



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de São José dos Campos  
Instituto de Ciência e Tecnologia

**RICARDO TOLEDO ABREU**

**ANÁLISE DA CIMENTAÇÃO E DA RESISTÊNCIA DE  
UNIÃO DE DOIS DIFERENTES TIPOS DE PINOS DE  
FIBRA DE VIDRO EM DENTES COM REABSORÇÕES  
RADICULARES INTERNAS SIMULADAS**

2019

**RICARDO TOLEDO ABREU**

**ANÁLISE DA CIMENTAÇÃO E DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE  
DOIS DIFERENTES TIPOS DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO EM  
DENTES COM REABSORÇÕES RADICULARES INTERNAS  
SIMULADAS**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA.

Área: Endodontia. Linha de pesquisa: Estudos clínicos e laboratoriais de materiais e técnicas endodônticas.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Antonio Talge Carvalho

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres

São José dos Campos

2019

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2019]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Toledo Abreu, Ricardo

Análise da cimentação e da resistência de união de dois diferentes tipos de pinos de fibra de vidro em dentes com reabsorções radiculares internas simuladas / Ricardo Toledo Abreu. - São José dos Campos : [s.n.], 2019. 76 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) - Pós-Graduação em Odontologia Restauradora - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2019.

Orientador: Cláudio Antonio Talge Carvalho

Coorientador: Carlos Rocha Gomes Torres

1. Endodontia. 2. Materiais restauradores do canal radicular. 3. Reabsorção da raiz. I. Talge Carvalho, Cláudio Antonio, orient. II. Rocha Gomes Torres, Carlos, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. V. Universidade Estadual Paulista (Unesp). VI. Título.

## **BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Cláudio Antonio Talge Carvalho** (Orientador)

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus São José dos Campos

**Prof. Dr. César Rogério Pucci**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus São José dos Campos

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Flávia Goulart da Rosa Cardoso**

Universidade de Taubaté (UNITAU)

Faculdade de Odontologia

Campus Taubaté

São José dos Campos, 09 de janeiro de 2019.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico aos meus pais, Alziro e Geila.

Aos meus irmãos, João Vítor e Leidiane.

E à minha noiva, Jaiane.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pelas condições oferecidas na conquista de mais esta etapa.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT-UNESP – Campus São José dos Campos).

Ao orientador Prof. Dr. Cláudio Antonio Talge Carvalho, pela amizade, por permitir o cumprimento dessa meta e pelos ensinamentos teóricos e práticos ao longo do curso.

Ao coorientador Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres, pela disponibilidade do material de pesquisa e boa vontade em aconselhar durante a metodologia.

À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Marcia Carneiro Valera Garakis, pela dedicação ao curso e aos ensinamentos que enriqueceram minha formação.

Aos professores Eduardo Bresciani e Ana Paula Martins Gomes, pelas considerações ao projeto e disponibilidade para participarem da banca do EGQ. Aos professores César Rogério Pucci e Flávia Goulart da Rosa Cardoso pelas considerações na Banca de Defesa.

À minha mãe, Geila Aparecida e ao meu pai Alziro, por toda compreensão, apoio e exemplo de vida.

À minha namorada, Jaiane, por todo o companheirismo, incentivo e ajuda. Mais uma difícil caminhada que só foi possível ser superada com sua fundamental presença.

Aos amigos, Amjad, Thaís, Felipe Paiva e Laís, que estiveram presentes no meu dia-a-dia durante o curso.

Aos colegas do curso, Daniel, Esteban, Rayana, Felipe Matos, Cassia, Bruna, Alessandra, Giovanna, Miguel Christian e Diego.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de demanda social recebida durante parte do curso e pela manutenção de nosso programa de pós-graduação. À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pela concessão de bolsa de Mestrado durante o segundo ano de curso (processo número 2017/14203-1).

Aos técnicos de Laboratório – ICT-UNESP: Thaís Cachuté Paradella, Márcio Eduardo Marques, Josiana Maria Alves Carneiro e Fernanda Brito pela competência e disposição em ajudar.

À Faculdade de Odontologia – UNESP (Campus Araraquara) pela disposição e utilização do Microtomógrafo *in vivo*, em nome da estagiária Luana Elis Sabino.

À Seção Técnica Acadêmica e à Comissão de Pesquisa, em nome de Carlos Alberto Guedes e Michele Ramos dos Santos. Obrigado por toda a boa vontade em me atender sempre que precisei e pela atenção.

À Seção Técnica de Pós-Graduação: Bruno Shiguemitsu Marques Tanaka, Sandra Mara Cordeiro e Carolina Lourenço Rei, por estarem sempre prontos ao atendimento.

Aos meus sogros, Jairo e Nirlene. Por todo apoio e conselhos nestes oito anos de convivência.

Aos meus familiares, por acreditarem em mim e por todo carinho demonstrado.

"Não façam nada por interesse pessoal ou por desejos tolos de receber elogios;  
mas sejam humildes e considerem os outros superiores a vocês mesmos.

Que ninguém procure somente os seus próprios interesses,  
mas também os dos outros".

Filipenses 2, 3-4.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	11
RESUMO .....	12
ABSTRACT .....	13
1 INTRODUÇÃO .....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1 Reabsorção Radicular Interna.....	17
2.2 Pinos intrarradiculares em dentes tratados endodonticamente e com grande comprometimento estrutural .....	23
2.3 Terapia endodôntica de RRI e a adesão de pinos à parede dentinária..	27
3 PROPOSIÇÃO .....	37
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4.1 Análise da limpeza de Ca(OH) <sub>2</sub> da RRI por Estereomicroscopia .....	39
4.2 Cimentação dos pinos e teste por <i>push-out</i> .....	42
4.3 Análise de falha e análise estatística .....	48
4.4 Análise da Interface de União por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) .....	50
4.5 Microtomografia Computadorizada: Reconstituição 3D dos pinos Rebuilda Post GT.....	51
5 RESULTADO .....	52
5.1 Análise por estereomicroscopia da limpeza de Ca(OH) <sub>2</sub> da RRI.....	52
5.2 Análise de Falha por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	52
5.3 Teste <i>Push-Out</i> .....	55
5.4 Análise da Interface de União por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) .....	58

<b>5.5 Microtomografia Computadorizada .....</b>	<b>59</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO - Parecer Consubstanciado do CEP .....</b>	<b>75</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 - Simulação da RRI e reposicionamento do espécime.....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 2 - Remoção da pasta de Ca(OH)<sub>2</sub> por PUI.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 3 - Representação esquemática dos escores de limpeza .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 4 - Preparo dos pinos e da dentina intrarradicular para a cimentação.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 5 - Cimentação dos pinos.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 6 - Preparo dos espécimes para o <i>push-out</i> .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 7 – Posicionamento dos espécimes para o <i>push-out</i>.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 8 – Falhas ao <i>push-out</i> do pino Rebilda Post.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 9 – Falhas ao <i>push-out</i> do pino Rebilda Post GT.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 10 – Micrografias representativas das falhas nos pinos Rebilda Post GT .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 11 – Micrografias representativas das falhas nos pinos Rebilda Post .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 12 – Curvas normais dos valores resíduos para verificar a distribuição dos resíduos (normalidade) dos 04 grupos testados .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 13 – Média e desvio-padrão (MPa) dos grupos testados.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 14 – Micrografias representativas da interface de união para os pinos Rebilda Post (A,B) e Rebilda Post GT (C,D).....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 15 – Reconstrução representativa tridimensional por micro-CT de um espécime após cimentação intrarradicular com Rebilda Post GT.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 16 – Reconstrução representativa tridimensional por micro-CT de um espécime após cimentação intrarradicular com Rebilda Post GT.....</b>	<b>61</b>

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1 – Materiais utilizados neste estudo com sua respectiva composição, números de lote e validade.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabela 2 – Número e porcentagem dos escores após a técnica de PUI.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabela 3 – Média, desvio-padrão (MPa), intervalo de confiança (95%) e modo de falha dos grupos testados .....</b>	<b>56</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ca(OH) <sub>2</sub>	Hidróxido de Cálcio
cm	Centímetro
CT	Comprimento de Trabalho
EDTA	Ácido Etileno Diamino Tetracético
GT	Rebilda Post GT
kgf	Quilograma-força
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MIC	Medicação Intracanal
min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mm <sup>2</sup>	Milímetro quadrado
MPa	Mega Pascal
MTA	Agregado de Trióxido Mineral
N	Newton
NaOCl	Hipoclorito de Sódio
PBM	Preparo Biomecânico
PUI	Irrigação Ultrassônica Passiva
RP	Rebilda Post
RRI	Reabsorção Radicular Interna
s	Segundo
TCCB	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

Abreu R.T. Análise da cimentação e da resistência de união de dois diferentes tipos de pinos de fibra de vidro em dentes com Reabsorções Radiculares Internas simuladas [dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2019.

## RESUMO

Este estudo analisou a interface de união e a força de adesão dos pinos de fibra de vidro Rebuilda Post (RP) (VOCO) e Rebuilda Post GT (GT) (VOCO) após cimentação em dentes com Reabsorção Radicular Interna (RRI) simulada. Quarenta e cinco raízes de pré-molares inferiores humanos foram padronizadas em 16 mm e incluídas em resina acrílica. Os canais radiculares (CR) foram preparados biomecanicamente, as raízes foram seccionadas em sua metade e a RRI foi simulada. Os segmentos foram retornados à posição original com auxílio de parafusos. Uma pasta de  $\text{Ca(OH)}_2$  permaneceu como MIC por 15 dias. A remoção foi feita por PUI e a qualidade da limpeza foi avaliada por estereomicroscopia. Os CR das amostras foram obturados e o preparo foi feito de forma padronizada. Os espécimes foram divididos em 2 grupos (n=20), de acordo com o tipo de pino cimentado. A resistência de união foi avaliada aos níveis cervical e da RRI pelo teste *push-out*. Para a análise estatística só foram incluídas falhas adesivas e predominantemente adesivas. Os resultados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, Mann Whitney e teste de Dunn ( $\alpha = 0,05$ ). Foi realizada MEV para análise da interface de união entre cimento e dentina radicular (n=1) e análise por microtomografia computadorizada (micro-CT) do pino GT (n=3). PUI não foi capaz de limpar completamente a maioria das RRI (62,5%). Houve alteração da resistência adesiva entre todos os grupos ( $p < 0,05$ ). Os valores de resistência de união para ambos os grupos na região cervical foram maiores em relação aos grupos na região de RRI. A MEV mostrou formação de *tags* resinosas na interface de união entre cimento resinoso e dentina radicular para ambos os grupos. Em análise por micro-CT, presença de bolhas no cimento e espaços na interface de união entre cimento são visíveis. A adesão de ambos os pinos foi afetada negativamente pelo nível da cimentação, adaptação do pino no canal radicular e presença de RRI. Rebuilda Post apresentou melhores resultados de resistência adesiva no nível cervical enquanto que no Rebuilda Post GT apresentou melhores resultados a nível de RRI.

Palavras-chave: Endodontia. Materiais Restauradores do Canal Radicular. Reabsorção da Raiz.

Abreu R.T. Analyses of cementation and bond strength of two different type of glass fiber post in teeth with Simulated Internal Root Resorption [dissertation]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2019.

## **ABSTRACT**

*This study analyzed the adhesion interface and bond strength of Rebilda Post (RP) (VOCO) and Rebilda Post GT (GT) (VOCO) glass fibers after cementation in teeth with simulated Internal Root Resorption (IRR). Forty-five roots of lower human premolars were standardized at 16 mm and included in acrylic resin. The root canals (RC) were prepared biomechanically, the roots were sectioned and the IRR was simulated. The segments were returned to original position with the aid of screws. A Ca(OH)<sub>2</sub> paste remained as MIC for 15 days. The removal was done by PUI and the quality of the cleaning was evaluated by stereomicroscopy. The RC of the samples were filled and the preparation was done in standardized way. The specimens were divided into 2 groups (n=20), according to the type of cemented post. The bond strength was evaluated at the cervical and RRI levels by the push-out test. For the statistical analysis only adhesive and predominantly adhesive failures were included. The results were submitted to Kruskal-Wallis test, Mann Whitney test and Dunn test ( $\alpha = .05$ ). SEM was used to analyze the bond interface between cement and dentin root (n=1) and Micro-computed tomography (micro-CT) analysis of the GT post (n=3). PUI was not able to clear completely the majority of RRI (62.5%). There was alteration of the adhesive resistance between all groups ( $p < .05$ ). The values of bond strength for both groups in the cervical region were higher in relation to the groups in the RRI region. The SEM showed formation of resin tags at the bond interface between resin cement and root dentin for both groups. In micro-CT analysis, the presence of bubbles in the cement and spaces in the bond interface between cement are visible. The adhesion of both posts was affected negatively by the level of cementation, post adaptation in the root canal and presence of IRR. Rebilda Post presented better results of adhesive resistance at the cervical level while that Rebilda Post GT presented better results at RRI level.*

*Keywords: Endodontics. Root Canal Filling Materials. Root Resorption.*

## 1 INTRODUÇÃO

Os Cirurgiões-Dentistas devem considerar as percepções e preferências dos pacientes, bem como a influência que cada terapia pode ter na sua qualidade de vida, tanto a curto como em longo prazo. No geral, pacientes ficam satisfeitos com o tratamento e expressam uma vontade clara para a manutenção de sua dentição natural sempre que possível (Gatten et al., 2011).

