TAMILE ROCHA DA SILVA LOBO

**Comparação entre cimentos resinosos e uma resina “bulk fill” na cimentação
de pinos de fibra de vidro - Análise de resistência adesiva e dureza**

São Paulo

2017

TAMILE ROCHA DA SILVA LOBO

**Comparação entre cimentos resinosos e uma resina “bulk fill” na cimentação
de pinos de fibra de vidro - Análise de resistência adesiva e dureza**

Versão Original

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia (Dentística) para obter o título de Doutor em Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Míriam Lacalle Turbino

São Paulo

2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Lobo, Tamile Rocha da Silva.

Comparação entre cimentos resinosos e uma resina “bulk fill” na cimentação de pinos de fibra de vidro – Análise de resistência adesiva e dureza / Tamile Rocha da Silva Lobo ; orientador Miriam Lacalle Turbino. -- São Paulo, 2017.

60 p. : fig., tab., graf.; 30 cm.

Tese (Doutorado) -- Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Dentística. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão original

1. Cimento resinoso. 2. Cimentação. 3. Pinos dentários. 4. Fibra de vidro. 5. Dureza. I. Turbino, Miriam Lacalle. II. Título.

Lobo TRSL. Comparação entre cimentos resinosos e uma resina “bulk fill” na cimentação de pinos de fibra de vidro - Análise de resistência adesiva e dureza. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em: /   /.....

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a)._____

Instituição: _____Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a)._____

Instituição: _____Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a)._____

Instituição: _____Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a)._____

Instituição: _____Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a)._____

Instituição: _____Julgamento: _____

À Deus pelas bênçãos e por guiar meu caminho

Aos meus pais pelo exemplo dedicação e amor incondicional. Obrigada por fazerem de mim alguém melhor a cada dia. Serei eternamente grata.

À minha irmã pelo apoio em todos os momentos e por podermos compartilhar as coisas boas e aprender com as ruins.

À todos os meus familiares e amigos que estão do meu lado apoiando e me dando forças para seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Profa. Dr^a **Miriam Lacalle Turbino** pelos ensinamentos e disponibilidade. Nunca serei capaz de agradecer pelos momentos que passamos juntas. Sou muito grata por todas as oportunidades que a senhora me deu, saiba que eu a admiro e a respeito. Obrigada por tudo

À faculdade de odontologia da Universidade de São Paulo, na pessoa de seu diretor Prof. Dr **Rodney Gracia Rocha**.

À coordenação de pós-graduação pela oportunidade e apoio durante todo o programa.

Aos professores do Departamento de Dentística da Faculdade de odontologia da Universidade de São Paulo

A todos os colegas de pós graduação pelos momentos divididos

Aos grandes amigos que eu fiz aqui e que compartilharam comigo todos os momentos: Carlos, Paula, Sávio, Bruna, Gabriela e Erick. Seguiremos para a vida.

RESUMO

Lobo TRS. Comparação entre cimentos resinosos e uma resina “bulk fill” na cimentação de pinos de fibra de vidro - Análise de resistência adesiva e dureza [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2017. Versão Original.

Este estudo comparou a performance de quatro agentes cimentantes com diferentes estratégias adesivas para cimentação de pinos de fibra de vidro em canais radiculares, através do teste de resistência adesiva e avaliando a dureza em diferentes profundidades. Para isto, foram utilizadas 60 raízes bovinas tratadas endodonticamente. Foram cimentados pinos de fibra de vidro Rebilda Post 20 de acordo com os seguintes protocolos divididos nos seguintes grupos: Grupo QM: Adesivo autocondicionante dual Futurabond DC + cimento resinoso dual Bifix QM; Grupo SE: Cimento resinoso autocondicionante de polimerização dual Bifix SE; Grupo RB: Adesivo autocondicionante de polimerização dual Futurabond DC + Resina Rebilda; Grupo XB: aplicação do adesivo autocondicionante de polimerização dual Futurabond DC + resina composta do tipo “bulk fill” X-tra Base. As raízes foram cortadas em fatias de 1mm e separadas em terços, sendo obtidos 2 corpos de prova por terço. Foram avaliadas a resistência adesiva (n=10) e a microdureza (n=5), após uma semana e após 4 meses de armazenamento em água. Para o teste de resistência adesiva (push-out) uma fatia de cada terço foi testada depois de uma semana e as outras 3 fatias provenientes do mesmo dente avaliadas após 4 meses. O ensaio de push out foi realizado a uma velocidade de 0,5mm/min até o deslocamento do pino e/ou fratura da interface adesiva. Para o teste de microdureza 20 dentes foram selecionados aleatoriamente e de cada dente foram obtidas seis 6 fatias que foram armazenadas em água destilada por uma semana até a mensuração em microdurômetro, após uma semana e após 4 meses. Os corpos de prova foram submetidos ao teste de microdureza Knoop em microdurômetro HMV-2000 (Shimadzu, Tokyo, Japan), cinco endentações foram realizadas na camada de cimento de cada fatia. Os dados referentes aos testes de resistência adesiva (push-out) e microdureza foram submetidas análise de variância 3 fatores (ANOVA), teste de Tukey ($p < 0,05$) e teste de correlação de Person. Os valores de

resistência adesiva não apresentaram diferenças estatísticas significantes quando observado os valores de resistência adesiva entre os grupos QM, RB e XB ($p \geq 0.05$), porém menores valores de resistência adesiva foram observados no Grupo SE. Quando considerada a variável envelhecimento não foram encontradas diferenças na resistência adesiva medida em uma semana e 4 meses ($p \geq 0.05$). Para a microdureza diferenças estatisticamente significantes foram encontradas nos diferentes terços da raiz ($p < 0.05$). Os agentes cimentantes apresentaram diferenças estatísticas significantes na dureza ($p < 0.05$). O grupo XB apresentou os maiores valores seguido por QM, RB e SE. Os grupos SE, RB e XB não apresentaram 80% da dureza máxima nas fatias correspondentes a região apical do canal radicular. O teste de Person mostrou haver correlação positiva linear entre a resistência adesiva e a dureza medidas antes e após o envelhecimento. O uso cimento resinoso dual, associado a uma aplicação anterior do sistema adesivo, ainda é a escolha mais segura, pois apresentou valores de força de adesão elevados, associados a valores de dureza adequados, mesmo em regiões apicais do canal radicular.

Palavras-chave: Cimento resinoso. Cimento Autoadesivo. Resina Composta. Cimentação. Pino de fibra de vidro.

ABSTRACT

Lobo TLRS. Comparison between resin cements and a "bulk fill" resin composite on the luting of fiberglass- reinforced posts cementation - Bond strength and hardness analysis [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2017. Versão Original

This study compared the performance of four cementitious agents with different adhesive strategies for cementing fiberglass pins in root canals, through the adhesive strength test and evaluating the hardness at different depths. For this, 60 endodontically treated bovine roots were used. Rebilda Post 20 fiberglass pins were cemented according to the following protocols divided into the following groups: QM groups: dual self-etching adhesive Futurabond DC + resin cement Bifix QM; Group SE: Dual polymerization resin cement Bifix SE; Group RB: application of self-etching dual-polymerization adhesive Futurabond DC + resin Rebilda; Group XB: application of the self-etching adhesive for dual polymerization Futurabond DC + composite resin of the bulk fill type X-tra Base. The roots were cut into 1mm slices and separated into thirds, obtaining 2 specimens per third. Bond strength ($n = 10$) and microhardness ($n = 5$) were evaluated after one week and after 4 months of storage in water. For the push-out test one slice of each third was tested after one week and the other 3 slices from the same tooth evaluated after 4 months. The push out test was performed at a speed of 0.5mm / min until the pin displacement and / or fracture of the adhesive interface. For the microtensile test, 20 teeth were randomly selected and six slices were obtained from each tooth, which were stored in distilled water for one week until microdurometer measurement, after one week and after four months. The specimens were submitted to the Knoop microhardness test in HMV-2000 microdurometer (Shimadzu, Tokyo, Japan), five indentations were performed in the cement layer of each slice. The data for the tests of bond strenght (push-out) and microhardness were submitted to analysis of variance 3 factors (ANOVA) and Tukey test ($p < 0.05$) and Person correlation test. The bond strength values did not present significant statistical differences when the adhesive strength values were observed between the groups QM, RB and XB ($p \geq 0.05$), but lower values of adhesive strength were observed in the SE Group. When the aging variable was considered, differences in adhesive strength measured at one week and 4 months ($p \geq 0.05$) were not found. For

microhardness, statistically significant differences were found in the different thirds of the root ($p < 0.05$). The cementing agents presented significant statistical differences in the hardness ($p < 0.05$). The XB group presented the highest values followed by QM, RB and SE. The groups SE, RB and XB did not present 80% of the maximum hardness in the slices corresponding to the apical region of the root canal. The Person test showed a linear positive correlation between the adhesive strength and the hardness measured before and after aging. The use of dual resin cement, combined with a previous application of the adhesive system, is still the safest choice, since it presented high values of bond strength, associated with adequate hardness values, even in apical regions of the root canal.

Keywords: Resin-based cement. Self-adhesive resin cement. Resin-based composite. Cementation. Fiberglass-reinforced post

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 - Obtenção dos corpos de prova	33
Figura 4.2 - corpo de prova fatia (1mm)	33
Figura 4.3 - Fatia incluída em resina epóxica	33
Figura 4.4. - Posicionamento do corpo de prova na máquina de ensaio universal Instron 5942 (Instron, Norwood, MA, EUA)	35
Gráfico 5.1 - Porcentagem de falha de acordo com a classificação: falha adesiva (dente cimento) adesiva (pino e cimento) e falha mista	37
Gráfico 5.2 - Valores de dureza máxima antes e depois do envelhecimento.*A área em que a dureza é inferior a 80% da dureza máxima é realçada em vermelho.....	39
Gráfico 5.3 - Dispersão para valores de resistência adesiva e dureza	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Valores médios de resistência adesiva e desvios padrão (push-out)...36

Tabela 5.2 - Médias e desvio padrão dos 5 valores de dureza de cada fatia antes e após envelhecimento 38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3	PROPOSIÇÃO	30
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.1	ENSAIO DE RESISTÊNCIA ADESIVA (Push - out)	34
4.2	ENSAIO DE DUREZA	35
5	RESULTADOS.....	36
5.1	RESISTÊNCIA ADESIVA	36
5.2	DUREZA DA CAMADA DE CIMENTO	37
6	DISCUSSÃO	45
7	CONCLUSÕES	52
	REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

Os tratamentos endodônticos são geralmente associados a grandes perdas de tecido dental, lesões pulpares e traumas. Devido esses fatores, a subsequente utilização de pinos intra-radiculares que reforcem a estrutura remanescente torna-se necessária para melhorar a retenção da restauração e o prognóstico desse tipo de reabilitação.^{1, 2} Pinos reforçados com fibra de vidro são preferíveis a pinos com outras composições, tais como sistemas de metal fundido e núcleo e pinos de metais pré-fabricados, especialmente devido ao fato de apresentarem maior resistência à flexão e módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, o que diminui os riscos de fratura radicular. Outra vantagem associada a esse tipo de material é a estética, uma vez que estes são translúcidos ou brancos opacos, e facilitam a reprodução do remanescente dental³⁻⁵.

