para os procedimentos endodônticos.

4.4.3 Obturação do Conduto

Após a instrumentação, os condutos radiculares foram obturados por meio da técnica Híbrida de Tigger, mantendo uma distância aquém do ápice de 1 mm. Os cones de guta percha de tamanho Fine Médium Precise By Miltex (Integra York PA, Miltex, Inc. York, México) associados aos cones acessórios e ao cimento endodôntico Sealer 26® (Dentsply, Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) foram condensados por meio da caneta termo plastificadora McSpadden (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil).

4.4.4 Remoção do Material Obturador

Após o tempo de presa do cimento de obturação (10 min) ter sido respeitado, os condutos dos 27 corpos de prova foram desobturados

termoplasticamente por meio do equipamento Termo Pack II (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil). Todos os corpos de prova assim que desobturados foram envoltos em gaze estéril e imersos em solução de NaCl a 0,9%, acondicionados em recipiente individualizado e armazenados por 24 horas em temperatura ambiente. Para a calibração final do conduto, em cada grupo experimental, foi utilizada uma broca # 2 Exacto (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, Paraná, Brasil) de 1,6 mm de diâmetro, acoplada a uma turbina de baixa rotação Konzept (Fábrica KaVo do Brasil Ind. Com. Ltda, Joinville, Santa Catarina, Brasil) até uma profundidade mínima de 9 mm de distância da junção cimento esmalte. Cursores de borracha foram utilizados para controlar a profundidade de ação da broca, pois foram mantidos 4 mm de material obturador endodôntico na região apical para assegurar o seu selamento. Os condutos radiculares preparados foram irrigados com solução de NaCl a 0,9% e secos com pontas de papel absorvente.

Figura 1 – Desenho esquemático sobre as etapas de preparo do dente.



Fonte: Da autora

4.5 GRUPOS EXPERIMENTAIS

As raízes foram categorizadas de 1 a 27 e distribuídas em três (3) grupos experimentais de forma aleatória, sendo que cada grupo foi estruturado com 9 corpos de prova conforme o tratamento dado à superfície dentinária radicular, de acordo com a descrição no quadro 1.

Quadro 1 - Descrição dos grupos experimentais do estudo (n = 9).

GRUPO EXPERIMENTAL	N	TRATAMENTO SUPERFICIAL DO SUBSTRATO DENTINÁRIO
G1	9	Conforme recomendação do fabricante.
G2	9	EDTA a 17% por 3 minutos e lavado por 30 segundos.
G3	9	H ₃ PO ₄ a 35% por 15 segundos e lavado por 30 segundos.

A composição e o modo de aplicação dos biomateriais utilizados neste estudo experimental estão representados no quadro 2.

4.5.1 Tratamento do Pino

Em cada corpo de prova foi utilizado o pino de fibra de vidro translúcido Exacto # 2 (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, Paraná, Brasil) com formato cônico, superfície lisa, diâmetro maior de 1,6 mm e comprimento de 15 mm. A superfície do pino foi limpa com gaze estéril embebida em Álcool Etílico Absoluto (F. Maia Indústria e Comércio Ltda., Cotia, São Paulo, Brasil) e seca com jatos de ar. O tratamento da superfície foi realizado por meio do agente de ligação Silano (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, Paraná, Brasil), aplicado por 60 segundos com pincel descartável extrafino KGbrush (KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda, Barueri, São Paulo, Brasil) e o excesso removido por jatos de ar.

4.5.2 Tratamento da Superfície Dentinária

Cada grupo experimental recebeu tratamento da superfície dentinária de maneira diferenciada.

O grupo 1 não recebeu condicionamento ácido na sua superfície dentinária, conforme informação técnica do fabricante do cimento resinoso autoadesivo.

No grupo **2**, cada corpo de prova teve sua superfície dentinária tratada com o agente quelante de superfície EDTA na concentração de 17% por 3 minutos. Na sequência a superfície dentinária foi lavada abundantemente com água por 30 segundos, por meio de seringa tríplice e seca com pontas de papel absorvente.

No grupo **3**, cada corpo de prova teve sua superfície dentinária tratada com o agente quelante de superfície H_3PO_4 na concentração de 35% por 15 segundos. Na sequência a superfície dentinária foi lavada abundantemente com água por 30 segundos, por meio de seringa tríplice e seca com pontas de papel absorvente.

4.5.3 Cimentação do Pino

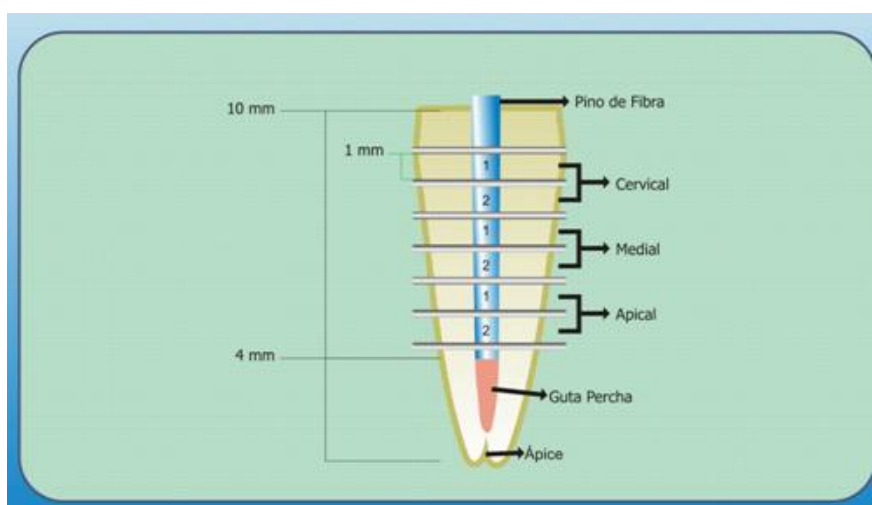
Todos os pinos foram cimentados com o cimento resinoso autoadesivo de presa mista, RelyX™ U200 Automix (Dental Products, 3M-ESPE, St. Paul, USA) sob pressão manual e o excesso de material imediatamente removido. A sua ativação se deu por meio do aparelho fotopolimerizador Radium-Call (Southern Dental Industries Limited, Bayswater, Victória, Austrália) com intensidade de luz igual a $1200 \text{ mW} / \text{cm}^2$, por 60 segundos pelo sentido coronal da raiz.

Ao término da confecção dos 27 corpos de prova conforme o seu grupo experimental, os espécimes foram armazenados em recipiente individualizado, imersos em solução de NaCl a 0,9% por 24 horas em estufa a $37 \text{ }^\circ\text{C}$. Após esse período ter sido respeitado os espécimes foram submetidos ao ensaio mecânico por meio do teste de cisalhamento por extrusão Push-out.

4.6 ENSAIO MECÂNICO

Com o auxílio de um disco de corte por diamante Extec 12205 (Erios, São Paulo, São Paulo, Brasil) acoplado a uma máquina de corte modelo ISOMET 1000 (Buhler Ltd., Lake Bluff, IL, USA), a uma velocidade de 200 rpm sob refrigeração constante com água destilada, foram obtidas 2 fatias de 1 mm de espessura de cada terço radicular dos corpos de prova conforme figura 2.