Reabsorções radiculares internas podem ser bastante comuns (Delzangles, 1989), embora não haja conclusões definitivas quanto à sua prevalência (Patel et al., 2010). Suas lesões, puramente destrutivas ou acompanhadas de algum reparo, podem não ser susceptíveis à detecção por métodos clínicos ou radiográficos convencionais, sendo frequentemente diagnosticadas em dentes com pulpite ou necrose pulpar (Gabor et al., 2012). A maioria da documentação existente na literatura sobre a patologia está na forma de relatos de casos e há apenas um número limitado de estudos que tentaram examinar as manifestações histológicas e os aspectos biológicos da doença (Patel et al., 2010).

O diagnóstico precoce em atendimentos de rotina, através de radiografias intra-buciais (Patel et al., 2010) ou com a maior acurácia de TCCB (Patel et al., 2009; Bhuva et al., 2011; Nilsson et al., 2013; Khojastepour et al., 2015), fornece ao clínico uma valiosa ferramenta para o planejamento do tratamento (Bhuva et al., 2011), uma vez que a patologia apresenta-se assintomática (Patel et al., 2010).

Quando a RRI torna um dente intratável ou não restaurável, a extração é a única opção de tratamento (Patel et al., 2010). Sendo o dente considerado restaurável e de prognóstico razoável, o tratamento endodôntico é o tratamento de escolha (Patel et al., 2010). Casos de RRI vêm sendo relatados com sucesso

de tratamento até mesmo em situações onde há perfurações e comunicação com o tecido periodontal, tanto em dentes anteriores (Altundasar e Demir, 2009; Abuabara et al., 2013; Battepati et al., 2015) quanto em posteriores (Meire e De Moor, 2008; Borkar e de Ataide, 2015).

A forma do defeito da reabsorção dentro do canal radicular geralmente torna inacessível a instrumentação mecânica direta (Patel et al., 2010). As técnicas endodônticas modernas, incluindo auxílios ópticos, melhoria ultrassônica do desbridamento químico e técnicas de obturação termoplástica, melhoram o prognóstico e devem ser utilizadas durante o tratamento endodôntico de dentes com RRI (Nilsson et al., 2013).

Dentes estruturalmente enfraquecidos ficam ainda mais susceptíveis a futuras fraturas, uma vez que a espessura dentinária é um fator decisivo na resistência à fratura (Amin et al., 2014). A opção para restauração desses dentes é a utilização de materiais com um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina e capazes de gerar distribuição homogênea de estresse, melhorando significativamente a resistência à fratura (Abduljawad et al., 2016), diminuindo a incidência de fraturas catastróficas/irreparáveis na raiz (Bitter et al., 2009; Naumann et al., 2012) e de falhas de restaurações (Bitter et al., 2009).

A extensão de um defeito estrutural do dente deve ser criticamente considerada ao se colocar um pino de fibra de vidro (Naumann et al., 2012). Pinos de fibra de vidro possuem resistência à fratura independentemente do ajuste da sua forma, da forma de preparação do espaço para sua cimentação (Büttel et al., 2009) e do seu comprimento (Santos-Filho et al., 2008; Chuang et al., 2010), tornando-se desnecessários maiores desgastes de dentina e eventual enfraquecimento radicular adicional (Büttel et al., 2009). Um dos conceitos universalmente aceitos na restauração de dentes comprometidos endodonticamente é que o prognóstico melhora proporcionalmente à uma maior quantidade de estrutura dentária sadia (Stankiewicz e Wilson, 2002).

O sucesso em longo prazo de restaurações retidas por pinos de fibra de vidro depende de fatores relacionados ao seu design (Chuang et al., 2010) e ao mecanismo de ligação dos sistemas adesivos ao substrato da dentina radicular, que é essencialmente de natureza micromecânica (Ferrari et al., 2001). Deve-se enfatizar que os tipos predominantes de falhas em pinos de fibra são adesivas (Cecchin et al., 2014). A customização do pino de fibra reduz a espessura da camada de cimento (Macedo et al., 2010), deixando-a mais fina, uniforme e com ausência de espaços vazios, favorecendo a um maior aumento da retenção do pino e redução do risco de desadesão (Goracci et al., 2005). Do contrário, não havendo um bom encaixe do pino ao canal, uma camada de cimento resinoso excessivamente espessa favorecerá à formação de bolhas de ar, predispondo o pino à desadesão (Grandini et al., 2005).

Novas tecnologias em materiais de pinos de fibra de vidro aumentam a esperança na manutenção de dentes com complicações adicionais como as RRI (Battepati et al., 2015). Novas concepções de pinos de fibra de vidro seriam capazes de diminuir o volume de cimento e aumentar a resistência de união entre estes e a dentina intrarradicular em casos comprometidos por RRI? É este o assunto que o presente estudo pretende elucidar.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

A Revisão da Literatura foi dividida em itens para facilitar a compreensão dos tópicos mais importantes sobre o tema principal.

### **2.1 Reabsorção Radicular Interna**

Delzangles em 1989, através de MEV, avaliou a distribuição de áreas de reabsorção apical e RRI. Utilizou 90 dentes extraídos, incluindo 10 dentes controles hígidos e extraídos por motivos ortodônticos, e 80 dentes com lesões apicais sem tratamento endodôntico. Seccionou as raízes na direção sagital que permitiu o exame das superfícies intracanal. As amostras foram colocadas em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% por 12 h, a fim de remover todas as substâncias orgânicas. Elas foram então lavadas em água destilada, desidratadas em uma série de álcool e secas ao ar por 24 h. Após esta preparação, as amostras foram examinadas sob MEV. As paredes intracanaís foram examinadas no terço cervical, no terço médio e no terço apical. Observou que os dentes portadores de granulomas mostraram uma reabsorção apical centrada no forame principal e que a RRI foi sempre presente no terço apical e menos frequente nos terços médio e cervical.

Patel et al. em 2010, através de uma revisão sistemática da literatura, abordaram aspectos sobre a prevalência, etiologia, patogênese, manifestações histológicas, diagnóstico diferencial com TCCB e perspectivas de tratamento envolvidos na RRI. Do ponto de vista histológico, a doença pode se manifestar como uma forma puramente destrutiva, causada por inflamação e atividades

clásticas, e outra forma que é acompanhada por algum reparo como resultado da deposição de tecidos metaplásicos de osso/cimento em vez de dentina verdadeira. Consideraram a histologia das RRI como um campo praticamente inexplorado pela ciência e levantaram hipóteses que deveriam ser pesquisadas, como a aplicação das técnicas de revascularização pulpar nestes casos. O tratamento endodôntico convencional foi considerado o único tratamento de escolha para dentes diagnosticados com RRI e com possibilidade de restauração. Uma vez que o defeito de reabsorção é o resultado de uma polpa inflamada e as células precursoras clásticas são predominantemente recrutadas através dos vasos sanguíneos, controlar o processo de reabsorção interna se dá pelo corte do suprimento sanguíneo aos tecidos reabsortivos. O advento das TCCBs aumentou a precisão no diagnóstico da doença, embora o diagnóstico clínico na maioria dos casos se dê por radiografias intra-buciais de rotina. A ausência de um modelo de estudo *in-vivo* para reproduzir a previsibilidade da doença justificaria a grande parte da documentação existente na literatura estar sob à forma de relatos de casos clínicos, e que há apenas um número limitado de estudos que examinaram as manifestações histológicas e os aspectos biológicos da doença.

Gabor et al. em 2012 avaliaram a ocorrência de RRI tanto em dentes com polpas íntegras quanto em dentes com comprometimento pulpar. Utilizaram 30 dentes recém extraídos: 9 dentes com polpa saudável, 8 dentes com pulpíte irreversível e 13 dentes com polpa necrótica e lesão periapical. Após a extração, os dentes foram separados em porção vestibular e outra lingual. Os 60 espécimes foram tratados para remoção de todos os detritos orgânicos e pré-dentina das paredes do canal radicular para avaliação em MEV. As áreas de RRI foram detectadas por suas bordas ásperas e irregulares e pela aparência característica de “favo de mel” das lacunas de reabsorção criadas pelas células odontoclásticas individuais. A RRI não foi detectada em nenhum dos dentes com polpa saudável. Quatro dos 8 (50%) dentes com pulpíte tinham RRI,

enquanto 10 dos 13 (77%) dentes com polpa necrótica apresentavam lesões de RRI nas paredes do canal radicular ( $P < 0,01$ ). Dentes com pulpite e com RRI apresentaram média de 1,25 lesões, a maioria (4 de 5) no terço apical do canal radicular. Todas as 29 reabsorções foram  $< 100 \mu\text{m}$  de profundidade e o comprimento das lesões variou de  $200 \mu\text{m}$  a mais de 1 mm. Concluíram que a RRI foi frequentemente detectada em dentes com pulpite e necrose pulpar. As lesões não foram susceptíveis de serem detectadas por métodos clínicos ou radiográficos convencionais devido ao seu pequeno tamanho e que a alta frequência de tais lesões oferece mais uma razão para irrigar canais com NaOCl durante o tratamento.

Nilsson et al. em 2013 revisaram a literatura acerca de protocolos de tratamentos endodônticos em dentes acometidos por RRI, com enfoque na etiologia, na prevalência e na contribuição da TCCB para o diagnóstico, na decisão clínica e no tratamento terapêutico da patologia. Concluíram que a RRI é uma patologia decorrente da inflamação pulpar, caracterizada pela perda de dentina resultante da ação de células clásticas provenientes do suprimento sanguíneo. Foram descritas duas formas de RRI: a inflamatória e a substitutiva. Na reabsorção inflamatória o processo de reabsorção da dentina intrarradicular progride sem deposição adjunta de tecidos duros aos locais reabsortivos, fenômeno este, que está associado à reabsorção substitutiva, onde os defeitos clásticos são acompanhados por deposição concomitante de tecido duro em algumas regiões. As lesões de RRI resultam em aumento irregular do espaço da polpa, que podem ser diagnosticadas por exame clínico e radiográfico da prática diária ou com a maior precisão da imagem tridimensional das TCCBs. A etiologia da RRI é bastante incerta, com vários fatores etiológicos propostos na literatura, embora o trauma pareça ser o mais comum. Técnicas endodônticas modernas, incluindo auxílios ópticos, melhoria ultrassônica do desbridamento químico e técnicas de obturação termoplástica dos canais radiculares devem ser

usadas durante o tratamento do canal radicular de dentes acometidos pela doença. Diante das técnicas atuais, o prognóstico do tratamento das RRI é bom, mesmo na presença de lesões comunicantes ao periodonto.