No entanto, a adesão desses pinos a raízes dos canais ainda se caracteriza como um desafio. Alguns autores justificam a dificuldade deste procedimento devido ao acesso reduzido da luz emitida por unidades fotopolimerizadoras para áreas mais profundas do canal; altos estresses nas interfaces adesivas, devido a um alto fator C; presença de vazios na cimentação; e visualização limitada e acesso ao canal radicular.⁶⁻⁹ Essas dificuldades podem ser observadas devido à alta incidência de falhas adesivas usualmente entre cimento e dente.¹⁰ Outro motivo de preocupação é a reação de polimerização de cimentos à base de resina utilizados para cimentação de pinos. A polimerização inadequada leva a um menor grau de conversão, que diminui as propriedades mecânicas do material e aumenta a probabilidade de sua fratura¹¹, o que pode levar a falhas de adaptação e consequente insucesso do procedimento adesivo.

Recentemente, foram introduzidos no mercado compósitos resinosos do tipo "bulk fill" ou incremento único. Fabricantes afirmam que esse tipo de composto à base de resina induz menos estresses durante sua reação de polimerização e apresenta melhor profundidade de polimerização. Estas propriedades permitiriam a inserção deste material em uma única porção de até 5 mm. Embora alguns estudos

indiquem que este tipo de compósito não geram menos estresse de polimerização, outros estudos recentes sugeriram que os estresses induzidos no dente são mais baixos quando se usa esse tipo de material do que quando se utilizam compostos convencionais.¹²⁻¹⁴ A profundidade de polimerização desse tipo de compósito também vem sendo estudada, observando que eles podem obter graus satisfatórios de conversão em profundidades mais altas, quando comparados aos compósitos convencionais.¹³ A alta profundidade de polimerização e a baixa indução de esforços de polimerização na restauração permitiriam que os compósitos à base de resina de preenchimento (bulk fill), de baixa viscosidade, fossem uma alternativa para a cimentação de pinos de resina reforçado com fibra de vidro. Sendo assim, avaliar a possibilidade da utilização desse tipo de material com características peculiares para cimentação de pinos intraradiculares se torna uma alternativa, quando comparados diferentes agentes cimentantes com estratégias adesivas distintas de cimentação, podendo caracterizar-se como uma possibilidade para reabilitar esses tipos de caso

2 REVISÃO DA LITERATURA

Na odontologia restauradora a perda de grandes quantidades de tecido dental e a reabilitação da funcionalidade e estética dessa estrutura perdida se caracteriza como um grande desafio, principalmente em casos em que há o envolvimento de grande parte do tecido coronário e casos de dentes tratados endodonticamente. A reabilitação de dentes tratados endodonticamente torna-se mais complexa, devido as características morfológicas do substrato, a grande perda de tecido, a desidratação, as características estéticas alteradas do dente residual, e o mecanismo ao de feedback neurosensorial prejudicado ¹⁵.

Devido a estes fatores muitas vezes se torna necessário oferecer uma base para substituir a dentina e proporcionar a retenção necessária para a reabilitação protética ^{16,17}.

Um dente tratado endodonticamente apresenta estresse concentrado principalmente na área cervical por isso a colocação de pinos como base para restabelecer a estrutura perdida, serviria para redução do estresse nessa área pois através disso é possível a distribuição de forças ao longo do longo eixo da raiz ¹⁸⁻²⁰. Apesar dessa afirmação o conceito da utilização de pinos intrarradiculares não reforçariam as estruturas dentárias mas serviriam de ancoragem para reter o núcleo e para o restabelecimento das estruturas coronárias ²¹.

Os retentores intrradiculares podem ser divididos em: pré-fabricadas e modeladas ; metálico e não metálico; rígida, flexível e estéticos e não estéticos. Os pinos s pré-fabricados são divididos em dois grupos: metálicos, tais como pinos de liga de titânio e não metálicos, tais como cerâmica de zircônia, painéis de vidro e cerâmica reforçados com fibra de vidro²². A escolha de um correto tipo de retentor intratradicular se baseia na quantidade de estrutura dentária remanescente, na posição anatômica do dente, na carga funcional empregada e no requisito estético necessário para a reabilitação ²³.

O uso de restaurações totalmente cerâmicas aumentou consideravelmente devido às crescentes demandas estéticas. Por isso, pinos de fibra de vidro vem sendo amplamente utilizados nos últimos anos, além da melhor probabilidade de um mascaramento estético outra característica importante quando da escolha deste tipo de retentor intrarradicular está no fato dos mesmos apresentam módulo de elasticidade semelhante ao da dentina o que resulta em uma distribuição melhor das forças ao longo do canal, o que como resultado acarreta em melhores modos de fratura e ou menor risco de fratura radiculares do que quando utilizado pinos metálicos²⁴⁻²⁷, apresentando taxas menores de comprometimento radiculares devido ao fato de se ligarem integralmente aos núcleos propiciando uma matriz natural o que geraria além de uma melhor estética a diminuição de forças excessivas ao sistema²⁸. Além disso, a possibilidade da utilização de procedimentos adesivos favorece menores intervenções no substrato dentinário.

Plotino et al.²⁵ o avaliar o módulo de flexão e a resistência à flexão de diferentes tipos de pinos endodônticos em comparação com a dentina radicular humana. Observaram, após comparar 3 tipos diferentes de pinos metálicos a um pino de fibra de vidro, que o módulo de elasticidade dos pinos de fibra de vidro apresentaram valores mais próximos ao da dentina e apresentaram valores superiores a resistência a flexão apresentando-se quatro vezes maior do que a da dentina radicular enquanto os pinos metálicos se apresentaram 7 vezes maiores quando comparados ao mesmo parâmetro.

Silva et al.²⁶ realizaram estudo, utilizando a análise de elementos finitos para avaliar a distribuição de estresse em incisivos centrais maxilares tratados endodonticamente que foram restaurados com diferentes pinos pré-fabricadas. Os resultados do estresse foram registrados pelo estresse por cisalhamento e pelos critérios de Von Mises; observou-se que há maior concentração de stress nas porções coronárias nos pinos de titânio do que nos pinos de fibra de vidro. Os pinos de fibra mostram uma distribuição de estresse mais homogênea do que os metálicas. Concluindo ainda que o material de que é composto o pino torna-se mais relevante para a distribuição do estresse em dentes endodonticamente tratados do que a configuração externa dos dos mesmos.

Outro fator importante para utilização de pinos de fibra de vidro estaria associado ao tipo de fratura por eles causada. Makade et al.²⁴, compararam a resistência à fratura e o modo de falha de dentes endodonticamente tratados com diferentes sistemas intraradiculares. A resistência à fratura foi medida e os dados analisados demonstraram que dentes endodonticamente tratados que não foram reabilitados com retentores radiculares apresentaram uma menor resistência à fratura demonstrando a necessidade de reforçar o dente. Os pinos de aço inoxidável utilizados como sistema de reforço nos canais radiculares apresentaram maior resistência a fratura em todos os terços porém, os dentes reabilitados com pinos de fibra de vidro apresentaram fraturas mais favoráveis tornando o re-tratamento mais fácil de ser realizado. O que reafirma o fato de pinos não metálicos apresentarem uma distribuição mecânica das forças mais homogênea o que acarretaria em um melhor desempenho mecânico frente a estresses nas estruturas radiculares^{29,30}.

Apesar das vantagens descritas para reabilitação com pinos de fibra de vidro a principal desvantagem na utilização desse tipo de sistema estaria no desafio clínico a eles atribuídos. O principal motivo da falha com cimentação de pinos de fibra de vidro estaria relacionado dificuldade na obtenção da adesão adequada à dentina radicular³¹, devido as características do substrato, as complexas técnicas de cimentação e ao alto nível de sensibilidade da técnica^{31,32}.

Alguns autores justificam que a dificuldade na realização de cimentações adesivas se deve ao acesso reduzido da luz emitida por unidades fotopolimerizadoras para áreas mais profundas do canal; aos altos estresses nas interfaces adesivas, devido a um alto fator C; a presença de vazios na cimentação; visualização limitada e acesso ao canal radicular⁶⁻⁹, e as características morfológicas do substrato, já que independente da técnica utilizada o terço apical de canais radiculares são de difícil hibridização, devido à disposição e número de túbulos nesta região que diminuem gradualmente do terço cervical ao terço apical^{33,34}.

Essas dificuldades podem ser observadas devido à alta incidência de falhas adesivas usualmente entre cimento e dente¹⁰.

A contração inerente a materiais como os cimentos resinosos é uma preocupação no caso de cimentações de pinos de fibra de vidro já que um maior ou um menor grau de contração desse material pode ser influenciada pela configuração cavitária da cavidade, já que o número de superfícies aderidas no caso de cimentações intraradiculares é maior do que a quantidade de paredes não aderidas o que diminui o escoamento do compósito aumentando o estresse gerado. O elevado fator “C”, prejudicaria a adequada adesão dos materiais ao conduto devido a dificuldade de escoamento do material durante a polimerização o que resulta no aumento das forças de contração e na consequente falha de adaptação⁹.

Outro problema atribuído a configuração particular de condutos radiculares apresentarem uma maior dificuldade de adesão nas partes mais apicais da dentina radicular pois essas regiões apresentam maior quantidade de lama dentinária, debris e resquícios de materiais decorrentes do tratamento endodôntico³⁵ além do difícil acesso à região.

Os cimentos a base de resina são comumente utilizados para a cimentação de pinos de fibra de vidro, entretanto é observada baixa adesão a dentina radicular¹⁰. A cimentação de pinos de fibra de vidro pode ser realizada com vários cimentos de resinosos que podem ser classificados pelo modo de polimerização (fotoativados, químicos e duais) e requisitos adesivos (tipo de adesivo e utilizado ou não do mesmo). Devido à dificuldade associada à penetração da luz para o terço apical da raiz, os cimentos apenas polimerizados por luz fotoativados são raramente utilizados para a adesão de pinos^{36,37}.

Os cimentos com ativação química apresentam a desvantagem do tempo de trabalho limitado o que dificulta sua utilização. Por isso a ativação dual do cimento resinoso é sempre requerida pois além das vantagens obtidas pelos cimentos fotoativados a ativação química contém iniciadores químicos que permitem a conversão dos monômeros em regiões mais apicais aonde muitas vezes o acesso à luz é mais difícil³⁸. Alguns autores apontam que uma combinação de sistema adesivo condicione e lave e a utilização de um cimento adesivo dual seria a abordagem mais comum utilizada na prática odontológica^{39,40} devido a possibilidade de desmineralização e hibridização da dentina radicular entretanto, a utilização de

cimentos duais com condicionamento prévio da dentina com ácido fosfórico a 37% podem trazer como desvantagem a sensibilidade da técnica operatória desse tipo de condicionamento o que pode gerar um preenchimento inadequado devido a presença de água no canal ou excessiva desidratação que pode ter como consequências a microinfiltração e desadaptação .