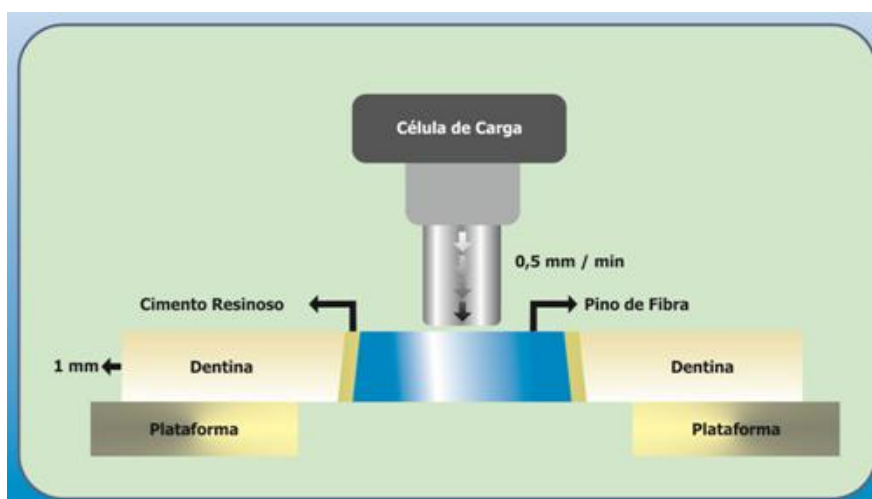
Figura 2 – Desenho esquemático sobre a obtenção dos corpos de prova.



Fonte: Da autora

Metade dos corpos de prova foi submetida ao ensaio mecânico de cisalhamento por extrusão (Push-out). Os demais permanecem armazenados para avaliar a durabilidade de adesão. Cada espécime foi fixado em um dispositivo com a base menor voltada para cima. A ponta do êmbolo foi dimensionada e posicionada para tocar a porção central do pino. A carga de compressão foi aplicada à fatia no sentido apical – coronal de modo a empurrar o pino respeitando a conicidade do canal radicular, por meio de um perfurador cilíndrico de 1 mm de diâmetro acoplado em uma máquina de ensaio universal (Emic DL 2000, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil) à velocidade de 0,5 mm por minuto, utilizando uma célula de carga de 50 quilograma-força (kg_f) até ocorrer o deslocamento do pino do interior do conduto radicular, conforme esquema na figura 3.

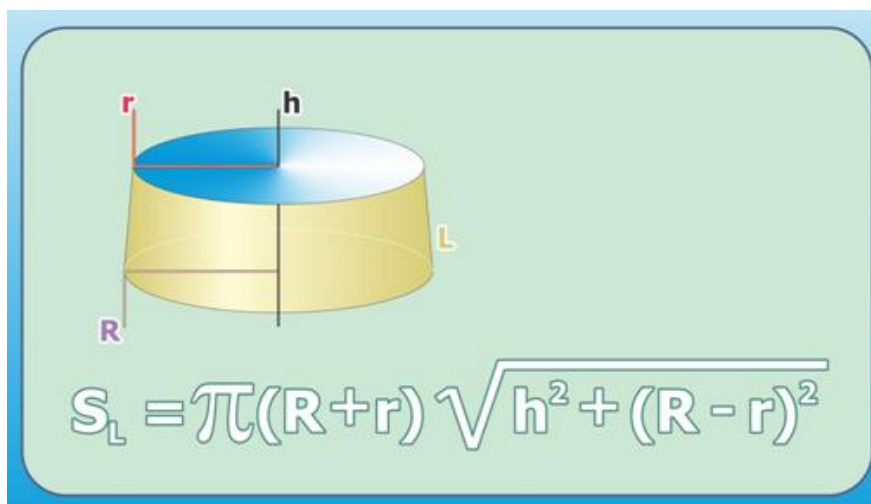
Figura 3 – Desenho esquemático sobre o ensaio mecânico.



Fonte: Da autora

A força de fixação interfacial foi obtida em Newton (N) e convertida em Mega Pascal (MPa), dividindo a carga máxima de falha obtida pela área da interface de união. Devido à forma de tronco de cone dos corpos de prova e de posse dos dados da altura de cada um deles, foi utilizada a fórmula a seguir, retirada de www.webcalc.com.br, para o cálculo da área de adesão.

Figura 4 – Desenho esquemático sobre o cálculo da área de ligação.



Fonte:Da autora

Sendo que as siglas representam as seguintes descrições:

- S_L – Área lateral do tronco de cone;
- R – Raio da base maior;
- r – Raio da base menor;
- h – Altura do tronco de cone;
- L – Comprimento do lado do tronco de cone.

As dimensões do corpo de prova em altura, raio maior e menor foram obtidas por meio do paquímetro digital DIGIMESS (Digimess Instrumentos de Precisão Ltda; São Paulo, São Paulo; Brasil) com intervalo de precisão de 0,02 milímetros antes de serem submetidos ao ensaio mecânico.

4.7 ANÁLISE DO PADRÃO DE FRATURA

As superfícies de fratura foram analisadas por meio de microscópio óptico Bel Photonics (Bel Microimager Analyser, Monza, Itália) com uma ampliação do original em 40 X para determinar o tipo de falha categorizada da seguinte forma:

(1) *falha adesiva* – entre o pino e o cimento autoadesivo, (2) *falha adesiva* – entre o cimento autoadesivo e a dentina radicular, (3) *falha coesiva* do sistema de pino, (4) *falha coesiva* do cimento autoadesivo e (5) tipo misto, uma combinação de dois tipos de falha acima mencionados.

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de resistência ao cisalhamento por extrusão foram registrados em MPa e submetidos à análise estatística por meio do programa GraphPad Prism 5 para Windows (GraphPad Software Inc, La Jolla, CA, EUA), software estatístico. Foi empregada a Análise de Variância de dois fatores, seguida por teste complementar Bonferroni posttests e os dados analisados estatisticamente ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Quadro 2 - Composição e modo de aplicação dos materiais utilizados no estudo.