Abuabara et al. (2013) descreveram um caso clínico de uma reabilitação protética em um dente comprometido por perfuração radicular decorrente de RRI. Uma paciente do sexo feminino, 42 anos, que se queixava da estética de seu sorriso, foi encaminhada para a reabilitação protética de seus dentes anteriores. Não apresentava sintomatologia associada aos dentes anteriores. A radiografia periapical revelou obturação endodôntica parcial e lesão radiolúcida irregular no terço médio do canal radicular do dente 11. Por meio de TCCB foi diagnosticada RRI comunicante ao periodonto deste dente. Após remoção da coroa provisória, e sob isolamento absoluto, foi realizado o retratamento endodôntico do dente 11. Para o PBM utilizaram limas Protaper (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) e irrigação com NaOCl 2,5%. A obturação foi realizada utilizando a técnica de compactação lateral da guta-percha com cimento AH Plus (Dentsply-Maillefer). A perfuração e o terço médio do canal radicular foram preenchidos com MTA cinza (Angelus, Londrina, Brasil), mantendo-se um espaço para o pino. Foram realizados acompanhamentos de 6, 12 e 30 meses com resultados clínicos satisfatórios do retratamento endodôntico. O tecido de granulação foi removido da área da perfuração através de cirurgia paraendodôntica. Ao remover o tecido inflamatório no local da perfuração e alisar as bordas, foi adaptado o MTA ao local. Cinco meses após o retratamento endodôntico foram realizados procedimentos protéticos. Substituíram as coroas provisórias e os núcleos de metal fundido por pinos de fibra de vidro. Um pino de fibra de vidro personalizado foi selecionado para o dente 11. Utilizaram técnica indireta para personalizar o pino e minimizar a espessura da linha de cimentação. O pino e o núcleo foram obtidos por moldagem utilizando-se um pino de fibra de fibra de vidro envolvido em resina composta. A preparação do

espaço do canal radicular foi feita com uma broca Largo (Dentsply-Maillefer), deixando aproximadamente 5 mm de material obturador no ápice. O pino foi cimentado com cimento resinoso auto-adesivo (RelyX U100, 3M ESPE, St. Paul, MN), de acordo com as instruções do fabricante. O núcleo foi preparado utilizando-se resina composta. A coroa provisória foi mantida por 8 meses antes da reabilitação final. A paciente retornou após 30 meses e o dente e os tecidos periodontais estavam em função e sem desconforto, dor ou defeitos estéticos. O tratamento da RRI perfurante foi considerado bem-sucedido.

Battepati et al. em 2015 relataram um caso clínico onde um paciente do sexo masculino de 12 anos de idade relatou como queixa principal dor e mobilidade no dente 11 durante os últimos 6 meses. Apresentava histórico de trauma de 2 anos atrás, com fratura dos dentes superiores anteriores. O exame radiográfico periapical em relação ao 11 e ao 21 revelou a presença de RRI comunicante ao periodonto, reabsorção apical e paredes finas do canal radicular com comprimento inadequado da coroa, além de luxação lateral do dente 11 e lesão periapical bem definida em relação ao 11 e ao 21. Antes do PBM foi coletado material microbiológico do canal com cones de papel. Foi administrada MIC (ciprofloxacina, metronidazol, minociclina) por uma semana. Uma semana depois, novo conteúdo microbiológico foi tomado dos canais radiculares e, após confirmação da redução da contagem bacteriana, o ápice e a perfuração da RRI do dente 11 foram selados com MTA. O tratamento endodôntico convencional do 21 foi realizado concomitantemente. O dente 11 foi obturado utilizando-se a técnica do cone de guta-percha rolado e, após, o dente foi reforçado com pino de fibra de vidro cimentado com agentes de adesão de quinta geração. Foram feitos núcleos com resina composta em ambos os dentes e restaurados com coroas protéticas. Concluíram que a utilização de materiais de qualidade superior permite melhores chances de sucesso em tratamentos endodônticos e restauradores de dentes com complicações adicionais como perfurações

decorrentes de RRI.

Borkar e de Ataide em 2015 relataram um caso clínico onde um paciente do sexo masculino, de 25 anos, foi encaminhado para tratamento endodôntico de seu dente 36. O exame clínico mostrou que o dente possuía extensa restauração temporária, apresentava-se com ligeira sensibilidade à percussão e condição periodontal normal. Ao exame radiográfico constataram uma grande irregularidade radiolúcida na região mesial, que se estendia da câmara pulpar até o terço médio da raiz e com envolvimento do assoalho da câmara pulpar. Foi realizado exame imaginológico por TCCB que revelou uma RRI na câmara envolvendo a parede mesial da raiz e estendendo-se apicalmente até o terço médio da raiz. Constataram ainda, três perfurações na raiz mesial: uma na parede mesial, uma na parede vestibular e uma na área de furca. Observaram um único canal na raiz mesial. O tratamento endodôntico foi realizado sob isolamento absoluto e com o CT determinado por radiografia. O PBM foi realizado com irrigação de NaOCl 2,5% e ativação do irrigante pelo Sistema EndoActivator (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Uma MIC à base de pasta de  $\text{Ca(OH)}_2$  (RC Cal Prime Dental Products, Thane, Índia) foi administrada por 3 semanas. Para obturação do sistema de canais radiculares foi utilizada a técnica de cone único adaptado ao CT de cada canal e cimento AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha). Protegeram a região da reabsorção com pedaços de algodão a fim de prevenirem a extrusão de cimento no local, o cone de guta-percha foi cortado abaixo da RRI e foi termoplastificado. Biodentina foi alocada na região da RRI com auxílio de um portador de amálgama e condensada com condensadores endodônticos com o intuito do selamento das perfurações. No canal mesial foi preparado com brocas (Broca de Precisão Simples, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) o espaço para adaptação de um pino de fibra de vidro (Radix, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). O pino de fibra de vidro foi adaptado e cimentado, segundo

recomendações do fabricante, com cimento resinoso dual. A cavidade de acesso foi selada com restauração de resina composta. O paciente foi acompanhado regularmente aos 1, 3, 6, 12 e 18 meses. Após 3 meses, o dente estava sem sintomatologia. O paciente foi encaminhado para colocação de uma coroa protética. Após 43 meses, o dente estava assintomático e com sinais radiográficos de cicatrização. Concluíram que um dente com destruição severa causada por uma RRI e com múltiplas perfurações pode ser recuperado mediante técnicas modernas de tratamento endodôntico, de reforço intrarradicular e restauradoras.

## **2.2 Pinos intrarradiculares em dentes tratados endodonticamente e com grande comprometimento estrutural**

Stankiewicz e Wilson, através de revisão da literatura em 2002, reafirmaram o conceito fundamental da importância da manutenção e de quantidade satisfatória de tecido dentinário sadio para o sucesso do reestabelecimento protético de dentes acometidos endodonticamente.

Sterzenbach, Franke e Naumann em 2012, através de um estudo clínico randomizado de 7 anos, avaliaram a taxa de sobrevivência de reforços intrarradiculares com módulo de elasticidade semelhante à dentina, comparados com pinos rígidos de titânio. De forma aleatória, 46 indivíduos passaram por restaurações com reforço intrarradicular com pino de titânio e 45 com pinos de fibra de vidro. Os pinos foram cimentados após tratamento endodôntico. O espaço para o pino foi confeccionado com brocas Gates-Glidden e com broca cônica de um kit específico (Schütz Dental Group, Rosbach, Alemanha) em um comprimento de 9 mm. Os pinos foram cimentados com cimento resinoso

autoadesivo (RelyX Unicem, 3M ESPE). Todos os pacientes receberam coroas metalo-cerâmicas. As coroas foram cimentadas utilizando o cimento resinoso autoadesivo RelyX Unicem (3M ESPE). A data da cimentação dos pinos foi considerada como data inicial para as análises e o primeiro critério de finalização de análise foi a perda da coroa protética por qualquer motivo. Os pacientes foram reavaliados aos 3, 6 e 12 meses e anualmente até 84 meses. Após 12 e 60 meses foram realizadas radiografias para excluir a possibilidade de sintomas radiográficos de falha. Os dados qualitativos foram analisados pelo teste do qui-quadrado com nível de significância estabelecido em  $P < 0,05$ . Oitenta e sete pacientes concluíram todas as etapas do tratamento. O tempo médio de acompanhamento foi de 71,2 meses. Um total de 18 pacientes não completaram o período de acompanhamento de 84 meses (20,7%). As taxas de sobrevivência não foram significativamente diferentes entre os dois grupos de intervenção ( $P=0,642$ ). A probabilidade de não falhar foi comparável para ambos os materiais (relação de risco fibra de vidro/titânio=0,965; intervalo de confiança de 95%, = 0,851–1,095). Concluíram que a utilização de reforços intrarradiculares pré-fabricados com materiais de módulo de elasticidade semelhante à dentina em dentes severamente comprometidos apresenta taxa de sobrevivência, a longo prazo, semelhante a pinos de materiais rígidos.

Zhou e Wang em 2013, através de revisão da literatura e metanálise, compararam a resistência à fratura de pinos metálicos fundidos com a resistência à fratura de pinos de fibra, quando utilizados em restaurações de dentes tratados endodonticamente. Os resultados demonstraram que dentes com pinos fundidos apresentaram falhas catastróficas, como fraturas oblíquas ou horizontais no terço médio da raiz ou fraturas verticais da raiz. No entanto, as falhas que ocorreram com os pinos de fibra foram reparáveis, como fraturas no terço cervical das raízes ou nos núcleos. Uma possível explicação é que os pinos de fibra têm um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, o que facilita a dissipação do

estresse. Concluíram que uma ampla variedade de fatores influenciaria a sobrevivência de pinos, e que o clínico deve ser seletivo na escolha do sistema de pinos que melhor se adapte às necessidades individuais de cada dente.

Abduljawad et al. em 2016 investigaram o efeito de pinos de fibra sobre a resistência à fratura de incisivos centrais superiores com cavidades cervicais. Utilizaram 50 incisivos centrais superiores extraídos, distribuídos em 5 grupos, de acordo com a estratégia de restauração: 1) grupo controle; dentes endodonticamente tratados (DET) sem pinos (GHT); 2) DET com cavidades cervicais simulando comprometimento coronal (GCV); 3) DET com cavidades cervicais e pinos de fibra de carbono (GCF); 4) DET com cavidades cervicais e pinos de fibra de vidro (GGF); 5) DET com cavidades cervicais e pinos de resina composta (GCP). O PBM dos canais se deu por instrumentação até uma lima tipo K #80 (Dentsply Intl) e irrigação com NaOCl 3%. Os canais radiculares foram secos e obturados por condensação lateral com cones de guta-percha e cimento AH Plus (Dentsply DeTrey). Os espaços para os pinos foram preparados (para GCF e GGF) com uma broca correspondente em baixa rotação para se obter um comprimento de 12 mm de espaço (pelo menos 4 mm de guta-percha no terço apical). Para a cimentação dos pinos de fibra foi utilizado cimento resinoso (Multilink N, Ivoclar Vivadent AG). As cavidades de acesso e as cavidades cervicais foram preenchidas com resina composta fotopolimerizável. Para os dentes do grupo GCP, o espaço para o pino de resina composta foi feito removendo a guta-percha a 5 mm da abertura de acesso usando brocas Gates-Glidden 1, 2, 3 e 4. A dentina foi pré-condicionada e a resina composta foi injetada no canal, de modo que tivesse uma profundidade de 2 mm e uma largura de 3 mm. Todos os espécimes foram ensaiados em uma máquina (Testometric M350) até à fratura, em uma velocidade de 1 mm/min, com um ângulo de 45 graus ao longo eixo longo do dente e carga compressiva na superfície palatina. Os dados de carga de fratura foram analisados com

ANOVA 1 fator, seguido pelo teste Tukey HSD ( $\alpha=0,05$ ). A maior resistência à fratura foi registrada para o GHT (grupo controle). Houve diferença significativa entre os grupos ( $P\leq 0,05$ ). As diferenças entre o GHT e os grupos de teste foram apenas significativas para os grupos GCV e GCP ( $P=0,020$ ,  $P=0,018$ ). Concluíram que a preservação da estrutura dentária é importante em termos de aumento da resistência à fratura dos incisivos centrais superiores tratados endodonticamente e que a colocação de pinos de fibra de vidro melhora significativamente a resistência à fratura destes dentes com perda de estrutura dentária.

Figueiredo, Martins-Filho e Faria-e-Silva em 2015, através de revisão de literatura e metanálise, observaram que em estudos *in vitro* a taxa de falha catastrófica é maior quando se utiliza pinos metálicos, mas em estudos de casos clínicos não há diferença estatística entre pinos metálicos e pinos de fibra de vidro quanto às falhas catastróficas. Concluíram que a indicação do uso de pinos de fibra de vidro, somente com base neste critério, não teve suporte.

Guldener et al. em 2017, através de acompanhamento clínico superior a 5 anos de 144 tratamentos restauradores com ou sem pinos de fibra de vidro em dentes unirradiculares endodonticamente comprometidos, observaram uma taxa de sobrevivência significativamente maior (94,3%) nas restaurações pino-retidas em comparação aos casos sem pinos de fibra (76,3%) ( $P<0,001$ ). Também observaram que fraturas verticais nas raízes sem retenção por pinos foi um achado frequente. Concluíram que restaurações retidas por pinos de fibra de vidro têm taxa de sobrevivência maior quando comparadas as restaurações sem retenção, em casos clínicos semelhantes.