Com o objetivo de diminuir a sensibilidade da técnica foram introduzidos como alternativa o condicionamento prévio da dentina com a utilização de adesivos autocondicionantes e a utilização de cimentos autoadesivos que consistiria em um cimento com propriedades adesivas intrínsecas e que não necessitam de hibridização prévia, estes apresentam uma aplicação clínica mais fácil devido a menor quantidade de passos³⁸

Estratégias distintas de cimentações adesivas vem sendo estudadas avaliando resistência adesiva e grau de conversão de cimentos adesivos. Calixto et al. ⁴¹ realizaram estudo para avaliar a resistência de união de sistemas resinosos para cimentação de pinos de fibra de vidro na dentina radicular. Quarenta incisivos bovinos foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos com diferentes cimentos resinoso (n = 8). Após o tratamento endodôntico e a remoção da coroa, os pinos de fibra de vidro translúcido foram cimentados ao canal radicular usando cinco protocolos de cimentação diferentes. A força adesiva foi avaliada em três níveis radiculares diferentes: cervical, médio e apical. A interface entre o cimento resinoso e o pino foi observada usando um microscópio estereoscópico. Como resultado, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os cimentos e entre os terços radiculares. O cimento resinoso autoadesivo apresentou valores de retenção mais baixos. Os autores concluíram que o uso de condicionamento adesivo previamente a cimentação de pinos de fibra de vidro aumentam os valores de adesão as paredes radiculares.

Gomes et al. ⁴², avaliaram a influência de diferentes estratégias de cimentação adesiva de pinos de fibra de vidro á dentina radicular. As raízes de 48 incisivos humanos foram preparadas e divididas em 3 grupos (n = 16), de acordo com o sistema de cimentação: AdperScotchbond Multi-Purpose + cimento resinoso RelyX ARC (SBMP + ARC); Adper SingleBond 2 + RelyX ARC (SB + ARC) e

cimento resinoso autoadesivo RelyX U100 (U100). As raízes foram cortadas em 6 fatias de 1mm e avaliadas por meio de teste de push out nos terços médio, cervical e apical. Os dados foram analisados por ANOVA de medidas repetidas e pelo teste de Tukey. Os resultados mostraram que com uso do cimento adesivo autocondicionante não foram observadas diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$) nos diferentes terços radiculares. Os valores de push-out se apresentaram maiores no terço cervical para os grupos SBMP + ARC e SB + ARC ($p < 0,05$). O cimento resinoso auto-adesivo U100 mostrou uma maior quantidade de fraturas mistas quando comparada ao grupo SBMP + ARC no terço apical ($p < 0,05$).

Druski et al.⁴³ realizaram estudo com o objetivo de avaliar a resistência adesiva de pinos de fibra de vidro ao canal radicular e o efeito do condicionamento ácido previamente ao uso de um cimento autoadesivo, utilizando dois sistemas de cimentação diferentes sendo um cimento autoadesivo e um cimento convencional. A técnica de inserção do cimento também foi avaliada, microbrush e ponta de alongamento de aplicação de cimento. Sessenta pré-molares uniradiculares, foram tratados endodonticamente e divididos aleatoriamente em um dos seis grupos, cada raiz foi cortada em 6 fatias de 1mm cada e dividida de acordo com o cimento e a técnica utilizada: RelyX ARC (ARC): ARC + microbrush, dica de alongamento ARC +; RelyX Unicem (RU): RU + microbrush, RU + ponta de alongamento; ou RelyX Unicem + 37% de ácido fosfórico (RUE): RUE + microbrush, RUE + ponta de alongamento. O teste de força de adesiva (push out) foi realizado, seguido de análise estatística usando análise de variância de três fatores e teste de Games-Howell ($p, 0,05$).

Os grupos apresentaram diferenças estatísticas significantes entre si ($p < 0,05$). O terço cervical das raízes apresentou os maiores valores médios de resistência adesiva, enquanto o terço apical teve os menores valores, independentemente da técnica utilizada. O cimento adesivo autoadesivo apresentou o maior valor médio de união em todos os terços. A utilização de condicionamento ácido previamente a utilização de um cimento autoadesivo aumentou os valores de adesão para cimentação de pinos de fibra de vidro.

Sarkis-Onofre et. al.⁴⁴, realizaram uma revisão sistemática de literatura comparando a força de ligação de pinos de fibra de vidro cimentados com cimentos resinosos convencionais e cimentos autoadesivos com objetivo de analisar a influência das estratégias de cimentação nas retenção de pinos de fibra de vidro na dentina intrarradicular. Concluíram, portanto, que a retenção de pinos de fibra de vidro nos canais radiculares aumenta com o uso de cimentos resinosos autoadesivos.

Bitter et al.⁴⁵ realizou estudo correlacionando as características morfológicas e a força de adesão de diferentes cimentos resinosos quando cimentados pinos de fibra de vidro a canais radiculares, utilizando para isto os seguintes agentes cimentantes: Panavia F 2.0, PermaFlo DC, Variolink II, RelyX Unicem, e Clearfil Core. Após análise usando microscopia confocal e teste de push out observaram que as características morfológicas e a adesão foram influenciadas pelo tipo de cimento utilizado. Os cimentos autoadesivos apresentaram os maiores valores de resistência adesiva apesar da esporádica formação de tags na camada híbrida, indicando que as ligações químicas feitas por esse tipo de cimentos podem ser consideradas mais importantes do que sua habilidade para hibridizar a dentina.

Giachetti et al.⁴⁶ compararam por meio de um teste push-out a força de adesão de um cimento de resinoso de polimerização dual e um compósito resinoso fotopolimerizável quando usado em cimentação de pinos translúcidos de fibra de vidro. Trinta e quatro pré-molares humanos foram utilizados e neles cimentados pinos de fibra translúcido (RelyX Fiber Post) utilizando os dois sistemas de cimentação resinosa (n = 17). Técnica de polimerização dual (DC): os espécimes foram tratados com Excite DSC e RelyX ARC, após a cimentação foram fotoativados por 60s. Enquanto no outro grupo foi utilizada para cimentação uma resina flúida Vertise Flow (LCSA), fotoativado pela mesma quantidade de tempo 60s. Os espécimes foram seccionados transversalmente em seis fatias para realização o teste de "push-out" e divididos em terços cervicais, médios e apicais dos canais radiculares. Os dados foram analisados por ANOVA bidirecional. Todos os espécimes foram analisados por estereomicroscopia e SEM para determinar os padrões de fratura. Não houve diferenças significativas entre as técnicas de fotoativação dual e o grupo da resina flow (P = 0,703) em qualquer uma das regiões

do canal. O terço da raiz não foi um fator significativo para os valores de push-out ($P = 0,255$) e as interações entre grupos não foram significativas ($P = 0,740$). Para a técnica de cimentação dual o padrão de fratura mais comum foi a falha adesiva entre cimento/adesivo (73,3%) e para o grupo em que foi utilizada a resina Vertise flow o padrão de fratura mais comum foi a falha adesiva cimento/dentina (71,7%). Com isto concluíram que, a força de adesão dos cimentos as paredes radiculares nos dois grupos foi equivalente.

Juloski et al.⁴⁷, com o objetivo de avaliar a influência da translucidez do cimento sobre a força de retenção dos pinos, realizaram um estudo com pré-molares humanos extraídos que foram divididos em quatro grupos com base nas combinações de materiais a serem testados. Dois grupos divididos em pinos translúcidos e opacos, e os outros dois grupos divididos de acordo com a transmissão de luz dos cimentos resinosos (translúcido e opaco). Após análise concluíram que o tipo de pino atrelado a translucidez do mesmo não teve influência significativa na retenção. No entanto, a translucidez do cimento mostrou ser um fator relevante para uma melhor resitência adesiva. A combinação do pino opaco com cimento resinoso também opaco mostrou forças adesivas (push out) significativamente mais baixas.

Outro fator importante a ser analisado é a capacidade de conversão dos cimentos no interior dos canais radiculares

Galhano et al.⁴⁸, propôs estudo sobre a transmissão de luz em pinos de fibra de vidro translúcidos e opacos avaliando a microdureza em diferentes profundidades. Para isso utilizou raízes bovinas de 16mm de comprimento. Os dentes bovinos tiveram suas raízes endodonticamente tratadas em um comprimento de trabalho de 12mm. Os canais foram preparados e receberam cimentos opacos e translúcidos de acordo com o grupo. As raízes foram seccionadas para a obtenção de 6 espécimes de 1,5mm cada. Cada duas fatias eram correspondentes as regiões apical, cervical e média para que fosse possível a mensuração da dureza do cimento nos diferentes terços do canal radicular. As fatias correspondentes aos terços foram analisadas por meio de teste de dureza Vickers. Como resultado os autores observaram que a região apical tanto dos corpos de prova cimentados com pino translúcido ou com pino opaco não atingiram dureza suficiente para que fosse

possível a medição do parâmetro dureza assim como no terço médio quando utilizado cimento opaco. Os grupos em que foi feita a cimentação com pino translúcido o terço cervical e médio e o terço cervical quando utilizado cimento opaco apresentaram resultados semelhantes ao grupo controle. Concluindo que os pinos translúcidos permitem uma melhor propagação da luz no interior do canal radicular favorecendo uma maior polimerização do cimento em profundidades até 6mm (terço médio).

Sendo a profundidade de polimerização dos cimentos um fator importante a ser considerado para adequada adesão de pinos de fibra de vidro devido as características descritas aspectos como a alta capacidade de conversão e baixa contração seriam considerados favoráveis para um cimento resinoso. Pensando nessas características e com o objetivo de minimizar a sensibilidade da técnica realizada pelo operador e diminuir problemas materiais dependentes que podem gerar o insucesso do procedimento restaurador, têm surgido no mercado um novo tipo de resina composta denominadas, “bulk fill” ou resina em porção única.

Apesar da técnica incremental ser uma manobra que visa diminuir o estresse de contração e uma melhoria das propriedades mecânicas como o grau de conversão, essas novas resinas são, segundo os fabricantes, materiais passíveis de polimerização em espessuras de até 5mm sem a necessidade de utilização de técnica incremental, o que diminuiria o tempo clínico e a incorporação de bolhas durante a realização da restauração.

Os compósitos “bulk fill” assim como as resinas convencionais são constituído pela mistura de uma matriz orgânica, partículas de carga, silano e moléculas iniciadoras ⁴⁹. Apesar das características químicas semelhantes na sua matriz orgânica e inorgânica, esse tipo de material apresenta alterações na estrutura química do monómero de Bowen Bis-GMA e do monómero UDMA, com a adição dehidroxila livre no Bis-GMA, dimetacrilato de uretano alifático, dimetacrilato de uretano aromático (AUDMA) e metacrilatos altamente ramificados ⁵⁰.

As vantagens desse tipo de material estaria relacionado as menores contrações, e geração de estresse durante a polimerização e maiores profundidades de conversão devido modificações nas partículas e/ou nos componentes da matriz sem que haja uma diminuição das propriedades mecânicas ⁵¹. Dentre as modificações realizadas estão a alteração da translucidez e opacidade e a diminuição do número de partículas inorgânicas já que a penetração de luz está intimamente relacionada com a quantidade de partículas presentes ^{52,53}. Além disso, para permitir uma maior conversão de monômeros em polímeros foram acrescentadas a esse material fotoiniciadores com maior absorção luminosa ⁵⁴.

No intuito de investigar se esses materiais apresentam tais vantagens Estudos laboratoriais vem sendo realizados afim de determinar o uso de resinas compostas do tipo “bulk fill” em diferentes situações do cotidiano clinico para que seja possivel aprimorar seu uso em situações especificas e melhorar o prognóstico dos procedimentos restauradores.

Os primeiros estudos com as resinas “bulk fill” foram realizados com resinas de preenchimento dentinário. A mais recente geração deste tipo de material permite a realização de restaurações em porção única sem a necessidade de recobrimento. Os estudos mais recentes têm como foco principal avaliar a contração de polimerização, a microinfiltração e propriedades mecânicas como a dureza relacionando as resinas “bulk fill” com resinas convencionais.