MATERIAIS	MARCA COMERCIAL	FABRICANTE	COMPOSIÇÃO	MODO DE APLICAÇÃO
Ácido etilenodiaminotetraacético	EDTA	Biodinâmica	Solução aquosa com 17% de sal tetrassódico a 1 M e PH 7,2.	Aplicar 5 ml na superfície com aplicador descartável por 3 min, Lavar com NaCl 0,9 % por 30 segundos e secar com pontas de papel absorvente.
Ácido fosfórico	Condicionador de ácido fosfórico Scotchbond™	3M ESPE	35% de Ácido Fosfórico.	Aplicar por 15 segundos sobre a dentina e remover com água abundantemente, por 30 segundos.
Agente de ligação	Silano	Angelus	y-metacrilosipropiltrimetoxisilano monofuncional (MPS) e Etanol.	Aplicar por 60 segundos e seque levemente com ar.
Cimento Resinoso	RelyX™ U200 Automix	3M ESPE	<u>Pasta A</u> – Amina, bis-GMA, TEGDMA, fotoiniciadores, partículas inorgânicas de Sílica e Zircônia (68% em peso) e pigmentos. <u>Pasta B</u> – TEGDMA, bis-GMA, partículas inorgânicas de Sílica e Zircônia (67% em peso), Peróxido de Benzoíla.	Aplicar por meio da seringa Automix e aguardar o tempo de presa.
Pino de Fibra de Vidro	EXACTO	Angelus	80 % de Fibra de vidro. 20 % de Resina epóxi.	Posicionar o pino no conduto para verificar a sua adaptação e completa inserção na raiz.

5 RESULTADOS

As médias (desvios padrões) da resistência de união nos grupos experimentais estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Média (desvio-padrão) da resistência de união (MPa) nos grupos experimentais.

GRUPO	TERÇO RADICULAR					
	CERVICAL		MÉDIO		APICAL	
G1	4,1 A	(2,1)	4,2 A	(1,5)	5,8 A	(2,0)
G2	3,5 Aa	(0,89)	4,0 Aa	(1,8)	4,7 Aa	(1,7)
G3	2,0 Ba	(1,1)	1,9 Bb	(1,2)	1,8 Bb	(0,91)

* Letras maiúsculas indicam comparação entre G1, G2 e G3 em todos os terços radiculares. Letras minúsculas indicam comparação entre G2 e G3 nos terços radiculares. Letras diferentes apontam para diferença estatística ao nível de 5%

Legenda: G1: aplicação do cimento resinoso conforme recomendação do fabricante; G2: pré-tratamento da dentina radicular com EDTA 17% por 3 min; G3: pré-tratamento da dentina radicular com gel de H₃PO₄ 35% durante 15s.

Fonte: da autora

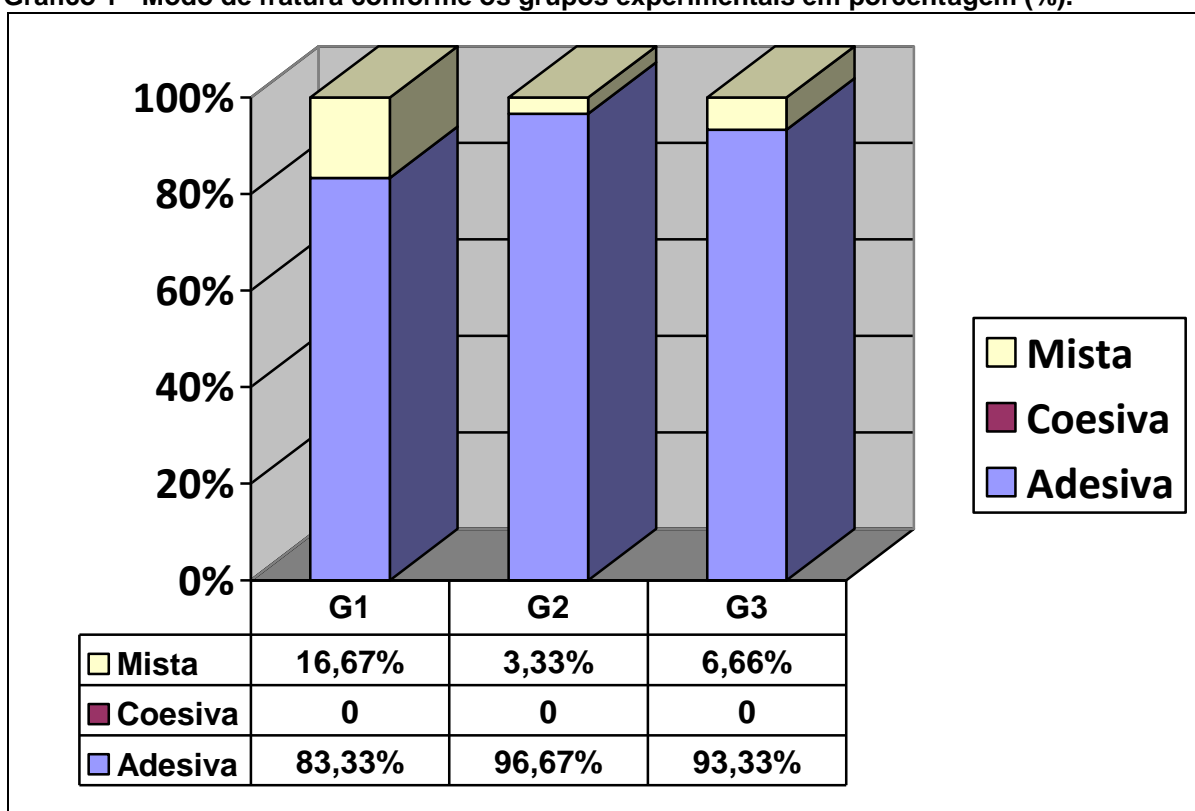
O teste Two-way ANOVA revelou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos da superfície e os terços radiculares testados com valores de $p = < 0.0001$ e $< 0,0779$ respectivamente. O teste complementar de Bonferroni posttests indicou que, em relação ao tratamento de superfície, os valores da resistência de união obtidos no grupo onde a dentina não foi condicionada (G1) e no grupo onde a dentina foi condicionada com EDTA à 17% (G2) foram semelhantes e superiores aos valores obtidos no grupo onde a dentina foi condicionada com H₃PO₄ à 35% (G3); portanto os valores de resistência de união dos grupos G1 e G2 não apresentaram diferença estatística significativa entre si ($p= 0.3423$), mas foram estatisticamente diferentes em relação ao grupo G3 ($p < 0.0001$).

Em relação aos terços radiculares, os resultados demonstraram que os grupos G1 e G2 apresentaram valores de resistência adesiva similares entre os terços radiculares, portanto não houve diferença estatística entre os terços radiculares ($p > 0.05$) da superfície sem condicionamento ácido (G1) e da superfície condicionada com EDTA a 17% (G2). Porém o condicionamento da superfície dentinária com o H₃PO₄ à 35% (G3) prejudicou a adesão de todos os terços radiculares, cervical ($p < 0,05$), médio ($p < 0,01$) e apical ($p < 0,001$), quando comparado com (G1) e também prejudicou o desempenho da resistência adesiva no terço médio

($p < 0,05$) e apical ($p < 0,001$) quando comparado com (G2).

A observação do padrão de fratura dos 27 corpos de prova revelou que houve uma predominância do tipo de fratura adesiva entre cimento e dentina, seguida por falhas mistas em percentual bem menor, o que demonstra claramente que essa foi a interface mais frágil de todo o procedimento adesivo. No gráfico a seguir os tipos de fratura estão representados em porcentagem (%) de incidência conforme os grupos experimentais e os terços radiculares.

Gráfico 1 - Modo de fratura conforme os grupos experimentais em porcentagem (%).