Sarkis-Onofre et al. em 2017, através de revisão sistemática, avaliaram a influência do número de paredes coronais remanescentes, o uso ou não de pinos intrarradiculares e seu tipo no desempenho clínico das restaurações. A análise descritiva mostrou claramente que os dentes com parede coronal preservada e a

combinação de uma coroa retida por pino intrarradicular produziram valores mais altos de sucesso/sobrevida. O uso de pinos com alto módulo elástico apresentou um percentual de sucesso/sobrevida variando entre 71,8% e 100%, enquanto que pinos com baixo módulo elástico variaram entre 28,5% e 100%. Quando se considera dentes com tecido duro insuficiente, sugere-se o uso de pinos com altos valores de módulo de elasticidade.

### **2.3 Terapia endodôntica de RRI e a adesão de pinos à parede dentinária**

Ungor, Onay e Orucoglu em 2006 avaliaram a resistência de união do sistema de obturação de canais radiculares Epiphany-Resilon e compararam com as forças de união do cimento AH Plus e da guta-percha. O PBM se deu por instrumentação mecanizada, irrigação com NaOCl 1,25% e remoção da *smear layer* com EDTA 17%. A obturação se deu pelas diferentes combinações: 1) AH Plus + guta-percha; 2) AH Plus + Resilon; 3) Epifania + Resilon; 4) Epifania + guta-percha; 5 (controle), somente guta-percha. Os espécimes foram submetidos ao *push-out*. Após o teste de adesão, foram examinados sob um estereomicroscópio em ampliação de 25 × para determinar a natureza da falha de ligação. O sistema Epiphany + guta-percha apresentou significativa ( $P < 0,001$ ) maior força de adesão que todos os demais grupos, e o grupo AH Plus + guta-percha apresentou significativa ( $P < 0,05$ ) maior força de união do que o grupo AH Plus + Resilon. O principal tipo de falha foi adesiva entre o material e a dentina. Concluíram que diferentes sistemas e materiais obturadores podem possuir diferentes forças de adesão à dentina.

Van der Sluis et al. em 2007 revisaram a literatura importante sobre a PUI. Concluíram que a PUI parece ser um tratamento adjunto para a limpeza do

sistema de canais radiculares e que a técnica é mais eficaz do que a irrigação com seringas para remoção de detritos do sistema de canais radiculares.

Zorba et al. em 2010, através de teste *push-out*, avaliaram os efeitos de diferentes cimentos (um auto-adesivo e outro autocondicionante) sobre a força de adesão de um pino de fibra de vidro. Por análise em MEV, avaliaram o efeito da remoção de *smear layer* por EDTA 17% na adesão do cimento à dentina. A força de adesão ao *push-out* foi significativamente menor no terço apical do que na região cervical, independentemente do tipo de cimento. A análise por MEV revelou túbulos dentinários mais abertos na região cervical do que na região apical. *Tags* resinosas curtas foram observadas nos túbulos abertos com ambos os cimentos testados. No entanto, o cimento auto-adesivo mostrou mais *tags* resinosas do que o autocondicionante em ambas as regiões.

Aleisa em 2013 avaliou o efeito de diferentes materiais obturadores de canais radiculares (à base de Eugenol ou não) na resistência de união de pinos de titânio pré-fabricados, tanto com fosfato de zinco quanto com cimentos resinosos. Cento e sessenta e oito dentes unirradiculares foram distribuídos em sete grupos (24 dentes cada) de acordo com o tipo de material obturador endodôntico: AH26 (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany), Endoseal (Promedica, Neumünster, Germany), Topseal (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland), Sealapex (Kerr Italia S.p.A., Salerno, Italy), EndoREZ (Ultradent, South Jordan, Utah, USA), Endofil (Promedica, Neumünster, Germany) ou Tubli-seal (Kerr Italia S.p.A., Salerno, Italy). Os pinos de titânio pré-fabricados foram cimentados com cimentos resinosos de fosfato de zinco ou RelyX ARC (3M-ESPE, St. Paul, MN, EUA). A força necessária para o deslocamento de pinos foi registrada usando uma máquina de teste universal. As preparações para os espaços dos pinos foram feitas antes da obturação do canal, para alcançar uma melhor padronização dos espécimes. O preparo depois da obturação representaria o pior cenário possível do efeito dos selantes na retenção dos

pinos. Concluíram que diferentes materiais obturadores interferem na adesão da cimentação de pinos intrarradiculares. Os cimentos à base de eugenol (Endofil e Tubli-seal) reduziram significativamente a resistência de união quando pinos foram revestidos com cimento resinoso adesivo. O tipo de selante teve um efeito menor sobre a resistência de união de pinos revestidos com cimento de fosfato de zinco. Pinos cimentados com cimento de fosfato de zinco em canais radiculares obturados com selantes à base de eugenol exibiram maior resistência de união do que os selados com cimento resinoso. O cimento à base de ionômero de vidro não teve efeito negativo nos pinos de titânio, com o uso de fosfato de zinco ou cimento resinoso.

Topçuoğlu et al. em 2015 avaliaram a eficácia de 6 técnicas de irrigação endodôntica para remoção de MIC à base de  $\text{Ca(OH)}_2$  de uma cavidade simulada de RRI. Utilizaram 100 incisivos centrais superiores humanos extraídos. Foram padronizados comprimentos finais de 20 mm para cada dente. O PBM se deu por instrumentação com sistema rotatório ProTaper (Dentsply Maillefer) até o calibre apical de #50.05, irrigação com 3 mL de solução de NaOC 2,5% entre cada mudança de lima e 5 mL de EDTA 17% por 1 min. Os espécimes foram fixados em material de moldagem de silicone dentro de frascos Eppendorf. O comprimento da raiz foi determinado e a área do terço médio foi delimitada, garantindo que a RRI fosse simulada no mesmo local em ambas as metades. Cavidades artificiais de RRI (0,8 mm de profundidade e 1,6 mm de diâmetro) foram preparadas com uma broca esférica na dentina do canal radicular das duas metades em 5 mm acima do ápice da raiz. Foi utilizada cola Super Glue (Scotch Super Glue gel; 3M; St Paul, MN, EUA) para remontagem das metades guiadas pelo material de moldagem e os frascos Eppendorf. Cinco dentes foram utilizados como grupo controle negativo. Os canais radiculares de 95 dentes foram preenchidos com pasta de  $\text{Ca(OH)}_2$  utilizando uma espiral lentulo. As cavidades de acesso foram seladas com um material temporário

(Cavit, 3M ESPE, Seefeld, Alemanha). Cinco dentes serviram como grupo controle positivo, onde foram preenchidos com a pasta, mas nenhum procedimento de remoção foi realizado. Após a remoção do selamento temporário, uma lima tipo K #15 (Dentsply Maillefer) foi introduzida no CT para soltar a pasta e criar espaço para a agulha de irrigação. Após este procedimento, 90 dentes foram divididos aleatoriamente em 6 grupos experimentais (n=15) de acordo com a técnica de remoção de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ : 1) CSI, onde a irrigação foi realizada com 5 mL de NaOCl 3%, seguido de 5 mL de EDTA a 17% e sem nenhuma agitação adicional; 2) CB, onde houve agitação de 5 mL de NaOCl 3% e 5 mL de EDTA 17%, realizada por uma escova endodôntica CanalBrush (Coltene Whaledent); 3) PUI, onde 5 mL de NaOCl 3% e 5 mL de EDTA 17% foram agitados passivamente por meio de vibração de uma ponta ultrassônica (tamanho 15.02); 4) SAF, onde houve agitação de EDTA 17% por 1 min, através de uma lima automatizada (1,5 mm de diâmetro e 25 mm de comprimento), ajustada ao CT, acionada por peça de mão RDT3 (Re-Dent-Nova, Ra'nana, Israel) a uma frequência de 5000 movimentos/min e amplitude de 0,4 mm, após irrigação contínua de NaOCl 3% numa taxa de 5 mL/min; 5) EA, onde o canal foi preenchido com 5 mL de NaOCl 3% e ativado pelo dispositivo EndoActivator por 1 min a 10000 com, seguido pela ativação de 5 mL de EDTA 17% por 1 min; 6) EndoVac, onde foi realizada irrigação por pressão negativa apical (sistema EndoVac) de 5 mL de NaOCl 3% seguido por 5 mL de EDTA 17%. Os espécimes passaram por irrigação final com 5 mL de água destilada. As metades das raízes foram separadas e analisadas através de estereomicroscopia por dois avaliadores cegos à pesquisa. O restante de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  foi quantificado por score: 0 = a cavidade vazia; 1 = menos da metade da cavidade está cheia; 2 = mais da metade da cavidade está cheia; 3 = cavidade completamente cheia. A análise estatística foi realizada por meio do teste de Mann-Whitney de Kruskal-Wallis e U-Test, com nível de significância

estabelecido em  $P=0,05$ . Todos os grupos foram significativamente diferentes dos grupos controle positivo e negativo ( $P<0,05$ ). Nenhum dos grupos foi associado com remoção completa de  $\text{Ca(OH)}_2$  das cavidades internas de reabsorções simuladas. Houve diferenças estatisticamente significativas nos resultados de remoção de  $\text{Ca(OH)}_2$  entre os grupos experimentais ( $P<0,05$ ). SAF e PUI removeram significativamente mais  $\text{Ca(OH)}_2$  do que as demais técnicas de irrigação ( $P<0,05$ ) e sem diferença estatística entre elas. Concluíram que nenhuma das técnicas removeu completamente a pasta de  $\text{Ca(OH)}_2$  das cavidades simuladas de RRI, no entanto SAF e PUI foram mais eficazes que as demais.

Keskin, Sariyilmaz e Sariyilmaz em 2017 avaliaram o efeito do uso da lima de acabamento e limpeza final XP-Endo (FKG, La Chaux-de-Fonds, Suíça), da PUI, do EndoActivator (EA) e do CanalBrush (Coltène) (CB) na remoção de pasta de  $\text{Ca(OH)}_2$  de simulações de RRIs. Como resultado, a PUI removeu  $\text{Ca(OH)}_2$  completamente em 44,4% das cavidades de RRI. As cavidades de RRIs simuladas foram preparadas com brocas diamantadas, mantendo-se uma padronização das dimensões das cavidades, o que permite alta reprodutibilidade. A metodologia foi semelhante à descrita por Topçuoğlu et al. em 2015. As cavidades têm bordas regulares em comparação com RRIs naturais, que são lesões irregulares. Portanto, pode ser mais fácil remover  $\text{Ca(OH)}_2$  de cavidades simuladas do que de cavidades de RRI natural. Concluíram que nenhum dos métodos testados poderia tornar a cavidade de RRI totalmente livre de restos de  $\text{Ca(OH)}_2$ . A lima XP-Endo e a PUI foram superiores às demais técnicas na remoção de  $\text{Ca(OH)}_2$  de cavidades de RRI.

Sicuro et al. em 2016 avaliaram a resistência de união do cimento resinoso autoadesivo a diferentes materiais utilizados no tratamento de perfurações radiculares. Concluíram que diferentes materiais seladores de perfurações radiculares apresentam diferentes resistências adesivas aos cimentos

resinosos autoadesivos utilizados na cimentação de pinos intrarradiculares.

Virdee et al. em 2017 avaliaram, através de revisão de literatura e metanálise, se as técnicas de ativação de irrigantes permitem uma maior remoção de *smear layer* e detritos intracanal do que a irrigação convencional por agulha. Concluíram que a ativação de irrigantes dentro do sistema de canais radiculares melhoram a remoção de *smear layer* e de detritos quando comparados com a técnica convencional de irrigação por agulhas. No entanto, consideraram que os dados e as técnicas atuais são muito heterogêneos para uma real comparação, não havendo ainda um protocolo clínico recomendável por não existir um modelo de pesquisa mais representativo e do impacto *in vivo*.

Goracci et al. em 2005, realizando teste *push-out* com o objetivo de avaliar a importância da força de atrito entre o pino de fibra de vidro e a parede dentinária na resistência ao deslocamento do pino, concluíram que o atrito é mais fundamental que a utilização ou não de sistema adesivo na cimentação de pinos de fibra de vidro. Macedo, Silva e Martins em 2010, complementam que além da importância do atrito entre pino e parede dentinária, um menor volume e espessura de cimento resinoso aumentam a resistência ao deslocamento do pino.