A vantagem principal das resinas em incremento único seria sua capacidade de induzir uma menor contração de polimerização o que levaria a redução da formação de fendas nas margens de restaurações com adequada conversão. Sendo o estresse de contração um dos efeitos que deve ser evitado durante a confecção de restaurações, as características das resinas compostas “bulk fill” e o uso desse tipo de material diminuiriam a possibilidade de formação de fendas, o que se configuraria como um avanço já que a infiltração marginal, com consequente descoloração e contaminação bacteriana podem ser facilmente associadas ao surgimento de cáries secundárias no entorno de restaurações.

O estresse de contração é influenciado por fatores como as propriedades mecânicas e a quantidade de contração do compósito, o tipo de técnica restauradora, o tamanho e geometria da cavidade e tipo de fotoativação.⁵⁵ Segundo alguns autores para as resinas compostas, por exemplo, o módulo de elasticidade torna-se um fator crucial já que há uma relação direta entre o estresse de contração que as mesmas podem gerar nas interfaces adesivas⁵⁶.

A rigidez do material pode levar a uma contração do compósito induzindo um maior estresse na interface adesiva desafiando a camada híbrida e potencialmente sobrecarregando a ligação na interface dente restauração^{57,58}. Como as resinas “bulk fill” tem como sua principal característica a diminuição do estresse de polimerização alguns estudos utilizando este tipo de resina são realizados para avaliar as propriedades mecânicas e a habilidade de selamento marginal desse material.

Roggendorf et al.⁵⁹ realizaram estudo com o objetivo de avaliar *in vitro* a adaptação interna e marginal de restaurações classe II realizadas com a resina “bulk fill” para base. Para isso, a resina “bulk fill” Surrefil Stress decreasing resin (SDR) (Dentsply DE Trey, Kontanz, Germany) foi testada utilizando diferentes adesivos. Cavidades classe II mesio-ocluso-distal com margem em esmalte na mesial e em dentina na distal foram confeccionadas. As cavidades foram preenchidas em porção única de 4mm utilizando de resina (SDR) e coberta por uma resina convencional antes e após a termociclagem. Os dentes foram observados em microscópio eletrônico para checar a adaptação marginal e adaptação interna. Como resultado os autores obtiveram que o uso da resina de forramento SDR em porção única de 4mm não melhorou a integridade marginal, porém também não causou efeito adverso. Apesar dos achados não serem conclusivos, os autores sugerem que a adaptação interna e marginal de um compósito ao substrato dental pode ter o seu potencial melhorado se utilizadas técnicas de inserção incremental.

Alrahlah et al.⁶⁰ avaliaram 5 resinas “bulk fill” quanto à sua profundidade de polimerização (Tetric EvoCeram “bulk fill”, x-tra base, Venus “bulk fill” e filtek “bulk fill” e SonicFill). A dureza Vickers foi medida e os resultados demonstraram que as resinas apresentaram valores de dureza satisfatórios. As resinas SonicFill e Tetric

EvoCeram “bulk fill” foram as que apresentaram melhores valores de dureza entre as resinas “bulk fill” analisadas.

Outros autores como El Damanhoury et al.⁶¹ observaram a boa conversão e a menor contração das resinas “bulk fill” para isso, o estresse de polimerização de 5 resinas com potencial de baixa contração de polimerização. As resinas “bulk fill”, Surefil SDR (dentsply), Tetric EvoCeram bulk fill (Ivoclar vivadent), Venus bulkfill (Heraus Kulzer), x-tra fil (Voco), uma resina experimental e a resina composta convencional z250 (3m ESPE), para servir como controle, foram avaliadas. Após a mensuração utilizando tensão máxima, taxa de stress (Rmax), e a medição de dureza Knoop os autores concluíram que todos os materiais apresentaram polimerização aceitável a uma profundidade de 4mm e valores de contração inferiores em todas as resinas testadas quando comparadas ao controle.

Czasch et al.⁶² realizaram estudo com o objetivo de medir a dureza e o grau de conversão de duas resinas “bulk fill” utilizadas como base de preenchimento (Surefil flow e Venus bulk fill), em diferentes profundidades 0,1,2,4 e 6mm porção única e 6mm na técnica de inserção incremental fotoativando-as em diferentes tempos de 10, 20 e 40 segundos. Os autores encontraram diferenças significativas entre as resinas “bulk fill” de base testadas e estabeleceram que as resinas “bulk fill” apresentaram em todas as profundidades testadas valores de conversão de polimerização significativamente superiores. Concluíram assim que uma espessura de 4mm com uma fotoativação por 20 segundos pode ser recomendada quando utilizado esse tipo de material.

Moorthy et al.⁶³ realizaram estudo com o objetivo de avaliar a deflexão de cúspides em cavidades MOD, comparando resinas convencionais utilizadas de forma incremental com duas resinas “bulk fill” em porção única. Para isso foram realizadas restaurações em pré-molares de acordo com os grupos. Um grupo foi restaurado com resina composta Grandio SO (Voco) com 3 incrementos oblíquos nas cavidades proximais e dois na superfície oclusal. As resinas “bulk fill”; Surefil SDR (dentsply) e x-tra fill (Voco) foram utilizadas na forma de um único incremento. Foram adaptados nas superfícies vestibulares e linguais das cúspides receptores para mensuração de deflexão. Após esta mensuração as restaurações foram

polidas e submetidas à termociclagem para posterior imersão em 0,2% de fucsina básica para avaliação da microinfiltração. Os resultados demonstraram que quanto a microinfiltração não houve diferença entre a resina convencional e as duas resinas “bulk fill” testadas. Porém, quando avaliada a deflecção foi observado um aumento da mesma com a utilização da resina composta convencional quando comparada as resinas “bulk fill”. Evidenciando uma menor deflecção das cúspides nas cavidades em que as resinas do tipo “bulk fill” foram utilizadas.

Campos et al.⁶⁴ realizaram estudo com objetivo de determinar a adaptação marginal em restaurações classe II com resina em porção única. Para isso, 40 molares obtiveram suas faces mesio-oclusais restauradas com resina “bulk fill” com 2 incrementos horizontais de 4mm e recobrimento de 2mm com uma resina convencional. Após ciclagem térmica e mecânica as restaurações foram avaliadas em microscopia. Como resultado os autores observaram que as margens em dentina apresentaram maior descontinuidade do que a margens em esmalte e que após a termociclagem os resultados foram piores demonstrando que a técnica de estratificação simples com uso de “bulk fill” não foi efetiva para melhorar a adaptação quando em comparação a técnica de restauração convencional.

Furness et al.⁶⁵ observaram o efeito do tipo de compósito, “bulk fill” comparando com resina convencional, na formação de fendas e desadaptação internas. Após análise por meio de imagem os autores observaram que a resina SDR “bulk fill” apresentou uma porcentagem de margem livre de gaps inferior no meio da dentina quando comparada a parede pulpar comparando aos demais grupos.

Benetti et al.⁶⁶ avaliaram a profundidade de polimerização, contração e formação de fendas em restaurações realizadas com resina “bulk fill” quando comparada a resinas convencionais. Para isso, 5 resinas “bulk fill” foram avaliadas, duas de alta viscosidade (Tetric Evoceram “bulk fill” e Sonic fill) e 3 de baixa viscosidade (x-tra base, Venus “bulk fill”, SDR). Como resultado as resinas de alta viscosidade demonstraram um pequeno aumento na profundidade de polimerização e contração, exceto a Tetric EvoCeram “bulk fill” quando comparada as resinas convencionais. As resinas de baixa viscosidade apresentaram maior polimerização e

contração. Quanto à formação de fendas, as resinas “bulk fill” se apresentaram similares as convencionais. Sendo que 2 das resinas de incremento único Venus e x-tra base produziram fendas maiores. Já a resina SDR teve sua profundidade de polimerização melhor que as demais além de apresentar uma baixa formação de fendas.

Alguns estudos têm avaliado a microinfiltração em restaurações com resinas em porção única. Estudo de Scotti et al.⁶⁷ avaliaram a capacidade de selamento de resinas “bulk fill” utilizadas como base comparando as a uma resina convencional. Após imersões em azul de metileno os espécimes foram observados em microscopia para cálculo da porcentagem de infiltração. Como resultado os autores concluíram que as resinas nanohíbridas estudadas e as resinas “bulk fill” de forramento apresentaram resultados semelhantes de microinfiltração nas margens de esmalte. Porém, quando analisada a dentina as resinas “bulk fill” promoveram melhor selamento marginal tanto antes como depois do envelhecimento.

Arslan et al.⁶⁸ observam a microinfiltração em restaurações confeccionadas com resina “bulk fill” em cavidades classe V. Como resultado, após a imersão em fucsina, concluíram não haver diferença significativa entre o grupo controle de restaurações convencionais e o grupo experimental aonde a base da restauração foi feita com uma resina flow do tipo “bulk fill”.

Observa-se assim que as pesquisas para este tipo de material avançam com objetivo de compara-los ao que existe no mercado e até mesmo visando substituir a utilização de compósitos tradicionais já que os avanços tecnológicos presentes nesses novos materiais sugerem preencher algumas lacunas dos materiais restauradores hoje existentes. Tais características como a alta profundidade de polimerização, a translucidez, a diminuição da indução da contração de polimerização devem ser consideradas além de características atrelada a baixa viscosidade de algumas resinas do tipo “bulk fill”, podem se apresentar favoráveis para utilização desse material como alternativa para cimentação de pinos intrarradiculares

Desta forma a hipótese nula deste estudo foi: 1. Não haverá diferença entre os valores de força de ligação push-out alcançados com os quatro agentes de cimentação; 2. Não haverá diferença entre os valores de dureza dos quatro agentes de cimentação, medidos nas diferentes profundidades; 3. Não haverá diferença nos valores de força de adesão e dureza de saída obtidos pelos agentes de cimento testados antes e depois do envelhecimento de quatro meses. 4. Não haverá correlação entre a força de ligação e a dureza obtidas com os diferentes agentes de cimentação;

3 PROPOSIÇÃO

Avaliar o desempenho diferentes cimentos resinosos utilizados para cimentação de pinos de fibra de vidro à dentina radicular, utilizando uma resina composta *bulk fill* como agente cimentante em comparação a cimentos de estratégias adesivas distintas: autoadesivo ou com condicionamento prévio utilizando para isto teste de resistência adesiva e dureza antes e depois do envelhecimento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados sessenta dentes bovinos de tamanho similar esses tiveram as raízes separadas da coroa e foram limpos com curetas periodontais para remoção de matéria orgânica, pedra pomes, escova de Robinson em baixa velocidade, lavados cuidadosamente com água e armazenados em água destilada até o início do experimento.

Os canais radiculares foram tratados endodonticamente, com irrigação com hipoclorito de sódio, até chegar ao diâmetro compatível com o arquivo K # 80 e comprimento de trabalho de 1 mm a quem do limite apical. Para a obturação dos canais cones de Gutta-percha associados ao cimento à base de hidróxido de cálcio Sealer 26 (Dentsply, Milford, DE, EUA) foram utilizados. Após a obturação, os canais radiculares foram selados com cimento de ionômero de vidro e as raízes foram armazenadas em água destilada durante 1 semana.