Fonte: Da autora

6 DISCUSSÃO

No presente estudo, a resistência de união do cimento resinoso autoadesivo de presa mista, RelyX™ U200 Automix foi avaliada. As hipóteses de que o tratamento de superfície e a região do canal radicular não influenciam a resistência adesiva do cimento foram rejeitadas. Os resultados mostraram que o condicionamento da dentina com o ácido fosfórico a 37% (G3) prejudicou a adesão do cimento à dentina; no entanto, a adesão do cimento à dentina foi preservada quando o condicionamento da superfície foi realizado com o agente quelante EDTA a 17%, pois os resultados não diferiram do grupo controle (G1). Em relação aos terços radiculares, os resultados demonstram que os grupos G1 e G2 apresentaram valores de resistência adesiva similares entre os terços radiculares, portanto não houve diferença estatística entre os terços radiculares da superfície sem condicionamento ácido (G1) e da condicionada com EDTA a 17% (G2). Porém o condicionamento da superfície dentinária com o H_3PO_4 a 35% (G3) prejudicou o desempenho da resistência adesiva no terço médio e apical quando comparado com (G2) e também prejudicou adesão de todos os terços quando comparado com (G1).

A resistência ao cisalhamento depende do grau de aderência e da estabilidade micromecânica e química entre as interfaces de cimentação: a superfície da dentina radicular, o agente de ligação dentinário, o cimento resinoso, o agente de ligação Silano e o pino de fibra. Pela interação entre diversos fatores, o valor de resistência de união inicial e ao longo do tempo de um procedimento de cimentação obtido na prática clínica pode ser significativamente menor que o valor desejável (WANG et al, 2008).

Segundo Goracci et al em 2004, o ensaio de resistência à microtração pode ser usado para mensurar a força de fixação interfacial, porém requer um grande número de pequenas amostras de feixe em forma de palito, mas os valores de desvio padrão e as taxas de falhas prematuras podem ser elevados tanto para as amostras cortadas quanto para as não cortadas. Embora o método de microtração também possa ser aplicado à dentina, o teste de cisalhamento por extrusão parece ser mais confiável devido à ausência de falhas prematuras e a variabilidade da distribuição de dados. O teste push-out (ROYDHOUSE, 1970) mede a resistência ao cisalhamento de espécimes relativamente espessos em cortes transversais e foi usado primeiramente para mensurar a resistência ao cisalhamento

de uma resina composta em procedimentos diretos e indiretos em canais radiculares preparados (BOUILLAGUET et al, 2003; WANG et al, 2008).

O ensaio mecânico de cisalhamento por extrusão (Push-out) têm sido comumente utilizado para avaliar a retenção de pinos no canal radicular. O referido teste é baseado no grau de retenção do pino no espaço radicular, o que reflete o padrão de qualidade da adesão alcançada. Mede a tensão de fratura na interface entre o cimento e a dentina, bem como entre o pino e o cimento. Com a força de extrusão a falha ocorre paralelo à interface do pino / cimento / dentina, situação semelhante à condição clínica. Este tipo de ensaio tem demonstrado ser um modelo bem ajustado para esse propósito, pois gera dados quantitativos bem comportados estatisticamente e isso pode justificar o grande volume de pesquisa utilizando esse modelo experimental (GORACCI et al, 2004).

Neste estudo, o teste Push-out foi realizado 24 horas após os procedimentos de cimentação adesiva porque a força de adesão pode aumentar durante este período (CALIXTO et al, 2012) e os espécimes foram constituídos de 1 mm de espessura, pois assim há uma distribuição de tensão mais uniforme (GORACCI et al 2004).

O uso de cimento resinoso para fixar pino de fibra de vidro em dentina radicular é um conceito clínico atraente, porém os resultados obtidos por Calixto et al em 2012 corroboram com estudos anteriores que o cimento combinado com o sistema adesivo que exige o condicionamento ácido prévio ou o autocondicionante são boas opções para cimentação de pino de fibra de vidro e que o cimento resinoso autoadesivo testado (RelyX™ U100) exibiu menor resistência de união à dentina (6.33 ± 1.67 Mpa) e apresentou limitado potencial de condicionamento quando comparado com os demais grupos. Contudo os valores de resistência de união obtidos para este cimento foram similares aos encontrados em nosso grupo controle (4.71 ± 1.89 MPa), assim como o seu desempenho nos terços médio e apical. O maior valor de resistência de união encontrado por este autor pode estar relacionado ao maior tempo de exposição à luz (80 segundos) devido incidência complementar pela superfície vestibular e lingual da raiz; portanto é lícito comparar os resultados visto que o fabricante afirma que ambos os cimentos apresentam a mesma formulação química (3M ESPE).

Em 2008, Zicari et al também testaram a resistência de união push-out de vários agentes de cimentação, e o resultado mostra que não houve

significância entre os valores obtidos em relação aos terços radiculares coronal, médio e apical. A maior resistência da união foi obtida pelo cimento Clearfil Esthetic ($14,60 \pm 3,63$ MPa), o que não foi significativamente diferente do cimento Panavia 21 EX/ED Primer ($12,57 \pm 2,45$ MPa), mas foi significativamente maior do que os cimentos Variolink II/Excite DSC ($11,09 \pm 4,09$ MPa), RelyX Unicem ($11,29 \pm 4,31$ MPa) e GC-Experimental ($7,65 \pm 4,79$ MPa). Porém, a menor força de ligação foi observada nos terços médio e apical da raiz para todos os cimentos, exceto para o RelyX Unicem que mostrou a maior resistência de união no terço apical em conformidade com os nossos resultados. Neste estudo foram utilizados corpos de prova na espessura de 2 mm, fato que pode justificar o maior valor de resistência de união do cimento RelyX™ U100 em relação ao estudo atual.

No presente estudo, o melhor resultado de resistência adesiva foi obtido no terço apical do conduto radicular em dois grupos experimentais (G1 e G2). A adaptação excelente do pino nas paredes do canal nesta porção radicular pode explicar o melhor desempenho. Esta adaptação do pino, além de melhorar o mecanismo de fricção, reduz a espessura da película de cimento, o que contribui para minimizar os efeitos da contração de polimerização, proporcionando resultados mais favoráveis. Além disso, um pino de fibra de vidro translúcido foi utilizado junto a um aparelho com maior capacidade de transmissão de luz ($1200 \text{ mW} / \text{cm}^2$), o que também pode ter sido significativo para a obtenção de um grau apropriado de conversão do cimento, particularmente nesta porção do conduto radicular, pois esta situação minimiza o problema do acesso limitado do terço apical à luz ativadora, resultando em falhas na polimerização do cimento resinoso autoadesivo de dupla cura (CALIXTO et al, 2012). Este resultado também pode ser justificado pela inserção do cimento sobre pressão, conforme preconizaram De Munck et al, em 2004, pois melhora a adaptação do cimento com as paredes do conduto radicular devido a sua viscosidade relativamente elevada.