Santos-Filho et al. em 2008 investigaram *in vitro* os efeitos de diferentes sistemas e comprimentos de pinos na tensão e resistência à fratura em canais radiculares. O modo de fratura dos pinos e núcleos fundidos e dos pinos pré-fabricados de aço foi menos favorável devido à ocorrência de fraturas radiculares. Os pinos de fibra de vidro provocam menos estresse dentinário quando comparados aos pinos e núcleos fundidos e pinos pré-fabricados de aço. Devido à similaridade das propriedades mecânicas entre pinos de fibra de vidro e a dentina, o tamanho do pino de fibra de vidro não influencia nas tensões superficiais da estrutura dentinária, pois o pino acompanha os movimentos naturais de flexão do dente, reduzindo o estresse nas interfaces. A utilização dos

sistemas adesivos na cimentação destes pinos compensaria a perda de maior retenção mecânica pelo encurtamento dos pinos, além de que pinos mais curtos facilitariam a fotopolimerização efetiva em todos os níveis.

Schmage et al. em 2009 investigaram o efeito de um espaço superdimensionado para cimentação de pinos de fibra nas resistências de união dos pinos em comparação com um espaço de encaixe exato entre pino e dentina, usando 5 cimentos resinosos diferentes, dentre estes o Rebilda DC (VOCO). Por recomendação da fabricante (VOCO), utilizaram o sistema adesivo dual Adhese Bond (Ivoclar Vivadent). O cimento Rebilda DC foi misturado no aplicador e inserido imediatamente na colocação do pino. O material dual foi fotopolimerizado por 40 s. Os pinos foram deslocados por microtração em uma máquina de ensaios universal. Os pinos de fibra são pré-fabricados com um diâmetro circular e um formato vertical moderadamente afunilada. Os canais radiculares devem ser preparados para a cimentação dos pinos com instrumentos de forma correspondente ao pino. No entanto, os canais radiculares podem apresentar variados contornos, além de cáries radiculares e/ou extensa modelagem endodôntica. Dar conformidade ao canal pelo formato do pino significa maior desgaste em dentes já estruturalmente enfraquecidos, tornando necessária a adaptação dos pinos convencionais. O cimento Rebilda DC apresentou um dos menores valores de resistência de união na situação de encaixe perfeito. O cimento com reforço de fibra de vidro Build-It (Jeneric Pentron, Wallingford, CT, EUA), com alto peso de carga, obteve o melhor desempenho de resistência de união nos casos em que havia superdimensionamento do canal. As forças de adesão dos pinos de fibra nos canais superdimensionados não superaram 200 N. Concluíram que as forças adesivas retentivas dos pinos de fibra mostraram uma redução significativa se elas foram inseridas em espaços superdimensionados em comparação com espaços exatos, e que apenas o cimento Build-It teve força de adesão

significativa em espaços superdimensionados.

Tian et al. em 2012, através de teste *pull-out*, avaliaram as forças retentivas de diferentes sistemas adesivos após a cimentação de pinos de fibra de vidro com ou sem silanização prévia do pino e analisaram por MEV o modo de falha. Não houve diferença estatisticamente significante entre o uso de silanização ou não. As imagens de MEV demonstraram que as superfícies dos pinos antes e após o tratamento com silano não foram significativamente diferentes. Concluíram que a silanização dos pinos de fibra de vidro não faz diferença clínica em relação às cargas de falha necessárias para deslocar o pino. Houve, no entanto, uma retenção significativamente mais forte com sistemas adesivos duais em comparação com os sistemas autocondicionantes, de modo que, clinicamente, os sistemas duais podem ser vantajosos para redução do risco de desadesão do pino.

Zicari et al. em 2012, através de *push-out*, avaliaram a resistência de adesão entre cimentos resinosos e a superfície de três tipos de pinos de fibra de vidro e com matrizes diferentes. A silanização não melhorou significativamente a força de adesão, a ineficácia da silanização deve muito provavelmente ser atribuída a uma interação química bastante fraca ou mesmo ausente entre o monômero funcional de silano e os pinos que têm pouco ou nenhum vidro silanizável exposto. Em relação ao nível da raiz, a força de adesão do *push-out* diminuiu com a profundidade, justificando pela atenuação e o espalhamento da luz fotopolimerizadora, devido à espessura do material, tamanho e quantidade de partículas, e devido à distância da luz de polimerização que produz uma redução gradual na eficiência da polimerização com a profundidade. Concluíram que diferentes variáveis, como o tipo de pino de fibra de vidro, do cimento resinoso e do pré-tratamento da superfície do pino, podem influenciar a interface cimento/pino. Além disso, várias interações entre o sistema de pinos, o cimento resinoso e o pré-tratamento do pino são interdependentes, tornando difícil uma

padronização das práticas clínicas de rotina. Cimentos resinosos auto-adesivos de uma etapa, que não requerem nenhum tipo de tratamento da superfície dentinária, parecem especialmente adequados para unir pinos de fibra de vidro em canais radiculares com maiores dificuldades para um pré-condicionamento.

Bitter et al. em 2017 investigaram os efeitos de vários cimentos resinosos (auto-adesivos e duais com adesivos autocondicionantes) nas forças de adesão ao *push-out* e a presença de nanoinfiltração nas interfaces de cimentação de pinos de fibra imediatamente e após 1 ano de envelhecimento. Cento e quarenta e quatro dentes anteriores humanos extraídos foram tratados endodonticamente. Após a preparação do espaço para o pino, os pinos de fibra foram cimentados usando cinco cimentos resinosos auto-adesivos aplicados com adesivo autocondicionante. Dentre os pinos, cimentos e sistemas adesivos estavam o pino de fibra de vidro Rebuilda Post (VOCO), cimento Rebuilda DC (VOCO) e adesivo Futurabond (VOCO). Para cada grupo, metade dos espécimes foram submetidos a ciclos térmicos e armazenados úmidos por 1 ano a 37°C. Dados de força de adesão de 6 fatias (espessura de 1 mm) por raiz e nanoinfiltração foram avaliados após 24 horas e após ciclo térmico, e armazenamento de 1 ano. Após o teste de *push-out*, cada espécime foi observado em estereomicroscópio com aumento de 40x para determinar o tipo de falha: 1) adesivas entre dentina e agente cimentante; 2) adesivas entre o pino e agente cimentante, 3) falhas mistas e 4) falhas coesivas dentro do pino. Dois espécimes de cada grupo foram escolhidos para análise qualitativa de nanoinfiltração em MEV com aumento de 600x. A maioria das falhas ocorreu entre cimento resinoso e a dentina, com aumento desse modo de falha após o envelhecimento em 4 dos 6 grupos. A resistência de união foi significativamente afetada pela localização no interior do canal radicular ( $p < 0,0005$ ; ANOVA) e demonstrou resistência de união significativamente maior no terço cervical do canal radicular ( $12,4 \pm 6,8$  MPa) em relação ao médio ( $10,7 \pm 5,8$  MPa) e ao apical

( $11 \pm 5,5$  MPa). A força de adesão foi levemente baixa ( $10.0 \pm 4.6$  MPa) no grupo cimentado com Rebuilda DC e adesivo Futurabond. Os cimentos auto-adesivos possuíram valores significativamente mais elevados de adesão em comparação aos cimentos duais aplicados com agente autocondicionante, dentre estes, o Rebuilda DC e adesivo Futurabond. A análise qualitativa da nanoinfiltração demonstrou uma grande quantidade de depósitos de prata, mesmo dentro do cimento, para os cimentos duais que, em combinação com os menores valores de resistência, pode ser explicada pela polimerização insuficiente e monômeros residuais não polimerizados do cimento. A resistência de união dependeu das composições e características específicas do material que podem ter um impacto nos valores de força de adesão *push-out*.

### 3 PROPOSIÇÃO

Por se tratar de um material novo, o pino de fibra de vidro Rebilda Post GT (VOCO, Alemanha), ainda possui algumas questões que não foram respondidas pela comunidade acadêmica, sendo algumas delas, o seu comportamento na cimentação e resistência de união. Contudo, o intuito é pesquisar se a possível diminuição do volume do cimento resinoso na cimentação destes pinos e, portanto, melhor adaptação do sistema pode ser capaz de induzir incremento de resistência ao dente com RRI simulada.

Para isso, o objetivo foi avaliar através do teste mecânico de *push-out* a resistência de união dos pinos de fibra de vidro ao canal radicular, na presença e na ausência de lesões por RRI, além de possíveis interferências de resíduos da pasta de hidróxido de cálcio e material obturador remanescente do tratamento endodôntico na cimentação adesiva de pinos de fibra de vidro.

As hipóteses testadas foram as seguintes: (1) a presença de RRI afeta a resistência de união dos materiais testados e (2) os diferentes pinos interferem na resistência de união.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 45 pré-molares inferiores humanos íntegros e extraídos. Foram excluídos dentes com reabsorção radicular, cárie radicular, ápice imaturo, tratamento endodôntico prévio, fissuras e fraturas radiculares. Os dentes foram limpos e mantidos em água destilada até o momento do uso. A coroa de cada dente foi seccionada utilizando-se um disco de carborundum (Dentorium, Nova Iorque, EUA) sob arrefecimento, padronizando-se o comprimento da raiz em  $16 \pm 0,5$  mm. O CT foi obtido visualmente subtraindo-se 1 mm do comprimento de uma lima K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) do forame principal.

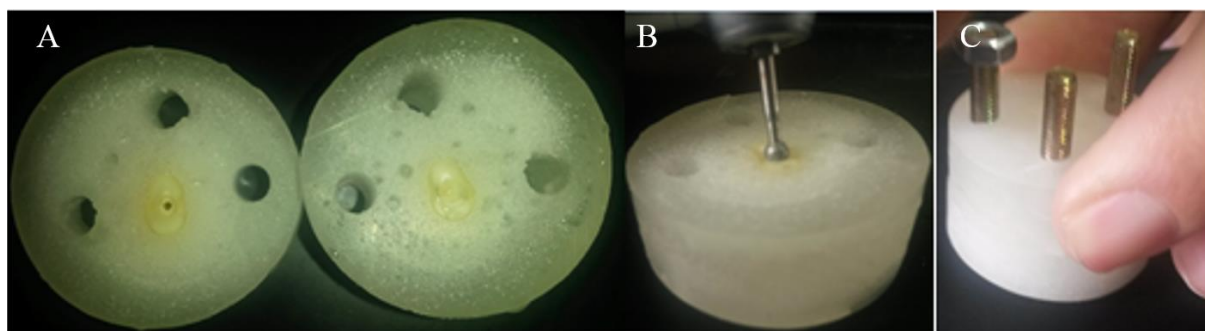
Com auxílio de um paralelômetro (Bio-Art, São Paulo, Brasil) as raízes foram incluídas em cilindros (3 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura) de resina acrílica autopolimerizável (TDV, Santa Catarina, Brasil) através de moldes de silicone Silibor (Clássico Artigos Odontológicos, São Paulo, Brasil). No bloco de resina foram feitas 3 perfurações com uma furadeira elétrica e uma broca de diâmetro de 3,96 mm, à aproximadamente 3 mm de distância e paralelas ao longo eixo da raiz, formando um triângulo.

Na máquina de corte de precisão ISOMET 1000 (Buehler, Illinois, EUA), o conjunto (raiz incluída em resina acrílica) foi seccionado perpendicularmente ao longo eixo e na altura de 8 mm da raiz, medida a partir da cervical. Foram obtidas duas porções, uma superior e uma inferior. Foram posicionados 3 parafusos cilíndricos, de diâmetro de 3,5 mm, nas perfurações e fixados com auxílio de porcas para retomar a posição original do conjunto sempre que necessário.

Uma cavidade foi preparada em cada amostra simulando uma reabsorção interna de 1,25 mm de profundidade e 2,5 mm de diâmetro com broca esférica diamantada 3030 (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) na superfície de cada metade

dos espécimes. As porções superior e inferior das amostras foram reposicionadas com o auxílio dos parafusos (Figura 1).

Figura 1 – Simulação da RRI e reposicionamento do espécime



Legenda: a) porção superior e inferior da amostra; b) simulação com broca esférica da RRI; c) reposicionamento do espécime por meio de parafusos.  
Fonte: Elaborada pelo autor.