Após 1 semana, foi realizada a desobturação dos canais radiculares com o auxílio de fresas Largo e brocas Rebilda 20 (Voco, Cuxhaven, Alemanha) foram utilizados para a preparação dos canais e a colocação do pino de fibra de vidro Rebilda Post 20 (Voco), mantendo um remanescente de 3 mm de material de enchimento no ápice. Os canais radiculares foram enxaguados com água destilada e secos com cones de papel absorvente. Após a verificação de sua adaptação, os pinos foram cortados 2 mm além do limite cervical da raiz. Os pinos foram limpos com álcool 70% e silanizados com o Ceramic Bond (Voco), variando o cimento utilizado de acordo com os seguintes grupos:

Grupo QM: Adesivo autocondicionante dual Futurabond DC + Cimento resinoso Bifix QM (Voco);

Grupo SE: Cimento resinoso autocondicionante de polimerização dual Bifix SE (Voco);

Grupo RB: Adesivo autocondicionante de polimerização dual Futurabond DC + Resina Rebilda (Voco);

Grupo XB: Adesivo autocondicionante de polimerização dual Futurabond DC + Resina composta do tipo “bulk fill” X-tra Base (Voco).

O sistema adesivo Futurabond DC foi aplicado segundo especificações do fabricante de forma ativa com auxílio de “microbrush” durante 20 segundos e fotoativado a luz pelo mesmo tempo apenas no grupo XB. Nos grupos QM e RB, o sistema adesivo não foi fotoativado, de acordo com as instruções do fabricante. Os agentes de cimentação foram aplicados com pontas específicas que permitiram a injeção do material do terço apical para o cervical. A fotoativação dos agentes adesivos e cimentantes foi realizada com a unidade fotopolimerizadora Elipar Freelight 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) durante 20 segundos. A irradiância calculada emitida pela unidade de cura de luz foi de aproximadamente 700 mW / cm² e o espectro de emissão teve seu pico a 460 nm, medido com um espectrômetro de fibra óptica USB-2000 (Ocean Optics, Dunedin, FL, EUA).

Após o armazenamento em água destilada durante 24 horas, as raízes foram incorporadas em resina epóxi com o auxílio de tubos cilíndricos de pvc e usando um topógrafo dental, para garantir a orientação no longo eixo do pino. Em seguida, as raízes foram seccionadas em fatias de 1 mm, com a ajuda de uma máquina de corte (Isomet 2000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) e separadas por terços da raiz (cervical, médio, apical), sendo obtidos dois espécimes por terço (Figura 4.1,4.2,4.3). Após esta etapa, os espécimes foram submetidos a testes de força de adesão e de microdureza.

Figura 4.1 - Obtenção dos corpos de prova

4.2-Corpo de prova: fatia (1mm)

4.3 Fatia incluída em resina epóxica

4.1 ENSAIO DE RESISTÊNCIA ADESIVA (Push-out)

Para o ensaio de resistência adesiva 40 dentes (n=10) foram divididos de forma aleatória nos 4 grupos representantes das diferentes técnicas de cimentação. Para cada grupo experimental, uma fatia de cada terço foi testada após 1 semana de armazenamento em água destilada e a outra fatia foi testada após 4 meses de armazenamento. Os espécimes tiveram sua espessura e diâmetro do pino medidos em ambos os lados da fatia com o auxílio de um paquímetro digital. Os espécimes foram levados a máquina de teste universal Instron 5942 (Instron, Norwood, MA, EUA) para que fosse realizado o teste de resistência de ligação push-out. Os espécimes foram posicionados em uma base rígida, com o pequeno diâmetro do disco voltado para o atuador, que tinha um pino com o diâmetro correspondente ao diâmetro do pino de fibra para manter as forças na interface adesiva.

O teste push-out foi realizado a uma velocidade de 0,5 mm/min até o deslocamento do pino. A força de adesão de cada espécime foi medida em (MPa) foi calculada conforme a força (N) de falha dividida pela área adesiva (mm²). A área adesiva foi calculada usando a fórmula de área para o tronco de um cone: $A = \pi (R + r) \sqrt{(R - r)^2 + h^2}$, onde π é a constante 3.14, R é o raio maior, r o raio inferior e h a espessura da fatia do dente (Figura 4.4).

Após o deslocamento, os espécimes foram avaliados quanto ao padrão de fratura, através de microscopia óptica. As fraturas foram classificadas nos seguintes padrões: adesivo (entre dentina e cimento); adesivo (entre pino e cimento); e fratura mista.

4.4- Posicionamento do corpo de prova na máquina de ensaio universal Instron 5942 (Instron, Norwood, MA, EUA)

4.2 -ENSAIO DE DUREZA

Vinte dentes foram selecionados aleatoriamente para o teste de microdureza ($n = 5$). De cada dente foram obtidas seis fatias que foram incluídas em resina epoxica. As fatias embutidas foram planificadas e polidas com uma sequência decrescente de lixas de papel de carboneto de silício e pasta de diamante associada ao feltro para polimento.

Após o polimento, os espécimes foram armazenados durante 1 semana em água destilada até as primeiras avaliações no microdurômetro HMV-2000 (Shimadzu, Tóquio, Japão). Após 4 meses de envelhecimento em água destilada, a microdureza foi medida novamente nos mesmos espécimes. Os testes de dureza foram realizados com um penetrador Knoop, usando uma carga de 100 gf por 30 segundos, e as leituras foram realizadas usando o software CAMS-WIN (Shimadzu). Foram feitas cinco endentações por fatia, com 100 μm entre elas, na camada de cimento. A razão de dureza máxima também foi calculada para cada agente de cimentação, sendo o valor mais alto dos valores de dureza obtidos para cada material considerado a dureza máxima.

5 RESULTADOS

Todos os dados foram analisados estatisticamente e submetidos a testes de normalidade e homogeneidade. Uma vez que os resultados foram normais e homogêneos, a análise de variância de três fatores (ANOVA) foi aplicada seguida por testes de múltipla comparação Tukey ($\alpha = 0,05$) foi aplicada para dados de resistência adesiva e dureza. Além disso, o teste de correlação de Pearson foi aplicado para verificar a correlação entre os dados de resistência adesiva e dureza.

5.1 RESISTÊNCIA ADESIVA

Os valores médios e os desvios-padrão para a resistência adesiva são mostrados na (Tabela 5.1).

Tabela 5.1-Valores médios de resistência adesiva e desvios padrão (push-out)

	Antes envelhecimento				Após envelhecimento			
	QM	SE	RB	XB	QM	SE	RB	XB
CERVICAL	3.6 ± 2.0 ^{ABa}	3.1 ± 1.9 ^{Ba}	4.8 ± 2.0 ^{ABa}	6.9 ± 2.5 ^{Aa}	4.0 ± 2.6 ^{ABa}	2.4 ± 2.5 ^{Ba}	4.3 ± 2.8 ^{ABa}	6.7 ± 3.0 ^{Aa}
MÉDIO	5.0 ± 3.4 ^{Aa}	1.7 ± 0.7 ^{Aa}	3.6 ± 1.7 ^{Aa}	5.2 ± 2.8 ^{Aa}	4.6 ± 2.8 ^{Aa}	1.7 ± 1.3 ^{Aa}	4.3 ± 3.5 ^{Aa}	4.4 ± 2.2 ^{Aa}
APICAL	3.7 ± 1.9 ^{Aa}	2.8 ± 1.8 ^{Aa}	3.3 ± 2.1 ^{Aa}	4.1 ± 2.0 ^{Aa}	3.8 ± 2.8 ^{Aa}	2.4 ± 1.8 ^{Aa}	4.0 ± 3.7 ^{Aa}	4.7 ± 2.5 ^{Aa}

As maiúsculas e minúsculas das letras maiúsculas e minúsculas representam diferenças estatisticamente significantes dentro dos agentes de cimentação ($p < 0,05$) e letras maiúsculas e minúsculas diferentes representam diferenças estatisticamente significativas dentro dos terços da raiz ($p < 0,05$). * representam diferença estatisticamente significantes antes e depois do envelhecimento ($p < 0,05$).

Não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os valores dos grupos QM, RB e XB ($p \geq 0,05$), mas os resultados de resistência de ligação estatisticamente menores foram observados no SE grupo ($p < 0,05$). Considerando o

envelhecimento dos fatores, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre resistência adesiva medida antes e após 4 meses de armazenamento de água ($p \geq 0,05$) (Tabela 5.1). Os padrões do modo de falha dos diferentes cimentos são mostrados no gráfico 5.1. Na maioria dos grupos as falhas adesivas ocorreram entre dentes e agente de cimentação, com exceção do grupo XB, em que houve mais falhas mistas do que adesivas.

Gráfico 5.1 - Porcentagem de falha de acordo com a classificação: falha adesiva (dente cimento adesivo adesiva (pino e cimento) e falha mista

5.2-DUREZA DA CAMADA DE CIMENTO

Os valores de dureza da camada de cimento consistiram em 240 valores referentes aos 4 grupos, 6 repetições e 5 endentações em diferentes tempos (antes e após envelhecimento). Para análise estatística foram calculadas as médias entre as 5 endentações resultando em 48 valores de dureza (Tabela 5.2)

Tabela 5.2 - Médias e desvio padrão dos 5 valores de dureza de cada fatia

	Antes do envelhecimento						Após envelhecimento					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
QM	73.1 ± 1.1 ^{Ab}	70.1 ± 0.5 ^{ABb}	68.8 ± 0.6 ^{Bb}	67.6 ± 1.3 ^{BCb}	64.1 ± 0.7 ^{CDa}	61.9 ± 1.0 ^{Da}	72.4 ± 0.9 ^{Ab}	67.9 ± 4.5 ^{Bb}	68.3 ± 0.9 ^{Bb}	65.4 ± 0.5 ^{BCa}	62.9 ± 0.9 ^{Ca}	62.1 ± 0.7 ^{Ca}
SE	54.6 ± 1.3 ^{Ac*}	51.7 ± 0.6 ^{ABc*}	49.4 ± 0.72 ^{BCd*}	48.4 ± 0.8 ^{BCd*}	47.8 ± 0.8 ^{Cc*}	47.5 ± 0.7 ^{Cc*}	45.2 ± 2.0 ^{Ac*}	41.7 ± 0.8 ^{ABc*}	39.9 ± 1.1 ^{BCd*}	38.5 ± 0.4 ^{BCc*}	38.1 ± 0.3 ^{BCc*}	37.7 ± 0.4 ^{Cc*}
RB	71.1 ± 1.0 ^{Ab}	68.4 ± 0.8 ^{Ab}	57.1 ± 1.4 ^{Bc}	55.4 ± 1.9 ^{Bc}	55.9 ± 2.1 ^{Bb}	54.5 ± 2.6 ^{Bb}	70.0 ± 0.9 ^{Ab}	66.9 ± 1.4 ^{Ab}	58.8 ± 1.5 ^{Bc}	55.7 ± 2.1 ^{BCb}	53.6 ± 1.8 ^{Cb}	53.8 ± 1.8 ^{Cb}
XB	83.1 ± 2.0 ^{Aa}	79.0 ± 1.9 ^{Ba}	76.7 ± 2.6 ^{Ba}	71.1 ± 1.7 ^{Ca}	66.9 ± 2.1 ^{Da}	63.4 ± 1.3 ^{Da}	83.1 ± 1.0 ^{Aa}	79.0 ± 1.0 ^{Ba}	75.7 ± 0.5 ^{Ba}	69.0 ± 0.9 ^{Ca}	65.5 ± 1.6 ^{CDa}	61.7 ± 1.6 ^{Da}

Letras maiúsculas e minúsculas representam diferenças estatisticamente significantes entre os agentes de cimentação ($p < 0,05$) e letras maiúsculas e minúsculas diferentes representam diferenças estatisticamente significantes dentro dos terços da raiz ($p < 0,05$). * representam diferença estatisticamente significantes antes e depois do envelhecimento ($p < 0,05$).