Em contrapartida, os resultados controversos sobre a resistência de união nos terços radiculares, parecem sugerir que o procedimento de aplicação do cimento no interior do conduto radicular estreito e profundo é difícil de controlar. Além disso, a área de superfície descontínua, coberta por detritos e restos de camada de guta-percha e cimento endodôntico podem dificultar a penetração dos adesivos e dos cimentos para dentro dos túbulos dentinários, particularmente no nível apical. É crucial a obtenção de uma superfície isenta de sujidade,

simplesmente porque estes resíduos podem reduzir a área da superfície disponível para a adesão. (BOUILLAGUET et al, 2003; PERDIGÃO et al, 2006).

Os cimentos resinosos autoadesivos não exigem o tratamento prévio da superfície dentinária do conduto radicular, no entanto esta abordagem técnica se apresenta menos eficaz que a dos outros cimentos investigados. Por isso a remoção da lama dentinária com soluções químicas tem sido proposta a fim de averiguar se esta abordagem influencia a adesividade desses materiais à estrutura dentária (DE MUNCK et al, 2005; GU et al, 2009; MAZZITELLI et al, 2010). Esta hipótese se confirmou no presente estudo, pois os valores de adesão obtidos no grupo G1 - onde a superfície dentinária não foi condicionada, foram similares ao do G2 - onde a superfície dentinária foi condicionada com o ácido fraco EDTA a 17 %. Em contrapartida o efeito do condicionamento da superfície com H_3PO_4 a 35% realizado no G3 foi de redução dos valores adesivos.

A conclusão de um estudo de revisão realizado por VIOLICH & CHANDLER em 2010 aponta para o fato de que nenhum método atual utilizado para a remoção desses detritos é universalmente adotado ou eficaz em toda a extensão do conduto radicular e que a alternância entre a solução de EDTA e NaOCl é o método mais adequado quando se deseja realizar a sua remoção. A irrigação ultrassônica passiva deve ser constituída como um tratamento complementar para a limpeza do sistema de canais radiculares, pois a sua eficácia vai além dos resultados obtidos com os instrumentos endodônticos devido o seu potencial para contactar uma maior área de superfície da parede do canal (VAN DER SLUIS, et al, 2007).

Alcançar a condição ideal da superfície dentinária que proporciona uma eficácia na resistência adesiva continua sendo um desafio para os clínicos. O uso de um agente ácido suave como o EDTA tem sido proposto, pois a remoção da camada frouxa do smear layer aumenta a adesão do cimento resinoso autoadesivo. Em um estudo realizado por Gu et al, em 2009 houve influência direta da remoção da lama dentinária na resistência de união quando diferentes soluções químicas foram testadas. O EDTA removeu a camada de resíduos de uma forma extremamente eficaz e, como resultado, houve um incremento na resistência da união em cada terço da região do conduto radicular (apical, médio e coronal). Houve significância estatística entre a abertura dos túbulos dentinários e a remoção de resíduos na formação da camada híbrida entre os grupos. Os autores concluíram

que a remoção do “Smear Layer” desempenha um papel importante na eficácia de adesão do cimento resinoso autocondicionante. No entanto, no estudo atual, o resultado obtido com o grupo 2 (grupo que recebeu tratamento da superfície dentinária com o EDTA à 17 % por 3 minutos) não ter apresentado diferença estatística com o grupo controle, os valores de resistência de união encontrados foram mais baixos; o que pode ser explicado pelo efeito do EDTA exercer apenas uma leve remoção da camada de lama dentinária e não aumentar a rugosidade da superfície o que pode proporcionar falhas na formação da camada híbrida (MAZZITELLI et al, 2010).

O condicionamento prévio da superfície dentinária com ácido fosfórico antes da cimentação tem se mostrado prejudicial à eficácia adesiva com a dentina segundo De Munck et al em 2004 e Monticelli et al em 2008; porém remove eficazmente a camada superficial do “smear layer” e o “smear plug” presentes após o preparo do conduto radicular sobre os túbulos dentinários, expõe as fibrilas colágenas por remover a hidroxiapatita da dentina intertubular e altera o seu fluxo hídrico (GORACCI et al, 2005; PERDIGÃO et al, 2006).

Esse fato pode explicar os resultados obtidos no grupo experimental 3 (H_3PO_4 + U200) do presente estudo, pois apresentou diferença significativa nos valores de resistência de união quando comparado aos demais grupos. O mal desempenho do grupo pode ter sido decorrente da remoção em excesso dos componentes minerais interfibrilares da dentina necessários para interagir com as moléculas do cimento e isto teria acarretado numa reação química deficiente. Além disso o cimento RelyX™ U200 é composto por uma mistura de Bis-HEMA e TEGDMA (Quadro 2). O HEMA é uma molécula solúvel em água que promove a infiltração do cimento resinoso na dentina que foi desmineralizada, mas também pode atrair água da camada abaixo da desmineralização, conduzindo a uma polimerização pobre e uma diminuição das suas propriedades mecânicas, comprometendo o desempenho adesivo (MAZZITELLI et al, 2010).

Em acordo com Fukegawa et al, em 2006; os cimentos resinosos auto adesivos contêm a molécula de monômero levemente ácido, à base de fosfato funcional 10-MDP que são reivindicados para reagir quimicamente com a hidroxiapatita residual encontrada ao redor do colágeno dentro da camada híbrida e esta interação parece importante para estabilizar a adesão à longo prazo. Devido à baixa solubilidade do sal de cálcio-MDP em água, a ligação entre MDP e

hidroxiapatita permanece estável. Para garantir um correto padrão de infiltração, estes cimentos devem ser capazes de molhar e infiltrar no substrato em curto período de tempo e requerem essas propriedades desempenhadas com eficácia para alcançar uma rápida interação com a dentina. Quando a camada de smear layer está presente, apesar do seu PH inicial ácido, os cimentos autoadesivos não produzem uma desmineralização e hibridização e por isso tem sido reconhecida como a principal causa da ligação fraca na colagem com esses cimentos. Esse fato pode explicar o desempenho do cimento RelyX™ U100 na cimentação de pinos de fibra à dentina radicular.

Conforme De Munck et al em 2004, o cimento autoadesivo apresenta uma interação com a dentina bastante irregular e superficial, variando de 100 a 200 nm. Além disso, a análise SEM realizada no estudo de Zicari et al em 2008 revelou a presença de várias bolhas de ar localizadas na interface entre o cimento e a dentina. Este fato foi atribuído a uma má adaptação do cimento às paredes do conduto radicular, ao invés do processo de mistura; pois apesar da sua manipulação facilitada e a definição de um curto tempo de trabalho, a sua viscosidade relativamente elevada prejudica a sua adaptação ao longo da superfície dentinária e favorece a formação de bolhas de ar em vários corpos de prova. A possível hibridização deficiente da dentina ao longo das paredes do canal radicular pode explicar os resultados de resistência de união baixos obtidos neste estudo em todos os terços radiculares de todos os grupos experimentais.