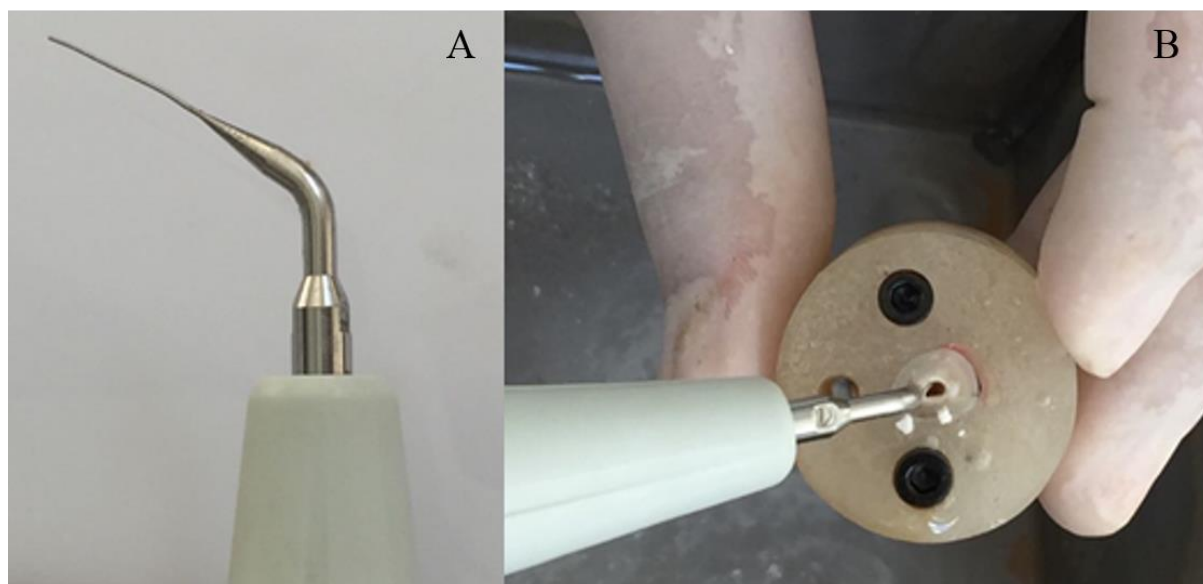
#### 4.1 Análise da limpeza de $\text{Ca(OH)}_2$ da RRI por Estereomicroscopia

Os canais radiculares foram preparados com lima de níquel titânio em movimento recíprocante Reciproc #50.05 (VDW<sup>®</sup>, Munique, Alemanha), acionada pelo motor elétrico endodôntico X-Smart<sup>®</sup> Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Durante o PBM, os canais foram irrigados abundantemente com solução 2,5% de NaOCl. Ao final do PBM, os canais foram preenchidos com EDTA 17% (Biodinâmica Química e Farmacêutica, Paraná, Brasil) por 3 min e agitado com auxílio de uma lima K #50 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Os canais foram irrigados com 5 mL de solução salina fisiológica e secos com cones de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Ao término do PBM e com auxílio seringa de aplicação (Ultradent, Utah, EUA) os

canais radiculares e as cavidades de RRI foram preenchidos em sua totalidade com pasta de  $\text{Ca(OH)}_2$  UltraCal<sup>®</sup> XS (Ultradent, Utah, EUA), selados temporariamente com cimento de ionômero de vidro Maxxion R (FGM, Santa Catarina, Brasil) e armazenados a 37°C e 100% de umidade por 15 dias, para simular o tempo de permanência da MIC.

Após remoção do selamento provisório, 5 mL de NaOCl 2,5% foram irrigados nos canais radiculares e ativados por ultrassom, com potência de carga de 20%, através de uma ponta ultrassônica E1 (Irrisonic/Helse Ultrasonic, Brasil) montada em uma unidade ultrassônica piezoelétrica Soni<sup>®</sup> II (Ortus, Paraná, Brasil). A ponta foi colocada a 1 mm do CT e ativada durante 1 min. Os canais radiculares foram irrigados novamente com EDTA 17%, que foi ativado também por 1 min.

Figura 2 – Remoção da pasta de  $\text{Ca(OH)}_2$  por PUI

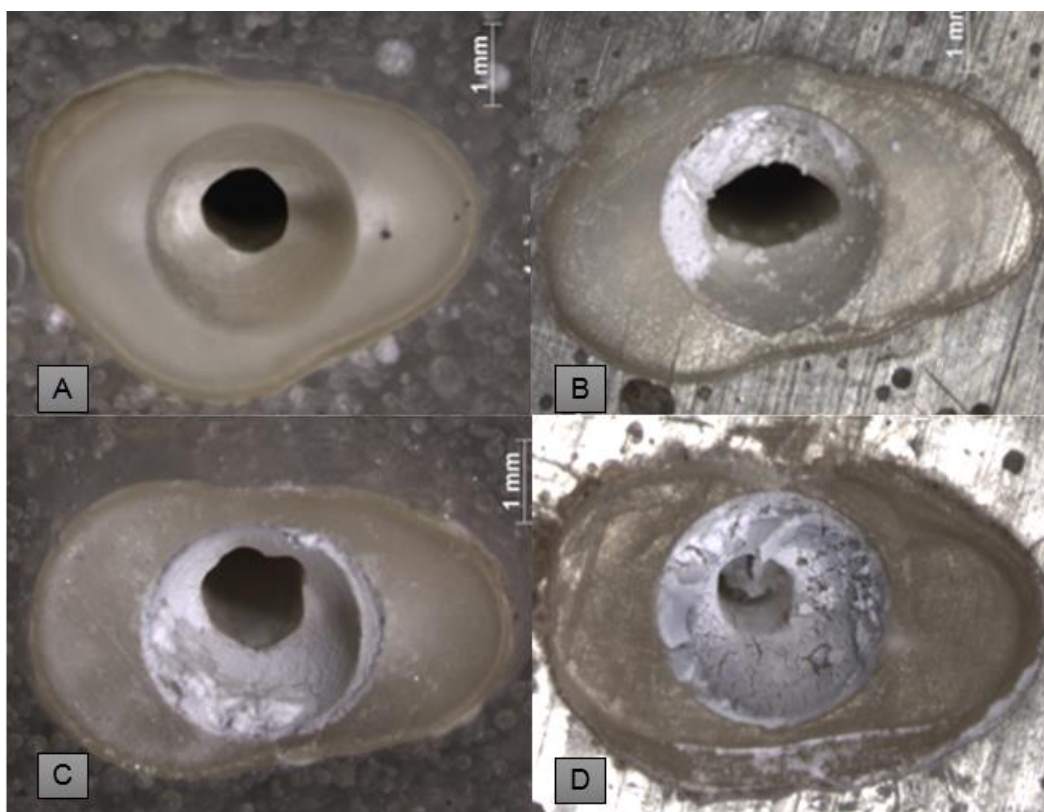


Legenda: a) ponta ultrassônica E1 (Irrisonic/Helse Ultrasonic); b) técnica de PUI para remoção da pasta de  $\text{Ca(OH)}_2$ .

Fonte: Elaborada pelo autor.

Através do estereomicroscópio Discovery V20 (Carl Zeiss) as partes superior e inferior de todas as amostras foram analisadas em ampliação de 10× e 30×. Foram obtidas imagens digitais de cada amostra e dois avaliadores, cegos ao experimento marcaram cada imagem de acordo com a classificação descrita por van der Sluis, Wu e Wesselink em 2007 (Keskin, Sariyilmaz e Sariyilmaz, 2017): Pontuação 0: a cavidade estava livre de detritos; pontuação 1: menos que a metade da cavidade estava cheia de detritos; pontuação 2: mais que a metade da cavidade estava cheia de detritos; e pontuação 3: a cavidade estava completamente preenchida por detritos. Após avaliação, realizamos limpeza extra da RRI com algodão embebido em EDTA 17% e irrigação e aspiração de 10 ml de solução salina com agulha e seringa à luz do canal.

Figura 3 – Representação esquemática dos escores de limpeza



Legenda: a) escore 0; b) escore 1; c) escore 2; d) escore 3. Aumento de 10X em estereomicroscopia.  
Fonte: Elaborada pelo autor.

## 4.2 Cimentação dos pinos e teste por *push-out*

Informações sobre marcas comerciais, composição, número de lote e respectiva data de validade de todos os materiais utilizados neste estudo estão descritas na Tabela 1. Todos os materiais do estudo são da mesma marca comercial (VOCO, Alemanha).

Tabela 1 – Materiais utilizados neste estudo com sua respectiva composição, números de lote e validade

Material	Composição	Lote	Validade
Ceramic Bond	Ácidos orgânicos, 3-metacriloxipropil-trimetoxissilano e acetona	1747111	2020/11
Futurabond <sup>®</sup> U	Ácidos orgânicos, (di)metacrilatos, aminas (DABE) e BHT	1649297	2018/12
Rebilda DC	Bis-GMA, dimetilmetacrilato diuretano, BHT e peróxido benzol	1635181	2018/07
Rebilda Post	Pino intrarradicular de resina reforçada com fibra de vidro (metacrilatos e BHT)	1307485	2018/02
Rebilda Post GT	Pinos em feixes de compósito (resina) reforçado com fibra de vidro (metacrilatos e BHT)	1743655	2022/10

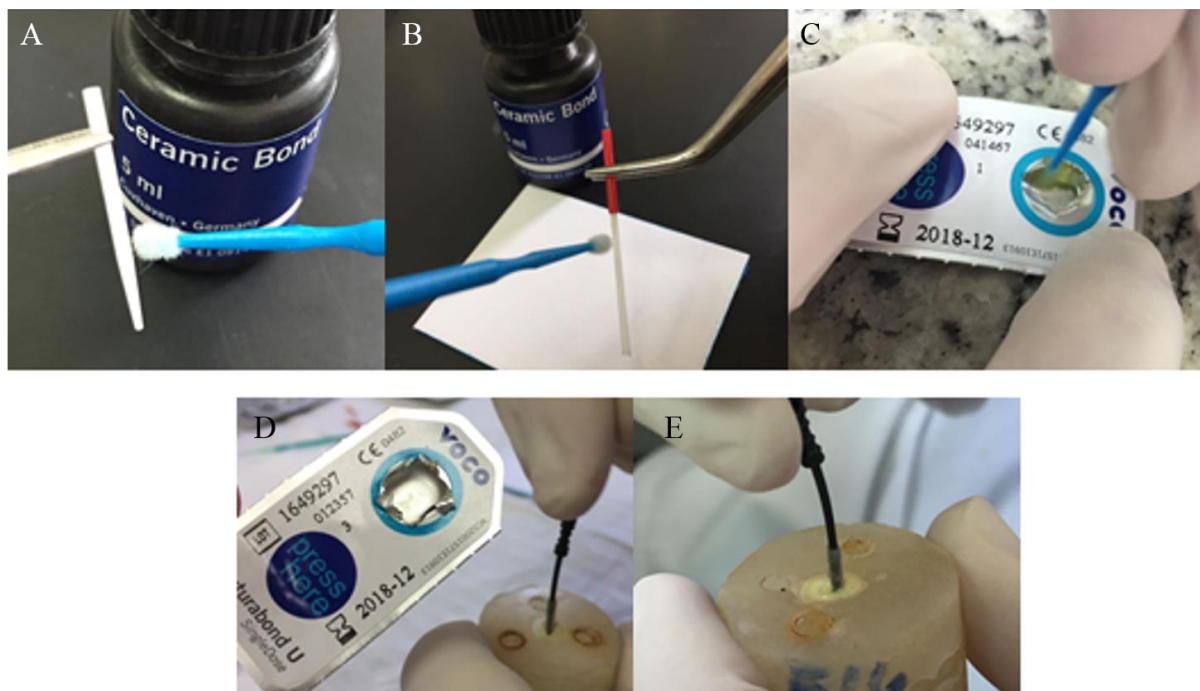
Fonte: Elaborada pelo autor.

As partes superior e inferior de cada amostra foram coladas com cola de cianoacrilato (Super Bonder, Loctite, Brasil) nas margens internas da resina acrílica de cada parte, guiadas pelo posicionamento dos parafusos, de modo que a raiz retornou à sua posição original. Um cone de guta-percha (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) adaptado ao CT foi cimentado com cimento endodôntico AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Os espaços para os pinos foram preparados com brocas Largo I, II e III (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), até o limite de 10 mm a partir da cervical da raiz.

Todos os pinos foram selecionados mediante análise da espessura do conduto, que permitia o seu ajuste até o comprimento de 10 mm a partir da cervical da raiz, após as etapas prévias. Vinte e um espécimes foram cimentados com o pino de fibra de vidro Rebilda Post (VOCO, Alemanha) e outros 24 com os pinos Rebilda Post GT (tamanho vermelho, com 6 pinos individuais de 20 mm de comprimento e 1 mm de diâmetro, VOCO, Alemanha). Uma amostra de cada grupo foi utilizada para análise da interface de união entre cimento resinoso e dentina radicular (N = 2) e 03 amostras com pinos Rebilda Post GT foram utilizadas para microtomografia computadorizada.