Uma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os valores das diferentes fatias da raiz ($p < 0,05$), sendo os maiores valores de dureza obtidos nas fatias cervicais, enquanto fatias mais profundas apresentaram menor dureza. Os agentes de cimentantes também apresentaram diferenças estatisticamente significativas na microdureza ($p < 0,05$). A porcentagem de dureza máxima dos cimentos nas diferentes profundidades é mostrada no gráfico 5.2. Após 1 semana o agente de cimentação com polimerização dual Rebilda DC apresentou relação de dureza máxima abaixo de 80% nas 3 fatias mais profundas, enquanto a resina composta bulk fill X-tra Base apresentou uma relação de dureza máxima abaixo de 80% na fatia mais profunda. Após 4 meses de armazenamento, o cimento autoadesivo Bifix SE apresentou uma grande diminuição na relação de dureza máxima em todas as fatias.

Gráfico 5.2 - Valores de dureza máxima antes e depois do envelhecimento. *A área em que a dureza é inferior a 80% da dureza máxima é realçada em vermelho

O teste de correlação de Pearson mostrou uma correlação linear positiva ($p < 0,05$) entre a resistência de união push-out e os valores de dureza medidos antes e após o envelhecimento (Gráfico 5.3).

Gráfico 5.3 - Dispersão para valores de resistência adesiva e dureza. O teste de correlação de Pearson mostrou correlação linear positiva ($p < 0,05$)

6 DISCUSSÃO

O presente estudo teve por objetivo testar a resistência adesiva e a dureza de cimentos resinosos para a cimentação de pinos de fibra de vidro. Sabe-se que testar a força de adesão de pinos intrarradiculares é uma tarefa difícil e diferentes métodos foram propostos e utilizados com esse objetivo⁶⁹⁻⁷¹. Nesse estudo foi utilizado para mensuração o teste de resistência adesiva “push out” por ser demonstrar maior confiabilidade para mensuração da resistência em pinos de fibra de vidro a dentina radicular. Estudos apontam que o uso deste tipo de metodologia produziria resultados mais próximos ao que ocorre clinicamente já que a força de extrusão ocorreria paralela a interface de adesão produzindo uma carga real de cisalhamento. Outros autores porem afirmam que o teste por meio de extrusão (push out) não deveria ser considerado mais eficiente para mensuração de resistência adesiva do que os testes de tração pois a maior contribuição da sua força de fixação estaria no fato da força produzida provocar o deslizamento do corpo de prova ¹⁰. Esse estudo evitou algumas das questões relacionadas a esta metodologia usando fatias de raiz de 1mm. Desta forma, o efeito do atrito deslizante sobre a força de ligação foi minimizado e o pino de perfuração foi alterado de acordo com o diâmetro do pino em cada fatia, para manter as forças na superfície adesiva. Além disso, a preparação do canal radicular foi feita de acordo com o tratamento clínico endodôntico, utilizando arquivos endodônticos associados a 0,5% de hipoclorito de sódio e obturação com cones de guta-percha e cimento à base de hidróxido de cálcio.^{69, 72}.

A primeira hipótese nula foi rejeitada. Os resultados de força de adesão push-out não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos QM, RB e XB, que alcançaram resultados maiores do que o grupo SE (Tabela 5.1). Esses três grupos tinham um sistema adesivo aplicado antes da cimentação do pino intrarradicular e isso pode ter influenciado a resistência da união. O uso de adesivos do tipo autocondicionante previamente aos procedimentos de cimentação nesse estudo se justifica, pois, facilitaria a adesão do material ao substrato já que a umidade é um fator relevante. Segundo alguns autores a utilização de adesivos com condicionamento ácido prévio poderia gerar uma etapa a mais, a de secagem, que

pode diminuir a resistência de união dos cimentos. A umidade da dentina é um fator relevante para todos os tipos de estratégias de cimentação uma vez que, cimentos autoadesivos podem ter sua adesão comprometida caso haja secagem excessiva da água. Por outro lado, a presença de água que irá gerar gera falhas de coesão (poros) devido ao acúmulo das mesmas em micro espaços na rede de polímeros, diminuindo também a resistência coesiva. Por isso, sugere-se apenas a remoção do excesso de umidade da dentina previamente a cimentação ⁷³. Nesse estudo a secagem dos canais foi feita com cone de papel absorvente para evitar esse tipo de situação.

Os menores resultados de resistência adesiva nesse estudo quando utilizado em cimento resinoso autocondicionante (autoadesivo) pode estar ligado ao fato de que a alta viscosidade dos cimentos autoadesivos pode gerar a presença de espaços vazios após a cimentação gerando adaptação insuficiente. De Munck et al.⁷⁴ observam que um pré tratamento com a utilização de adesivos (convencionais ou autocondicionantes) antes da cimentação com cimentos resinosos seria válida pois aumentaria a adesão do conjunto. O que corrobora com estudo de Calixto et al.⁴¹ 2012 em que os valores de união foram menores para cimentos autoadesivos sugerindo que a realização de procedimentos adesivos previamente a cimentação aumentam os valores de resistência de união.

Estudo de Druski et al. ⁴³ apesar de ter observado maiores valores médios de união de um cimento resinoso autocondicionante em todos os terços testados quando comparados a cimentos convencionais, relataram que a utilização do condicionamento ácido com posterior utilização de sistema adesivo aumentaram os valores de adesão para cimentação de pinos de fibra de vidro. Estudos porem apontam que a utilização de cimentos autoadesivos para cimentação de pinos de fibra de vidro aumentou a adesão á dentina radicular quando comparados a cimentos convencionais.

Embora a cimentação de pinos reforçados com fibra de vidro não esteja listada como uma das utilizações do compósito “bulk fill” este, apresentou valores de resistência de união comparáveis aos alcançados em grupos nos quais os agentes de colagem foram utilizados. Foi escolhido um sistema adesivo de polimerização

dual autocondicionante devido à sua relevância clínica. Clinicamente, os sistemas adesivos que necessitam de condicionamento ácido prévio e posterior lavagem, seriam mais difíceis de usar previamente a cimentação de pinos de fibra de vidro, uma vez que a corrosão no interior do canal radicular com lavagem posterior e seca, mantendo uma dentina úmida, parece clinicamente inviável, embora seja possível em situações laboratoriais. Um material de polimerização dual foi escolhido para tornar possível a polimerização do adesivo mesmo em regiões mais profundas do canal radicular, onde a luz emitida pela unidade fotopolimerizadora não pudesse atingir adequadamente. No entanto, de acordo com as instruções do fabricante, o sistema adesivo não foi fotoativado antes da inserção do agente de cimentação nos grupos QM e RB. O sistema adesivo foi fotopolimerizado apenas previamente a cimentação quando utilizada a resina bulk fill nos grupos XB.

Estudos anteriores relataram menor estresse de polimerização, e menor deflexão de cúspides menores ao usar compósitos bulk fill,⁶³ isso se daria ao fato de haver modificações na formulação de monômeros, o que levaria a menos tensões na interface adesiva, aumentando a força de união. Além disso, de acordo com as informações do fabricante, os agentes de cimentação utilizados neste estudo possuem diferentes conteúdos de carga. A base X-tra possui o maior conteúdo de partículas de carga (75% em peso). Embora não haja uma grande diferença para o conteúdo de partículas de carga dos outros materiais (Bifix QM: 70,2%; Bifix SE: 68,6%; Rebilda DC: 73,2%), um maior teor de partícula de carga leva a menor contração durante a polimerização, levando a menos tensões na interface adesiva.⁵

Apesar dos achados no presente estudo alguns autores relatam melhores resultados de força adesiva quando utilizados cimentos autoadesivos à base de resina, em comparação aos agentes de cimentação que exigem a aplicação de um sistema adesivo separado^{43, 75}. Isso pode ser explicado pelo fato de cimentos autoadesivos à base de resina apresentarem diferentes composições, como diferentes monômeros ácidos ou a inclusão de MDP na sua fórmula, que favoreceriam a união química com o substrato e isso explicaria os diferentes resultados.⁷⁶

O envelhecimento não teve efeito sobre a força de adesão dos materiais testados. Um armazenamento de água de quatro meses foi escolhido como método de envelhecimento neste estudo com base em estudos anteriores que analisaram a força de ligação após um, dois ou três meses de armazenamento de água.⁷⁷⁻⁸⁰ As raízes foram cortadas em fatias antes do armazenamento de água o que simularia um envelhecimento é mais agressivo do que o que acontece em condições clínicas. Em relação ao tipo de falha, para os grupos QM, SE e RB, o mais comum foi a falha adesiva entre dente e agente de cimentação, atingindo até 95% das falhas no grupo SE (Gráfico 5.1), o que enfatiza a dificuldade de aderência dentro do canal radicular. No entanto, para o grupo XB, a falha mista foi o tipo mais observado. Esse estudo diverge de Giachetti et al.⁴⁶ que ao avaliar por meio de teste de resistência adesiva cimentos com técnica de ativação dual e uma resina para cimentação de pinos (vertise flow) fotoativados pela mesma quantidade de tempo sessenta segundos observaram que apesar das interações não serem significativas, os corpos de prova cimentados com cimentos duais apresentaram um padrão de fratura com falha adesiva entre cimento/ adesivo enquanto que para o grupo em que foi utilizada a resina flow Vertise o padrão mais comum de falha ocorreu entre o cimento e a dentina. O que nos leva a creditar que no presente estudo as diferenças apenas de fotoativação e as baixas tensões de polimerização geradas pelas resinas do tipo “bulk fill” podem ter melhorado a força de ligação entre o dente e o agente de cimentação.

A segunda hipótese nula foi rejeitada. Quanto à dureza, observou-se diferença estatisticamente significativa entre os diferentes materiais testados. Os dentes cimentados com resina bulk fill atingiram os maiores valores de dureza. Tal fato já havia sido relatado em estudos Alrahlah et al.⁶⁰, e El Damanhohoury et al.⁶¹ em que testando a profundidade de polimerização de resinas bulk fill observaram que as mesmas apresentaram valores de dureza satisfatórios em maiores profundidades, o que pode ser atribuídos por propriedades específicas desses materiais como a translucidez e capacidade de difusão da luz até regiões mais apicais. O cimento resinoso autocondicionante (autoadesivo) atingiu os valores mais baixos de dureza (Tabela 5.2). Estudos como o de Belli et al., 2009 apontam menores características físico mecânicas desse tipo de cimento quando comparados

a cimentos resinosos convencionais e compósitos, (resina flow), frente a resistência de abrasão, observando um maior desgaste ⁸¹.

Os valores também diminuíram de acordo com o aumento da profundidade da raiz, como mostrado no (Gráfico 5.2).