Na presente investigação, uma prevalência de falhas adesivas na interface cimento / dentina foi observada. Apenas alguns corpos de prova apresentaram modo de falha mista e não foi registrada nenhuma fratura coesiva no sistema de pino. Uma parcela de falhas consideradas mistas foi decorrente da incorporação de bolhas na interface de cimentação. Este resultado contradiz estudos anteriores, em que o modo de fratura adesiva predominante foi observado na interface cimento/pino (PERDIGÃO et al, 2006). Além disso, o atrito desenvolvido pela cimentação do pino ao longo das paredes do conduto radicular desempenhou um papel importante no ensaio de resistência realizado por Gorracci et al, em 2005. No entanto, vários estudos in vitro suportam a conclusão de clínica geral que a maioria das falhas ocorrem na interface entre cimento e dentina radicular (BOUILLAGUET et al, 2003; FERRARI, et al, 2007).

A força adesiva real na interface de cimentação de um pino à

dentina radicular é afetada por muitos fatores, entre os quais o grau de hidratação da dentina radicular, o tipo de agente de condicionamento da superfície, o tipo de cimento adotado, a intensidade da interação entre o cimento e a dentina, a tensão de contração de polimerização, o tipo de cimento endodôntico, presença de resíduos de guta-percha, a configuração da cavidade desfavorável do conduto radicular, o uso de cimentos endodônticos contendo eugenol e as diferenças anatômicas em densidade e orientação dos túbulos dentinários nos diferentes níveis do conduto radicular. Além disso, o difícil controle de umidade e a falta de visão no canal da raiz também podem afetar a adesão (BOUILLAGUET et al, 2003; MEERBEEK et al, 2003; FERRARI et al, 2007). A ocorrência de bolhas na interface dentro do canal da raiz devem ser atribuídas principalmente à qualidade de interação entre o cimento e a dentina, e o factor-C elevado devido à configuração da cavidade desfavorável (FERRARI et al, 2008).

A revisão dos artigos científicos deve ser criticamente realizada principalmente em relação aos métodos utilizados no estudo para que possam ser reproduzidos com a segurança de se obter bons resultados clínicos pós-operatórios ao longo do tempo sem colocar em risco a qualidade da atenção prestada. É essencial que os profissionais tenham conhecimento sobre as propriedades e o modo de interação entre os substratos biológicos e os materiais odontológicos envolvidos na ligação de pinos de fibra de vidro à dentina radicular para que possam ser evitadas ou contornadas as falhas que comprometem a longevidade dos procedimentos restauradores diretos e indiretos realizados em dentes que necessitam de reforço na sua estrutura dental remanescente.

Perante as limitações do estudo, novos métodos devem ser testados para avaliar a resistência de união do cimento resinoso autoadesivo de presa mista, RelyX™ U200 Automix. A realização de estudos clínicos poderia contribuir para confirmar o quanto essa propriedade mecânica interfere no desempenho clínico do material e na durabilidade do procedimento adesivo.

7 CONCLUSÃO

Considerando as limitações deste experimento “in vitro” quanto à metodologia e aos biomateriais empregados podemos concluir que:

1) O desempenho da resistência de união entre o pino de fibra de vidro e a dentina radicular cimentados com o RelyX™ U200 Automix, não foi melhorada após o tratamento prévio da superfície dentinária radicular pelo EDTA à 17% e piorou com H₃PO₄ à 35%, onde se conclui que o condicionamento da superfície dentinária influenciou parcialmente os resultados da adesão;

2) Em relação aos terços radiculares, foi observada diferença estatística significativa ao analisar cada grupo isoladamente. Em G1 e G2 não houve diferença em todos os terços. Em G1 e G3 houve diferença em todos os terços com valores extremamente inferiores em G3. Em G2 e G3 houve diferença nos terços médio e apical, onde os valores foram menores em G3.

3) Em relação ao padrão de fratura, houve uma predominância do tipo de fratura adesiva entre cimento e dentina, seguida por falhas mistas em percentual bem menor. Não houve incidência de fratura coesiva.

REFERÊNCIAS

ABDULJABBAR, T. et al. Fracture resistance of three post and core Systems in endodontically treated teeth restored with all-ceramic crowns. **King Saud University Journal of Dental Sciences**, v. 3, n. 1, p. 33-38, 2012.

ADANIR, N.; BELLI, S. Evaluation of different post lengths' effect on fracture resistance of a glass fiber post system. **European Journal of Dentistry**, v. 2, p. 23-28, Jan. 2008.

BARATIERI, Luiz Narciso et al. **Odontologia restauradora: fundamentos e técnicas**. São Paulo: Santos, 2010. v. 2. p. 581-605.

BEHR, M. et al. Marginal adaptation of three self-adhesive resin cements vs. a well-tried adhesive luting agent. **Clinical Oral Investigations**, v. 13, n. 4, p. 459-464, 2009.

BOUILLAGUET, S. et al. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. **Dental Materials**, v. 19, n. 3, p. 199-205, May. 2003.

BRAGA, R. R.; BALLESTER, R. Y.; FERRACANE, J. L. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. **Dental Materials**, v. 21, n. 10, p. 962-970, Oct. 2005.

CALIXTO, L. R. et al. Effect of resin cement system and root region on the push-out bond strength of a translucent fiber post. **Operative Dentistry**, v. 37, n. 1, p.80-86, 2012.

CARVALHO, R. M. et al. Dentin as a bonding substrate. **Endodontic Topics**, v. 21, n. 1, p. 62-88, Sept. 2012.

CHEUNG, W. A review of the management of endodontically treated teeth. **The Journal of the American Dental Association**, v. 136, n. 5, p. 611-619, May. 2005.

DE MUNCK, J. et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. **Journal of Dental Research**, v. 84, n. 8, p. 118-132, Aug. 2005.

_____. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. **Dental Materials**, v. 20, n. 10, p. 963-971, Dec. 2004.

DE WALD, J. P. The use of extracted teeth for in vitro bonding studies:a review of infection control consideration. **Dental Materials**, v. 13, n. 2, p. 74-81, Mar. 1997.

DIETSCHI, D. et al. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Parte II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies. **Quintessence International**, v. 39, n. 2, p. 117-128, Feb. 2008.

DIETSCHI, D. et al. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature - Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. **Quintessence International**, v. 38, n. 9, p. 733-743, Oct. 2007.

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, Apr. 2011.

FERRARI, M. et al. A randomized controlled trial of endodontically treated and restored premolars. **Journal of Dental Research**, v. 71, n. 72S-78S, Jul. 2012.

FERRARI, M. et al. Post placement affects survival of endodontically treated premolars **Journal of Dental Research**, v. 86, n. 8, p. 729-734, Aug. 2007.

FUKEGAWA, D. et al. Chemical interaction of phosphoric acid ester with hydroxyapatite. **Journal of Dental Research**, v. 85, n. 10, p. 941-944, 2006.

GIANNINI, M. et al. The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 3, n. 4, p. 315-324, 2001.

GORACCI, C.; FERRARI, M. Current perspectives on post systems: a literature review. **Australian Dental Journal**, v. 56, n. 1, p. 77-83, 2011.