Os pinos de fibra de vidro Rebilda Post e Rebilda Post GT foram limpos com álcool 92,8% e lavados com jato de ar e água. O silano Ceramic Bond (VOCO, Alemanha) foi aplicado ao pino com auxílio de microbrush (Vigodent, Rio de Janeiro, Brasil) de forma ativa por 20 s, deixando agir por 60 s e um leve jato de ar foi aplicado por 5 s. No canal radicular foi feita a irrigação com álcool 92,8%, lavagem com água destilada, secagem com cones de papel absorvente e aplicação de adesivo de polimerização dual Futurabond U (VOCO, Alemanha) de forma ativa por 20 s.

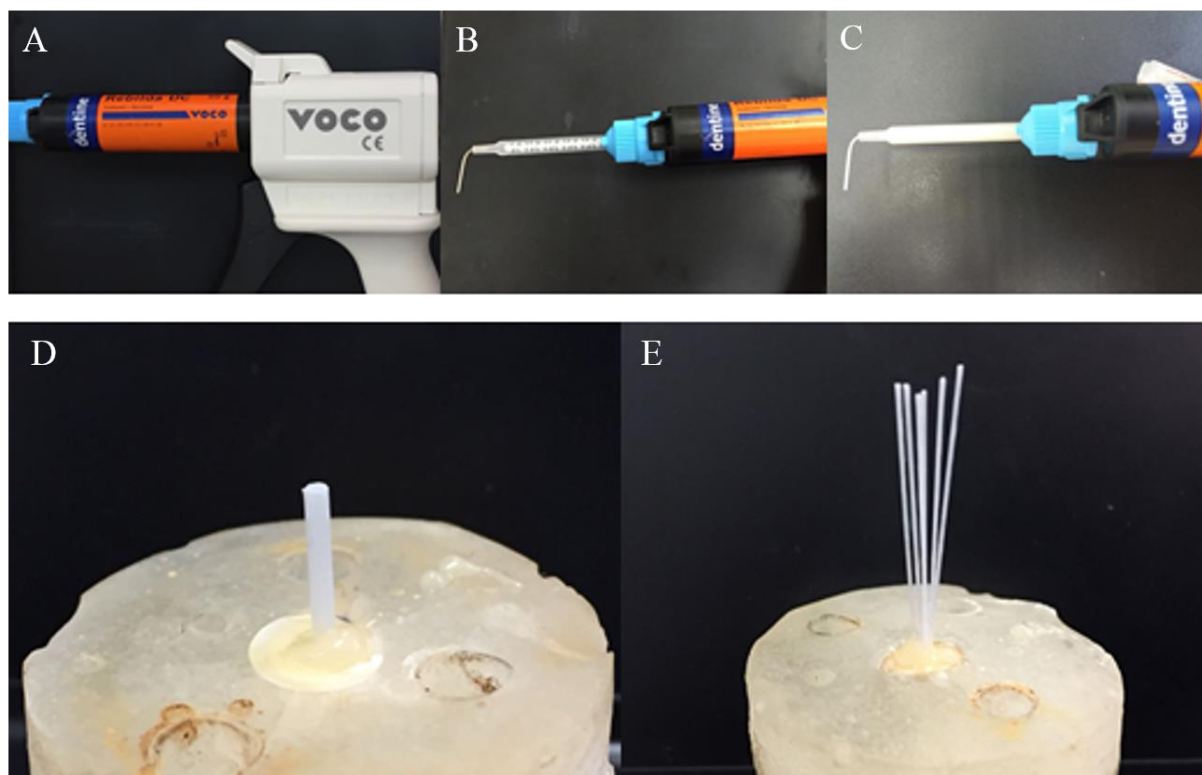
Figura 4 – Preparo dos pinos e da dentina intrarradicular para a cimentação



Legenda: a) aplicação de silano (Ceramic Bond) no pino de fibra de vidro Rebilda Post; b) aplicação de silano (Ceramic Bond) no pino de fibra de vidro Rebilda Post GT; c) manipulação do adesivo (Futurabond U); d e e) aplicação ativa do adesivo no canal radicular.  
 Fonte: Elaborada pelo autor.

Para ambos os pinos de fibra de vidro foi utilizado o cimento resinoso Rebilda DC (VOCO, Alemanha) e aplicado diretamente dentro do canal radicular por pontas intracanaís adaptadas a uma seringa QuickMix (VOCO, Alemanha). Nos pinos de fibra de vidro Rebilda Post GT, o restante do pino foi cortado abaixo da marcação com broca diamantada sem refrigeração por água (de acordo com fabricante), e os pinos foram adaptados na conformidade do canal utilizando um condensador. A fotopolimerização de ambos os pinos foi feita pela face oclusal por 40 s pelo diodo emissor de luz (Valo, Ultradent, Utah, EUA), com intensidade de  $1000 \text{ mW/cm}^2$ .

Figura 5 – Cimentação dos pinos

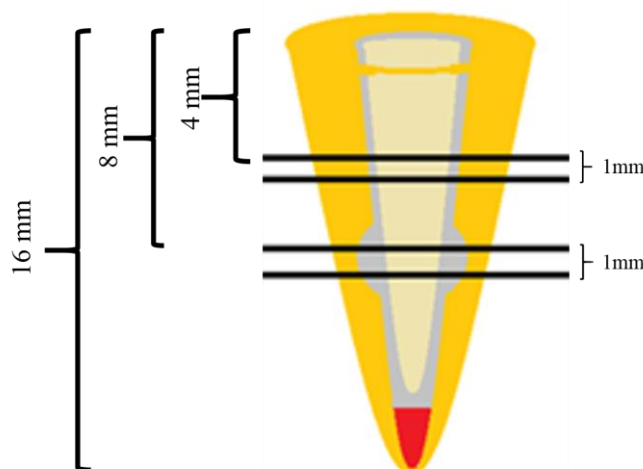


Legenda: a) cartucho de cimento Rebuilda DC (VOCO) adaptado ao aplicador QuickMix (VOCO); b) ponta de aplicação intracanal adaptada ao cartucho; c) mistura do cimento dentro da ponta; d) pino Rebuilda Post cimentado; e) pino Rebuilda Post GT cimentado.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na máquina de corte de precisão ISOMET 1000 (Buehler, Illinois, EUA) foram obtidas fatias de  $1 \pm 0,5$  mm nas distâncias de 4 mm e 8 mm medidas a partir da cervical da raiz e com auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo, São Paulo, Brasil).

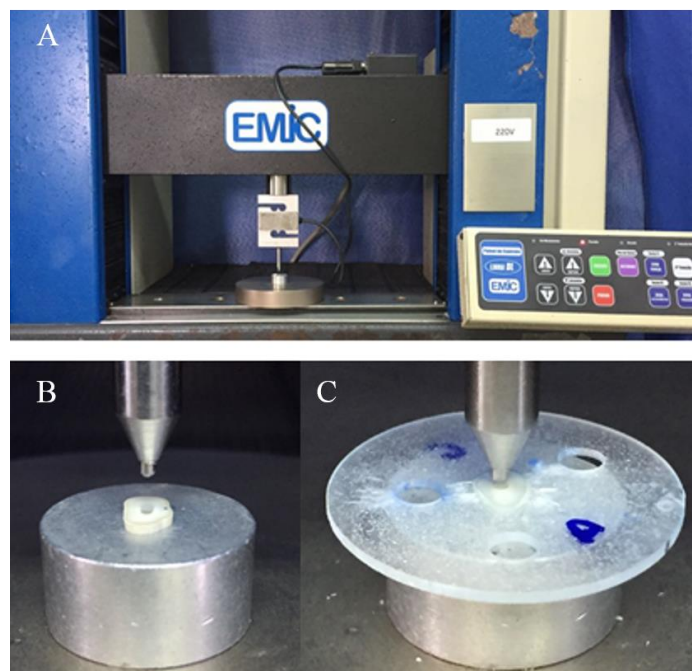
Figura 6 – Preparo dos espécimes para o *push-out*



Legenda: Representação esquemática da espessura das fatias de corte e suas respectivas alturas.  
Fonte: Elaborada pelo autor.

Os espécimes foram avaliados pela resistência de força ao cisalhamento entre cimento e dentina, através do teste de *push-out* em uma máquina de ensaio universal (Emic DL 1000, Paraná, Brasil), à velocidade de 1 mm/min e célula de carga 50 Kgf, até a falha. Durante o ensaio mecânico, cada espécime foi posicionado sobre um dispositivo metálico com abertura central maior que o diâmetro do canal. A face de diâmetro maior foi colocada para baixo, a carga foi aplicada da face de diâmetro menor para a maior até que o conjunto pino/cimento se deslocou ou que ocorreu a fratura do espécime. Dispositivos cilíndricos metálicos foram responsáveis pela aplicação da força de compressão e seus diâmetros foram compatíveis com o diâmetro do pino + cimento na altura de cada fatia com a intenção de estressar e romper a interface adesiva. A carga foi aplicada sobre a porção pino/cimento, sem que a carga fosse aplicada sobre a dentina.

Figura 7 – Posicionamento dos espécimes para o *push-out*



Legenda: a) máquina de ensaio universal (EMIC); b) posicionamento do espécime com a área de base menor para cima; c) centralização sobre o pino e cimento da ponta aplicadora de carga.  
 Fonte: Elaborada pelo autor.

A resistência adesiva ( $\sigma$ ) foi obtida pela fórmula:  $\sigma = C/A$ , onde  $C$  = carga para ruptura do corpo de prova (N) e  $A$  = área interfacial ( $\text{mm}^2$ ). Então,  $A = \pi \cdot g \cdot (R1+R2)$ , onde,  $A$  = área interfacial,  $\pi = 3,14$ ,  $g$  = geratriz do tronco,  $R1$  = raio da base menor,  $R2$  = raio da base maior,  $h$  = altura da secção.

Para o cálculo da geratriz do tronco de cone ( $g$ ) foi utilizado o Teorema de Pitágoras – “quadrado da medida de hipotenusa = a soma dos quadrados das medidas dos catetos”. Assim, para o cálculo de  $g$ , a seguinte fórmula foi utilizada:  $g^2 = h + [R2R1]^2$ . Foi empregada a fórmula para cálculo da área lateral da figura de um tronco de cone circular reto de bases paralelas.

Os valores de  $R1$  e  $R2$  foram obtidos pela medição dos diâmetros internos da base menor e maior, respectivamente, correspondente ao diâmetro interno entre paredes do canal do corpo de prova. Esses diâmetros e a altura  $h$  do

corpo de prova foram medidos antes do ensaio com paquímetro digital (Mitutoyo, São Paulo, Brasil).

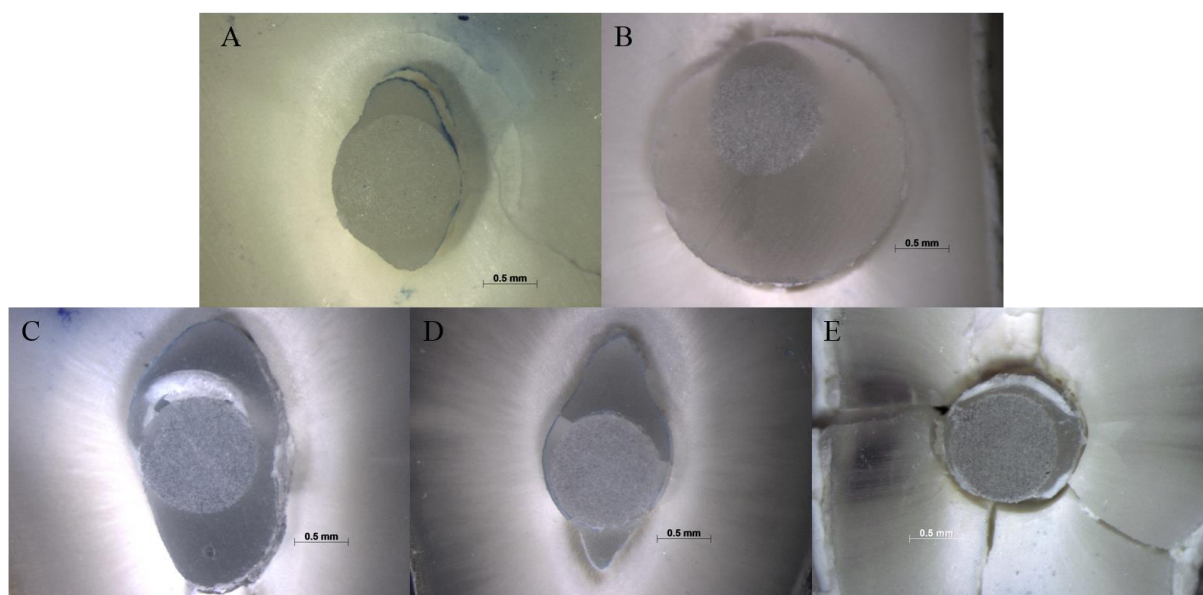
### **4.3 Análise de falha e análise estatística**

Foi realizada análise qualitativa em estereomicroscopia (Discovery V20, Alemanha) com aumento de 30× para avaliar o tipo de falha de cada amostra. As falhas foram classificadas em:

1. Falha adesiva entre cimento e dentina intracanal (ACD);
2. Falha adesiva entre cimento e pino (ACP);
3. Falha adesiva mista (entre cimento e dentina e entre cimento e pino) (M);
4. Falha coesiva do cimento (CC);
5. Falha coesiva da dentina (fratura) (CD).