A dureza do fundo da restauração deve atingir pelo menos 80% da dureza máxima do material para ser considerado adequadamente polimerizado.⁸² Os testes de dureza mostraram que os grupos QM e SE atingiram o mínimo de 80% da dureza máxima em todo o comprimento de o canal radicular antes do envelhecimento. Era esperado, uma vez que ambos são cimentos à base de resina duplamente curados. No entanto, mesmo sendo um composto à base de resina com polimerização dual, o cimento resinoso Rebilda DC após o envelhecimento (linha verde escura) apresenta três fatias dentro da área vermelha do gráfico que representa uma relação de dureza máxima inferior a 80% (Gráfico 5.2). Isso pode ter acontecido porque o Rebilda DC é um material que além de ser utilizado para a cimentação e indicado para a reconstrução de núcleos, e por ser utilizado com esse fim tem uma maior opacidade para melhorar a estética das restaurações. Enquanto os outros agentes de cimentação apresentavam tons translúcidos (Bifix QM e Bifix SE) ou universais (Xtra-Base), o Rebilda DC apresenta uma maior opacidade. Uma menor translucidez do material faz com que menos luz atinja regiões mais profundas do canal ⁸³. Tal afirmação corrobora com estudo de Juloski al. ⁴⁷ que ao testar a resistência adesiva de pinos com cimentos opacos e translúcidos, concluíram que as propriedades mecânicas podem ser alteradas com a utilização de cimentos opacos que podem dificultar a ativação propagação da luz no interior dos canais radiculares. A fotoativação de 20 segundos usada neste estudo talvez não tenha sido suficiente para a polimerização correta da Rebilda DC devido a esta sua característica.

O composto à base de resina de preenchimento “bulk fill” X-tra Base não atingiu 80% da dureza máxima na fatia mais profunda da raiz. Considerando a recomendação dos fabricantes de porções com espessura de até 4 mm, a profundidade de cura obtida neste estudo foi de cerca de 6 mm. Os compósitos de preenchimento em incremento único “bulk fill” apresentam uma maior translucidez que pode ter permitido maiores profundidades de polimerização. O uso de um pino

translúcido reforçada com fibra de vidro pode ter permitido a transmissão de luz através da raiz, aumentando o alcance da luz e, conseqüentemente, a profundidade da polimerização⁸⁴. Apesar dos achados encontrados nesse estudo, Czasch et al ⁶² observaram após analisar resinas “bulk fill” e convencionais em diferentes tempos de fotopolimerização, e profundidades (0-6mm) que as resinas do tipo bluk fill apresentaram em todas as profundidades quando comparadas as resinas convencionais melhores propriedades mecânicas e que os fatores que mais influenciariam estariam ligados ao tipo de resina, a profundidade e o tempo de fotopolimerização nesta ordem.

Quanto à dureza após o envelhecimento, o grupo SE apresentou uma grande diminuição nos valores de dureza (Figura 2). Isso pode ser explicado devido ao fato de cimentos autoadesivos à base de resina apresentarem uma matriz de resina mais hidrofílica, quando comparada aos compósitos à base de resina o que pode ter gerado os menores valores. Além disso, cimentos autoadesivos não são revestidos com resina hidrofóbica, como o silano, para que possam reagir com os monómeros ácidos presentes na matriz de resina, levando a uma superfície menos protegida.⁷⁶ Essas diferenças na sua formulação podem causaram a maior degradação do material observado no teste de dureza após o envelhecimento da água por 4 meses.

O teste de correlação de Pearson mostrou uma correlação linear positiva entre a força de adesão e os valores de dureza. O (Gráfico 5.3) mostra que a dispersão é homogênea para resultados antes do envelhecimento, mostrado em azul e após o envelhecimento, mostrado em verde. A dureza é comumente associada ao grau de conversão⁸⁵⁻⁸⁷ e as propriedades mecânicas mais elevadas do agente cimentante devem levar a uma maior resistência de ligação, evitando fraturas e desadaptação dos materiais nos condutos radiculares.

O uso de dentes bovinos é uma limitação do presente estudo. Embora o tamanho dos dentes e o diâmetro do canal radicular tenham sido padronizados, é diferente dos dentes humanos e a espessura do agente cimentante influencia sua força de união. Além disso, a fotoativação feita em dentes bovinos, realizada no laboratório, é mais controlada do que em situações clínicas. O alcance da luz nos dentes posteriores, com os canais com algum ângulo, pode ser insuficiente para

uma polimerização adequada dos compósitos de preenchimento de preenchimento do tipo “bulk fill” por exemplo aonde não há uma polimerização dual.

Sendo assim mais estudos clínicos, laboratoriais e longitudinais precisam ser feitos para permitir a indicação precisa de resinas compostas do tipo “bulk fill” para cimentação de pinos reforçados com fibra de vidro. No entanto, com o objetivo de reduzir a quantidade de materiais diferentes que o dentista deve ter em seus consultórios ou para facilitar escolhas entre uma variedade de materiais, esse tipo de material composto deve ser considerado como um possível material de cimentação. Apesar da plausível possibilidade da utilização de resinas bulk fill para cimentação de pinos de fibra de vidro, de acordo com este estudo, e baseado na literatura existente a escolha mais segura em relação à força de adesão e à microdureza dos agentes de cimento testados é o uso de um cimento resinoso com polimerização dual e aplicação prévia de um sistema adesivo continua vigorando como a melhor alternativa para cimentação de pinos de fibra de vidro.

7 CONCLUSÕES

Embora não seja a principal indicação clínica o uso da resina composta do tipo “bulk fill” de baixa viscosidade testada como um agente de cimentação, apresentou propriedades que indicam que ele pode ser usado para esse propósito, em situações em que a ativação por luz possa ser feita corretamente.

O cimento à base de resina de ativação dual utilizado com a aplicação prévia de um sistema adesivo ainda é a escolha mais segura, pois apresenta altos valores de força de adesão e dureza mesmo em regiões mais profundas do canal radicular.

REFERÊNCIAS¹

- 1 Cohen BI, Deutsch AS, Condos S, Musikant BL, Scherer W. Compressive and diametral tensile strength of titanium-reinforced composites. *J Esthet Dent*. 1992;4 Suppl:50-5.

- 2 Morgano SM, Rodrigues AH, Sabrosa CE. Restoration of endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am*. 2004 Apr;48(2):vi, 397-416

- 3 Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater*. 2002 Dec;18(8):596-602.

- 4 Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater*. 2002 Dec;18(8):596-602.

- 5 Sadek FT, Goracci C, Monticelli F, Grandini S, Cury AH, Tay F, Ferrari M. Immediate and 24-hour evaluation of the interfacial strengths of fiber posts. *J Endod*. 2006 Dec;32(12):1174-7.

- 6 Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil JP, Neumann K, Kielbassa AM. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *Int Endod J*. 2006 Oct;39(10):809-18.

- 7 Bolhuis P, de Gee A, Feilzer A. The influence of fatigue loading on the quality of the cement layer and retention strength of carbon fiber post-resin composite core restorations. *Oper Dent*. 2005 Mar-Apr;30(2):220-7.

- 8 Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system-the promise and the problems: a review. *J Endod*. 2006 Dec;32(12):1125-34. Epub 2006 Oct 30.

- 9 Tay FR, Frankenberger R, Krejci I, Bouillaguet S, Pashley DH, Carvalho RM, Lai CN. Single-bottle adhesives behave as permeable membranes after polymerization. I. In vivo evidence. *J Dent*. 2004 Nov;32(8):611-21.

---

¹ De acordo com Estilo Vancouver

- 10 Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. *Oper Dent*. 2005 Sep-Oct;30(5):627-35.
- 11 Ferracane JL, Greener EH. The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resins. *J Biomed Mater Res*. 1986 Jan;20(1):121-31.
- 12 Kim RJ, Kim YJ, Choi NS, Lee IB. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *J Dent*. 2015 Apr;43(4):430-9. doi: 10.1016/j.jdent.2015.02.002.
- 13 El-Damanhoury H, Platt J. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Oper Dent*. 2014 Jul-Aug;39(4):374-82. doi: 10.2341/13-017-L.
- 14 Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dent Mater*. 2011 Apr;27(4):348-55. doi: 10.1016/j.dental.2010.11.014.
- 15 Toksavul S, Zor M, Toman M, Güngör MA, Nergiz I, Artunç C. Analysis of dentinal stress distribution of maxillary central incisors subjected to various post-and-core applications. *Oper Dent*. 2006 Jan-Feb;31(1):89-96.
- 16 Ferracane JL, Greener EH. The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resins. *J Biomed Mater Res*. 1986 Jan;20(1):121-31.
- 17 Kim RJ, Kim YJ, Choi NS, Lee IB. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *J Dent*. 2015 Apr;43(4):430-9. doi: 10.1016/j.jdent.2015.02.002.
- 18 Ottl P, Hahn L, Lauer HCh, Fay M. Fracture characteristics of carbon fibre, ceramic and non-palladium endodontic post systems at monotonously increasing loads. *J Oral Rehabil*. 2002 Feb;29(2):175-83.
- 19 Yang HS, Lang LA, Molina A, Felton DA. The effects of dowel design and load direction on dowel-and-core restorations. *J Prosthet Dent*. 2001 Jun;85(6):558-67.

20 Caputo AA & Standlee JP (1987) *Biomechanics in Clinical Dentistry* Chicago Quintessence Publishing Co, Inc p 185-203.

21 Fernandes AS, Dessai GS. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. *Int J Prosthodont*. 2001 Jul-Aug;14(4):355-63.

22 Toksavul S, Zor M, Toman M, Güngör MA, Nergiz I, Artunç C. Analysis of dentinal stress distribution of maxillary central incisors subjected to various post-and-core applications. *Oper Dent*. 2006 Jan-Feb;31(1):89-96.

23 Galen WW, Mueller KI. Restoration of the Endodontically Treated Tooth. In: Cohen S, Burns RC, editors. *Pathways of the Pulp*. 8th ed. St. Louis: Mosby; 2002. pp. 765–796.

24 Makade CS, Meshram GK, Warhadpande M, Patil PG. A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post core systems - an in-vitro study. *J Adv Prosthodont*. 2011 Jun;3(2):90-5. doi: 10.4047/jap.2011.3.2.90.

25 Plotino G, Grande NM, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. *Dent Mater*. 2007 Sep;23(9):1129-35.

26 Silva NR, Castro CG, Santos-Filho PC, Silva GR, Campos RE, Soares PV, Soares CJ. Influence of different post design and composition on stress distribution in maxillary central incisor: Finite element analysis. *Indian J Dent Res*. 2009 Apr-Jun;20(2):153-8. doi: 10.4103/0970-9290.52888.

27 Castro CG, Santana FR, Roscoe MG, Simamoto PC Jr, Santos-Filho PC, Soares CJ. Fracture resistance and mode of failure of various types of root filled teeth. *Int Endod J*. 2012 Sep;45(9):840-7. doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02041.

28 Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent*. 2002 Apr;87(4):431-7.

29 Li LL, Wang ZY, Bai ZC, Mao Y, Gao B, Xin HT, Zhou B, Zhang Y, Liu B. Three-dimensional finite element analysis of weakened roots restored with different cements in combination with titanium alloy posts. *Chin Med J (Engl)*. 2006 Feb 20;119(4):305-11.