GORACCI, C. et al. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 8, p. 608-612, Aug. 2005.

GORACCI, C. et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. **European Journal of Oral Sciences**, v. 112, p. 353-361, 2004.

GU, X.-H. et al. Does endodontic post space irrigation affect smear layer removal and bonding effectiveness? **European Journal of Oral Sciences**, v. 117, p. 597-603, 2009.

JULOSKI, J. et al. Ferrule effect: a literature review. **Journal Endodontics**, v. 38, n. 1, p. 11-19, Jan. 2012.

KINNEY; J. H.; MARSHALL; S. H.; MARSHALL, G. W. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. **Critical Reviews in Oral Biology and Medicine**, v. 14, n. 1, p. 13-29, 2003.

MAZZITELLI, C. et al. Dentin treatment effects on the bonding performance of self-adhesive resin cements. **European Journal of Oral Sciences**, v. 118, p. 80-86, 2010.

MONTICELLI, F.; FERRARI, M.; TOLEDANO, M. Cement system and surface treatment selection for fiber post luting. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, v. 13, n. 3, p. 214-221, Mar. 2008.

PERDIGÃO, J.; GOMES, G.; AUGUSTO, V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. **Journal of Prosthodontics**, v. 16, n. 3, p. 154-164, May-Jun. 2007.

PERDIGÃO, J.; GOMES, G.; LEE, I. K. The effect of silano on the bond strengths of fiber posts. **Dental Materials**, v. 22, p. 752-758, 2006.

PEREIRA, J. C. et al. Tratamentos conservadores da vitalidade pulpar: princípios biológicos e clínicos. **Biodonto Dentística e Estética**, Bauru, v. 2, n. 3, p. 7-100, 2004.

PLOTINO, G. et al. Influence of surface remodelling using burs on the macro and micro surface morphology of anatomically formed fibre posts. **International Endodontic Journal**, v. 41, p. 345-355, 2008.

PLOTINO, G. et al. Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. **Dental Materials**, v. 23, p. 1129-1135, 2007.

RADOVIC, I. et al. Self-adhesive resin cements: a literature review. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 14, n. 4, p. 252-258, 2008.

RASIMICK, B. J. et al. Effect of EDTA conditioning upon the retention of fibre posts luted with resin cements. **International Endodontic Journal**, v. 41, p. 1101-1106, 2008.

RATHKE, A. et al. Effectiveness of bonding fiber posts to root canals and composite core build-ups. **European Journal of Oral Sciences**, v. 117, p. 604-610, 2009.

REIS, A. F.; PEREIRA, P. N. R.; GIANNINI, M. Sistemas adesivos: atualidades e perspectivas. In: MACEDO, M. C. S.; BALDACCI FILHO, R. (Coord.). **Jubileu de ouro CIOSP**. São Paulo: CIOSP/APCD, 2007. p. 85-116.

RÖDIG, T. et al. Effects of different luting agents on bond strengths of fiber-reinforced composite posts to root canal dentin. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 12, n. 3, p. 197-205, 2010.

ROYDHOUSE, R. H. Punch-shear test for dental purposes. **Journal of Dental Research**, v. 49, n. 1, p. 131-136, 1970.

SADEK, F. T. et al. Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. **Dental Materials**, v. 23, p. 95-99, 2007.

SAHINKESSEN, G. et al. The effect of post surface silanization and luting agents on the push-out bond strengths of adhesively inserted fiber reinforced posts. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v. 31, p. 265-270, 2011.

SCHWARTZ, R. S.; ROBBINS, J. W. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literatur review **Journal of Endodontics**, v. 30, n. 5, p. 289-301, May. 2004.

SHEMESH, H.; WU, M.-K.; WESSELINK, P. R. Leakage along apical root fillings with

and without smear layer using two different leakage models: a two-month longitudinal ex vivo study. **International Endodontic Journal**, v. 39, p. 968-976, 2006.

SIGNORE, A. et al. Clinical evaluation of an oval-shaped prefabricated glass fiber post in endodontically treated premolars presenting an oval root canal cross-section: a retrospective cohort study. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 24, n. 3, p. 255-263, 2011.

TAY, F. R. et al. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. **Journal of Endodontists**, v. 31, n. 8, p. 584-589, Aug. 2005.

VAN MEERBEEK, B. et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Operative Dentistry**, v. 28, n. 3, p. 215-235, Feb. 2003.

VICHI, A. et al. Extent of cement polymerization along dowel space as a function of the interaction between adhesive and cement in fiber post cementation. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 14, n. 1, p. 51-57, 2012.

VICHI, A.; GRANDINI, S.; FERRARI, M. Comparison between two clinical procedures for bonding fiber posts into a root canal: a microscopic investigation. **Journal of Endodontists**, v. 28, n. 5, p. 355-360, May. 2002.

WANG, V. J. J. et al. Effect of two post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test. **Dental Materials**, v. 24, p. 372-377, 2008.

WATZKE, R.; FRANKENBERGER, R.; NAUMANN, M. Different scanning electron microscopic evaluation methods of cement interface homogeneity of adhesively luted glass fiber posts. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 69, p. 101-107, 2011.

ZAITTER, S. et al. Microtensile bond Strength of glass fiber posts cemented with self-adhesive and self-etching resin cements. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 13, n. 1, p. 55-59, 2011.

ZICARI, F. et al. Effect of fibre post length and adhesive strategy on fracture resistance of endodontically treated teeth after fatigue loading. **Journal of Dentistry**, v. 40, p. 312-321, 2012.

ZICARI, F. et al. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. **Dental Materials**, v. 24, p. 967-977, 2008.

APÊNDICES

Apêndice A – Termo de Doação de Dentes

Identificação do Doador

Nome (Legível): _____

Data de Nascimento: ____/____/____

Local de Nascimento: _____ UF: _____

RG nº: _____ CPF nº: _____

Endereço: _____

Cidade: _____ CEP: _____ UF: _____

Telefones para contato: () _____ () _____

E-mail: _____

DECLARAÇÃO

Declaro ter sido esclarecido sobre quais os motivos que levaram a necessidade de remoção do(s) dente(s) _____ (código), por razões terapêuticas, e concordo em ceder os mesmos para serem utilizados no projeto de Mestrado da aluna Tânia Christina Simões, sob orientação da Profa Dra Sandra Kiss Moura, a ser desenvolvida na Universidade Norte do Paraná, após aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Fui ainda esclarecido de que os resultados da referida pesquisa serão divulgados em encontros científicos, resguardando o sigilo e a confidencialidade sobre minha identidade, que não será divulgada por qualquer meio. O material cedido será utilizado unicamente nesta pesquisa.

Londrina, _____ de _____ de 2012.

Assinatura do doador

Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado (a) Senhor (a): _____.