- 30 Barjau-Escribano A, Sancho-Bru JL, Forner-Navarro L, Rodríguez-Cervantes PJ, Pérez-González A, Sánchez-Marín FT. Influence of prefabricated post material on restored teeth: fracture strength and stress distribution. *Oper Dent*. 2006 Jan-Feb;31(1):47-54.
- 31 Rasimick BJ, Wan J, Musikant BL, Deutsch AS. A review of failure modes in teeth restored with adhesively luted endodontic dowels. *J Prosthodont*. 2010 Dec;19(8):639-46. doi: 10.1111/j.1532-849X.2010.00647.x.
- 32 Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H. 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported postendodontic restoration: a prospective observational clinical study. *J Endod*. 2012 Apr;38(4):432-5. doi: 10.1016/j.joen.2012.01.003.
- 33 Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjör IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent*. 2000 Oct;13(5):255-60.
- 34 Vichi A, Grandini S, Davidson CL, Ferrari M. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. *Dent Mater*. 2002 Nov;18(7):495-502.
- 35 Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004 Mar;97(3):381-7.
- 36 Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater*. 2001 Sep;17(5):422-9.
- 37 Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Regional bond strengths of a dual-cure resin core material to translucent quartz fiber post. *Am J Dent*. 2006 Feb;19(1):51-5.
- 38 Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Adhesion to root canal dentine using one and two-step adhesives with dual-cure composite core materials. *J Oral Rehabil*. 2005 Feb;32(2):97-104.
- 39 Ferrari M, Vichi A, Fadda GM, Cagidiaco MC, Tay FR, Breschi L, Polimeni A,

Goracci C. A randomized controlled trial of endodontically treated and restored premolars. *J Dent Res.* 2012 Jul;91(7 Suppl):72S-78S

40 Signore A, Benedicenti S, Kaitsas V, Barone M, Angiero F, Ravera G. Long-term survival of endodontically treated, maxillary anterior teeth restored with either tapered or parallel-sided glass-fiber posts and full-ceramic crown coverage. *J Dent.* 2009 Feb;37(2):115-21. doi: 10.1016/j.jdent.2008.10.007 .

41 Calixto LR, Bandéca MC, Clavijo V, Andrade MF, Vaz LG, Campos EA. Effect of resin cement system and root region on the push-out bond strength of a translucent fiber post. *Oper Dent.* 2012 Jan-Feb;37(1):80-6. doi: 10.2341/11-035-L.

42 Gomes GM, Gomes OM, Reis A, Gomes JC, Loguercio AD, Calixto AL. Regional bond strengths to root canal dentin of fiber posts luted with three cementation systems. *Braz Dent J.* 2011;22(6):460-7.

43 Durski MT, Metz MJ, Thompson JY, Mascarenhas AK, Crim GA, Vieira S, Mazur RF. Push-Out Bond Strength Evaluation of Glass Fiber Posts With Different Resin Cements and Application Techniques. *Oper Dent.* 2016 Jan-Feb;41(1):103-10. doi: 10.2341/14-343-L.

44 Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Oper Dent.* 2014 Jan-Feb;39(1):E31-44. doi: 10.2341/13-070-LIT.

45 Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci.* 2009 Jun;117(3):326-33. doi: 10.1111/j.1600-0722.2009.00623.x

46 Giachetti L, Scaminaci Russo D, Baldini M, Bertini F, Steier L, Ferrari M. Push-out strength of translucent fibre posts cemented using a dual-curing technique or a light-curing self-adhering material. *Int Endod J.* 2012 Mar;45(3):249-56. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01969.x.

47 Juloski J, Goracci C, Tsintsadze N, Carrabba M, Vichi A, Vulicevic ZR, Ferrari M. Influence of luting agent translucency on fiber post retention. *Eur J Oral*

Sci. 2015 Apr;123(2):116-21. doi: 10.1111/eos.12174.

48 Galhano GA, de Melo RM, Barbosa SH, Zamboni SC, Bottino MA, Scotti R. Evaluation of light transmission through translucent and opaque posts. *Oper Dent*. 2008 May-Jun;33(3):321-4. doi: 10.2341/07-93.

49 Goldberg M. In vitro and in vivo studies on the toxicity of dental resin components: a review. *Clin Oral Investig*. 2008 Mar;12(1):1-8. Epub 2007 Nov 27.

50 Moszner N, Fischer UK, Angermann J, Rheinberger V. A partially aromatic urethane dimethacrylate as a new substitute for Bis-GMA in restorative composites. *Dent Mater*. 2008 May;24(5):694-9.

51 Lassila LV, Nagas E, Vallittu PK, Garoushi S. Translucency of flowable bulk-filling composites of various thicknesses. *Chin J Dent Res*. 2012;15(1):31-5.

52 Bouschlicher MR, Rueggeberg FA, Wilson BM. Correlation of bottom-to-top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions. *Oper Dent*. 2004 Nov-Dec;29(6):698-704.

53 Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent*. 2013 Nov-Dec;38(6):618-25. doi: 10.2341/12-395-L.

54 Souza-Junior, E.J. et al. Fotoativação na atualidade: Conceitos e técnicas clínicas. *Clínica - International Journal of Brazilian Dentistry*. Florianópolis, v.10, n.2, p. 24-30, 2014.

55 Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*. 1987 Nov;66(11):1636-9.

56 Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater*. 2005 Oct;21(10):962-70.

57 dos Santos GO, da Silva AH, Guimarães JG, Barcellos Ade A, Sampaio EM, da Silva EM. Analysis of gap formation at tooth-composite resin interface: effect of C-factor and light-curing protocol. *J Appl Oral Sci*. 2007 Aug;15(4):270-4.

58 Moreira da Silva E, dos Santos GO, Guimarães JG, Barcellos Ade A, Sampaio EM.

The influence of C-factor, flexural modulus and viscous flow on gap formation in resin composite restorations. *Oper Dent*. 2007 Jul-Aug;32(4):356-62.

59 Roggendorf MJ, Krämer N, Appelt A, Naumann M, Frankenberger R. Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite. *J Dent*. 2011 Oct;39(10):643-7. doi: 10.1016/j.jdent.2011.07.004.

60 Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent Mater*. 2014 Feb;30(2):149-54. doi: 10.1016/j.dental.2013.10.011.

61 El-Damanny H, Platt J. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Oper Dent*. 2014 Jul-Aug;39(4):374-82. doi: 10.2341/13-017-L

62 Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig*. 2013 Jan;17(1):227-35. doi: 10.1007/s00784-012-0702-8.

63 Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *J Dent*. 2012 Jun;40(6):500-5. doi: 10.1016/j.jdent.2012.02.015.

64 Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jassé FF, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent*. 2014 May;42(5):575-81. doi: 10.1016/j.jdent.2014.02.007.

65 Furness A, Tadros MY, Looney SW, Rueggeberg FA. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent*. 2014 Apr;42(4):439-49. doi: 10.1016/j.jdent.2014.01.005.

66. Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen MK, Pallesen U. Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent*. 2015 Mar-Apr;40(2):190-200. doi: 10.2341/13-324-L.

67 Scotti N, Comba A, Gambino A, Paolino DS, Alovise M, Pasqualini D, Berutti E. Microleakage at enamel and dentin margins with a bulk fills flowable resin. *Eur J Dent*. 2014 Jan;8(1):1-8. doi: 10.4103/1305-7456.126230.

- 68 Arslan S, Demirbuga S, Ustun Y, Dincer AN, Canakci BC, Zorba YO. The effect of a new-generation flowable composite resin on microleakage in Class V composite restorations as an intermediate layer. *J Conserv Dent*. 2013 May;16(3):189-93. doi: 10.4103/0972-0707.111311.
- 69 Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J Dent*. 2007 Nov;35(11):827-35
- 70 do Carmo SS, Néspoli FFP, Bachmann L, Miranda CES, Castro-Raucci LMS, Oliveira IR, Raucci-Neto W. Influence of early mineral deposits of silicate- and aluminate-based cements on push-out bond strength to root dentine. *Int Endod J*. 2017 May 4. doi: 10.1111/iej.12791
- 71 Gomes KGF, Faria NS, Neto WR, Colucci V, Gomes EA. Influence of laser irradiation on the push-out bond strength between a glass fiber post and root dentin. *J Prosthet Dent*. 2017 Apr 28. pii: S0022-3913(17)30078-1. doi:10.1016/j.prosdent.2017.01.013.
- 72 De-Deus G, Souza E, Versiani M. Methodological considerations on push-out tests in Endodontics. *Int Endod J*. 2015 May;48(5):501-3. doi: 10.1111/iej.12445.
- 75 Pereira JR, Lins do Valle A, Ghizoni JS, Lorenzoni FC, Ramos MB, Dos Reis Só MV. Push-out bond strengths of different dental cements used to cement glass fiber posts. *J Prosthet Dent*. 2013 Aug;110(2):134-40. doi:10.1016/S0022-3913(13)60353-4.
- 76 Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil*. 2011 Apr;38(4):295-314. doi: 10.1111/j.1365-2842.2010.02148.x.
- 77 Radovic I, Monticelli F, Papacchini F, Magni E, Cury AH, Vulicevic ZR, Ferrari M. Accelerated aging of adhesive-mediated fiber post-resin composite bonds: A modeling approach. *J Dent*. 2007 Aug;35(8):683-9.
78. Ramos MB, Pegoraro TA, Pegoraro LF, Carvalho RM. Effects of curing protocol and storage time on the micro-hardness of resin cements used to lute fiber-reinforced resin posts. *J Appl Oral Sci*. 2012 Sep-Oct;20(5):556-62.

79 Santana FR, Soares CJ, Silva JA, Alencar AH, Renovato SR, Lopes LG, Estrela C. Effect of Instrumentation Techniques, Irrigant Solutions and Artificial accelerated Aging on Fiberglass Post Bond Strength to Intraradicular Dentin. *JContemp Dent Pract.* 2015 Jul 1;16(7):523-30.

80 Montanari M, Prati C, Piana G. Differential hydrolytic degradation of dentin bonds when luting carbon fiber posts to the root canal. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2011 May 1;16(3):e411-7.

81 Belli R, Pelka M, Petschelt A, Lohbauer U. In vitro wear gap formation of self-adhesive resin cements: a CLSM evaluation. *J Dent.* 2009 Dec;37(12):984-93. doi: 10.1016/j.jdent.2009.08.006.

82 Watts DC, Amer O, Combe EC. Characteristics of visible-light-activated composite systems. *Br Dent J.* 1984 Mar 24;156(6):209-15.

84 Shadman N, Atai M, Ghavam M, Kermanshah H, Ebrahimi SF. Parameters affecting degree of conversion of dual-cure resin cements in the root canal: FTIR analysis. *J Can Dent Assoc.* 2012;78:c53.

85 Rode KM, de Freitas PM, Lloret PR, Powell LG, Turbino ML. Micro-hardness evaluation of a micro-hybrid composite resin light cured with halogen light, light-emitting diode and argon ion laser. *Lasers Med Sci.* 2009 Jan;24(1):87-92

86 Turbino ML, Belan LC, Soprano V, Rode KM, Lloret PR, Youssef MN. Argon ion laser curing depth effect on a composite resin. *Lasers Med Sci.* 2011 Jul;26(4):421-5. doi: 10.1007/s10103-010-0785-x.

87 Ferracane JL. Resin-based composite performance: are there some things we can't predict? *Dent Mater.* 2013 Jan;29(1):51-8. doi: 10.1016/j.dental.2012.06.013.