RG: _____

Gostaríamos de convidá-lo (a) a participar da pesquisa intitulada “**A influência da técnica adesiva na retenção de pino de fibra**”, que faz parte da Dissertação de Mestrado da aluna Tania Christina Simões, a ser desenvolvida na Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), sob orientação da Profa Dra Sandra Kiss Moura. O objetivo da pesquisa é avaliar a adesão de um pino de fibra de vidro na dentina de dentes unirradiculados (de uma raiz), após tratamento da dentina e aplicação de um cimento. Para isto a sua participação é muito importante e ela se dará pela doação de seu dente unirradicado (especificar a quantidade e o tipo), que será removido pelo seu cirurgião-dentista, desde que exista indicação terapêutica para isso. Ele irá arquivar em seu prontuário e se responsabilizar por toda documentação relacionada ao seu atendimento. Seu dente será utilizado para realizar uma restauração com pino de fibra de vidro e cimento resinoso, depois do tratamento do canal, quando a raiz será cortada em círculos de 1 mm de espessura e estas amostras serão testadas em uma máquina, para avaliar a adesão do pino ao dente. Os resultados desta pesquisa serão divulgados em encontro científico e na defesa da Dissertação de Mestrado, resguardando sua identidade, que será mantida em sigilo. Seu dente não será utilizado para outra finalidade e a amostra será armazenada pela professora responsável, até o final da pesquisa. O descarte do material será efetuado pela professora orientadora, respeitando os critérios de biossegurança. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária e que você não será prejudicado em seu atendimento pelo dentista, caso não concorde em doar e ceder seu dente para esta pesquisa. Informamos ainda que as informações tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Caso você tenha mais dúvidas ou necessite de outros esclarecimentos, ou ainda, venha a sentir desconforto relacionado a algum procedimento realizado durante sua participação na pesquisa, poderá contatar as pesquisadoras. Este termo será preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você. Além da assinatura nos

campos específicos pelos pesquisadores e por você, solicitamos que sejam rubricadas todas as folhas deste documento.

Eu, _____
(nome por extenso do sujeito de pesquisa), RG _____, declaro que fui devidamente esclarecido e concordo em participar VOLUNTARIAMENTE da pesquisa coordenada pela Profa Sandra Kiss Moura e desenvolvida pela aluna Tania Christina Simões.

Londrina, ____, de _____ de 2012.

Assinatura ou impressão datiloscópica

Contato:

Nome: Sandra Kiss Moura

Endereço: R Marselha, 183, Faculdade de Odontologia.

CEP: 86041-100

Telefone: (43) 3371-9832

Nome: Tania Christina Simões

Endereço: R Marselha, 183, Faculdade de Odontologia.

CEP: 86041-100

Telefone: (43) 3371-9832

ANEXOS

Anexo 1 – Parecer de Trabalho Inscrito

UNIVERSIDADE NORTE DO
PARANÁ - UNOPAR



PROJETO DE PESQUISA

Título: A influência da técnica adesiva na cimentação de um pino de fibra.

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 07114112.1.0000.0108

Pesquisador: SANDRA KISS MOURA

Instituição:

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 95.060

Data da Relatoria: 08/10/2012

Apresentação do Projeto:

O Projeto é bastante claro em todos os seus aspectos, especialmente quanto aos seus objetivos e resultados esperados.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar *in vitro* os fatores que interferem na adesão do pino de fibra de vidro à dentina radicular, por meio do teste de resistência ao cisalhamento por extrusão push-out.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os sujeitos participam por meio da doação de seus dentes, após assinarem o Termo de consentimento Livre e esclarecido. Esta pesquisa não irá

Riscos: realizar intervenção direta nos sujeitos.

Benefícios: Contribuir para o conhecimento científico da técnica de cimentação adesiva com pinos de fibra.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

não é o caso

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

não é o caso

Recomendações:

não é o caso

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto é bastante claro quanto a sua metodologia e não apresenta riscos as pessoas envolvidas nas diferentes fases

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Av. Paris 675

Bairro: Jardim Piza

UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.041-140

Telefone: (43)3371-7834

E-mail: pesquisa@unopar.br

Anexo 2 – Análise Estatística

Two-way ANOVA

Source of Variation	% of total variation	P value
Interaction	3,48	0,3423
TRATAMENTO	37,80	< 0.0001
TERÇO	4,02	0,0779

Source of Variation	P value summary	Significant?
Interaction	ns	No
TRATAMENTO	***	Yes
TERÇO	ns	No

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	4	11	2,7	1,1
TRATAMENTO	2	120	58	25
TERÇO	2	12	6,2	2,6
Residual	72	170	2,3	

Number of missing values 0

Bonferroni posttests**U200 vs EDTA+U200**

TERÇO	U200	EDTA+U200	Difference	95% CI of diff.
Cervical	4,1	3,5	-0,60	-2.7 to 1.5
Médio	4,2	4,0	-0,20	-2.3 to 1.9
Apical	5,8	4,7	-1,1	-3.2 to 0.96

TERÇO	Difference	t	P value	Summary
Cervical	-0,60	0,83	P > 0.05	ns
Médio	-0,20	0,28	P > 0.05	ns
Apical	-1,1	1,5	P > 0.05	ns

U200 vs H3PO4+U200

TERÇO	U200	H3PO4+U200	Difference	95% CI of diff.
Cervical	4,1	2,0	-2,1	-4.2 to -0.038
Médio	4,2	1,9	-2,3	-4.4 to -0.24
Apical	5,8	1,8	-4,0	-6.1 to -1.9

TERÇO	Difference	t	P value	Summary
Cervical	-2,1	2,9	P < 0.05	*
Médio	-2,3	3,2	P < 0.01	**
Apical	-4,0	5,5	P < 0.001	***

EDTA+U200 vs H3PO4+U200

TERÇO	EDTA+U200	H3PO4+U200	Difference	95% CI of diff.
Cervical	3,5	2,0	-1,5	-3.6 to 0.56
Médio	4,0	1,9	-2,1	-4.2 to -0.038
Apical	4,7	1,8	-2,9	-5.0 to -0.84

TERÇO	Difference	t	P value	Summary
Cervical	-1,5	2,1	P > 0.05	ns
Médio	-2,1	2,9	P < 0.05	*
Apical	-2,9	4,0	P < 0.001	***

Data analyzed: Data 2

Source of Variation	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean square
TRATAMENTO	2.0	120	58
TERÇO	2.0	12	6.2
Interaction	4.0	11	2.7
Residual (error)	72.0	170	2.3
Total	80.0	310	

NARRATIVE

Does TRATAMENTO have the same effect at all values of TERÇO?

Interaction accounts for 3.48% of the total variance.

F = 1.15. DFn=4 DFd=72

The P value = 0.3423

If there is no interaction overall, there is a 34% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered not significant.

Does TRATAMENTO effect the result?

MATERIAL accounts for 37.80% of the total variance.

F = 24.88. DFn=2 DFd=72

The P value is < 0.0001

If TRATAMENTO has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. **The effect is considered extremely significant.**

Does TERÇO effect the result?

TERÇO accounts for 4.02% of the total variance.

F = 2.65. DFn=2 DFd=72

The P value = 0.0779

If TERÇO has no effect overall, there is a 7.8% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered not quite significant