Amostras representativas de cada grupo foram selecionadas para a análise de falha no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV - Inspect S50, FEI Company, Brno, República Checa), que também receberam a metalização com uma fina camada de ouro através de vaporização iônica. As imagens foram obtidas por meio do princípio de reflexão do feixe de elétrons secundários que são projetados sobre a superfície da amostra. As magnificações utilizadas foram de 50× e 100×.

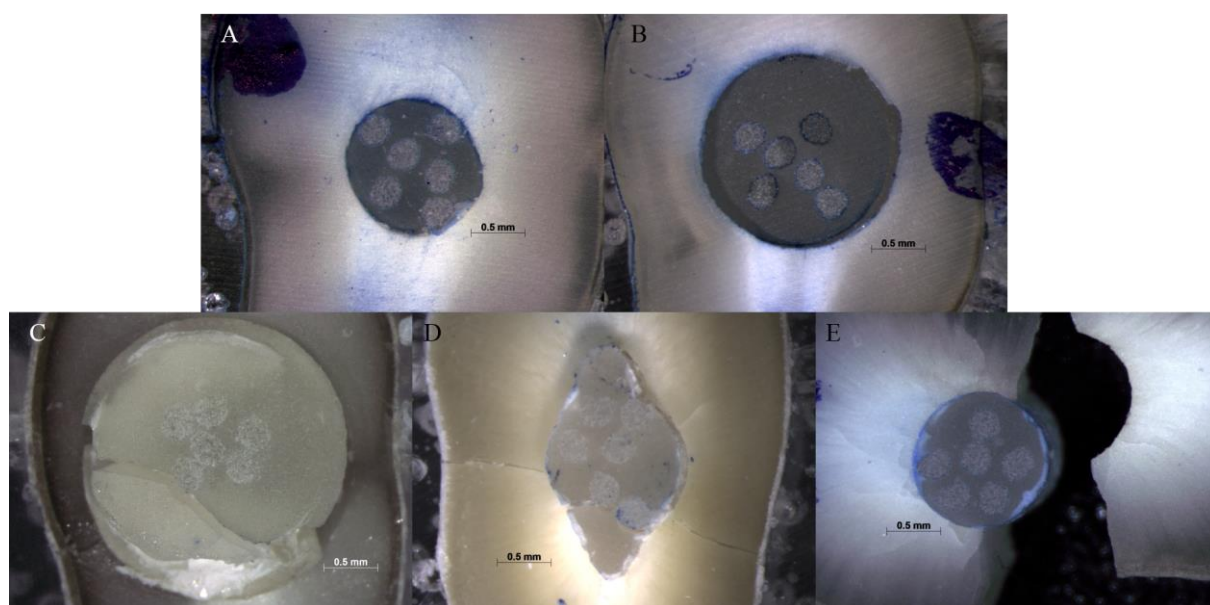
Figura 8 – Falhas ao *push-out* do pino Rebilda Post



Legenda: a) falha tipo 1 no terço cervical; b) falha tipo 1 na RRI; c) falha tipo 3 no terço cervical; d) falha tipo 3 no terço cervical; e) falha tipo 5 no terço cervical.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 9 – Falhas ao *push-out* do pino Rebilda Post GT



Legenda: a) falha tipo 1 no terço cervical; b) falha tipo 1 na RRI; c) falha tipo 3 na RRI; d) falha tipo 3 no terço cervical; e) falha tipo 5 no terço cervical.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Após a obtenção da resistência adesiva (MPa), os resultados foram plotados. Os resultados foram submetidos à análise estatística utilizando o Teste Kruskal-Wallis para observar se houve diferença entre todos os grupos. O teste de Mann Whitney foi utilizado para avaliação estatística aos pares, de acordo com o pino utilizado (Rebilda Post e Rebilda Post GT) e de acordo com o nível da cimentação (nível cervical e dentro da RRI). O teste de comparações múltiplas de Dunn foi utilizado para a comparação simultânea de todos os pares, com nível de significância de 95%.

#### **4.4 Análise da Interface de União por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)**

A análise da interface de união entre cimento resinoso e dentina radicular foi feita através de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV - Inspect S50, FEI Company, Brno, República Checa). Para isso, uma amostra representativa por grupo foi utilizada. As amostras foram cimentadas de acordo com o protocolo anteriormente descrito e cortadas ao longo eixo das raízes, de forma a obter-se duas faces longitudinais. Os espécimes foram removidos cuidadosamente da resina acrílica. O ácido fosfórico a 37% (Condac 37, FGM, Campo Mourão, Brasil) foi aplicado superficialmente por 30s, posteriormente os espécimes foram imersos em EDTA 17% por mais 5 min. Em seguida, os espécimes foram desidratados em concentrações crescentes de etanol (70, 80 e 90%) por 30 min cada, sendo o álcool isopropílico utilizado duas vezes por 30 min, e então foram mantidos em estufa (Olidef, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) até a realização do teste. Os espécimes foram colocados em uma plataforma de alumínio (*stub*) com uma fita de carbono condutiva dupla face,

metalizados (Emitech SC7620, Quorum Technologies Ltda., Laughton, Reino Unido) com uma fina camada de liga de ouro (Inspect S50, FEI, Brno, República Tcheca) e a análise procedeu-se com ampliações de 2000× e 4000×.

#### **4.5 Microtomografia Computadorizada: Reconstituição 3D dos pinos Rebuilda Post GT**

Três amostras foram cimentadas com pinos Rebuilda Post GT seguindo o protocolo anteriormente descrito, para análise qualitativa destes pinos dentro do canal e no espaço da simulação de RRI, em uma reconstrução em 3D após microtomografia computadorizada. Distribuição dos pinos, preenchimento pelo cimento, falhas de cimentação e possíveis interferências de remanescentes do tratamento endodôntico foram avaliados por micro-CT (Skyscan modelo 1176, Kontich, Bélgica). O escaneamento foi com potência da fonte de raios-X 50 kV e intensidade de corrente elétrica de 497  $\mu$ A, filtro de alumínio de 0,5 mm, tamanho de pixel de 18  $\mu$ m, rotação do tubo de raios-X de 180°, passo de rotação de 0,8°, tempo de exposição de 4 s e tempo de escaneamento de 10 min. A reconstrução dos modelos tridimensionais das raízes foi feita por meio das imagens escaneadas com a ferramenta do *software* CTan e posterior visualização pelo *software* CTvox (versão 1.8.1.5, Skyscan, Bélgica).

## 5 RESULTADO

### 5.1 Análise por estereomicroscopia da limpeza de $\text{Ca(OH)}_2$ da RRI

A Tabela 2 apresenta os resultados e frequências dos escores após a limpeza por PUI do  $\text{Ca(OH)}_2$  de dentro das RRIs.

Os resultados mostram que, apesar da alta frequência (37,5%) de cavidades de RRIs completamente livres de detritos da MIC de  $\text{Ca(OH)}_2$ , a técnica de PUI não foi capaz de limpar completamente a maioria dos espécimes (62,5%).

Tabela 2 – Número e porcentagem dos escores após a técnica de PUI

Técnica de limpeza	Nº de amostras	Escore			
		0	1	2	3
PUI	40	15 (37,5%)	19 (47,5%)	4 (10%)	2 (5%)

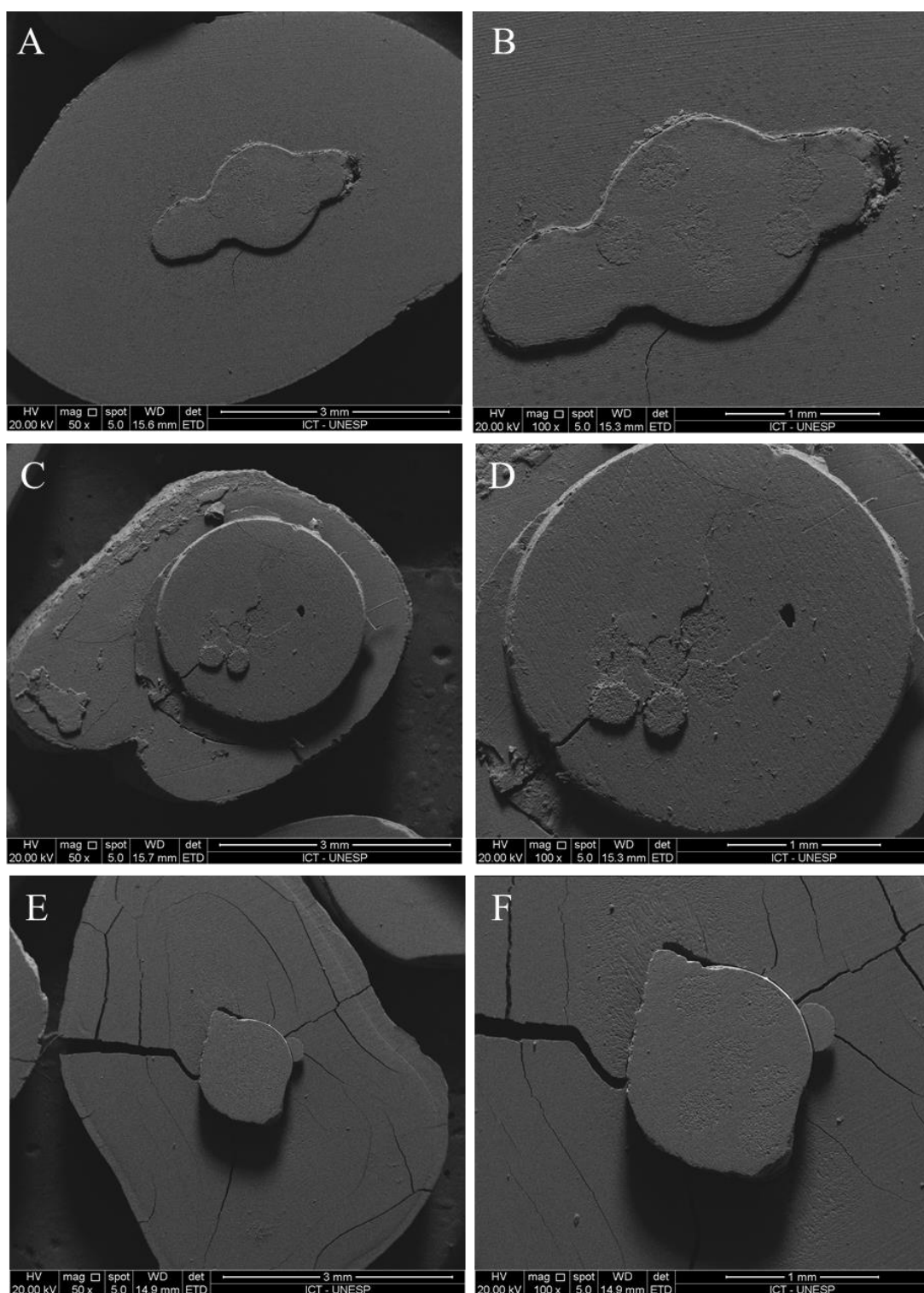
Legenda: Escore 0: cavidade livre de detritos; escore 1: menos da metade da cavidade estava cheia de detritos; escore 2: mais da metade da cavidade estava cheia de detritos; e escore 3: cavidade completamente preenchida com detritos.

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 5.2 Análise de Falha por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As micrografias das Figuras 10 e 11 mostram as falhas observadas após o teste *push-out* para os grupos cimentados com Pino GT.

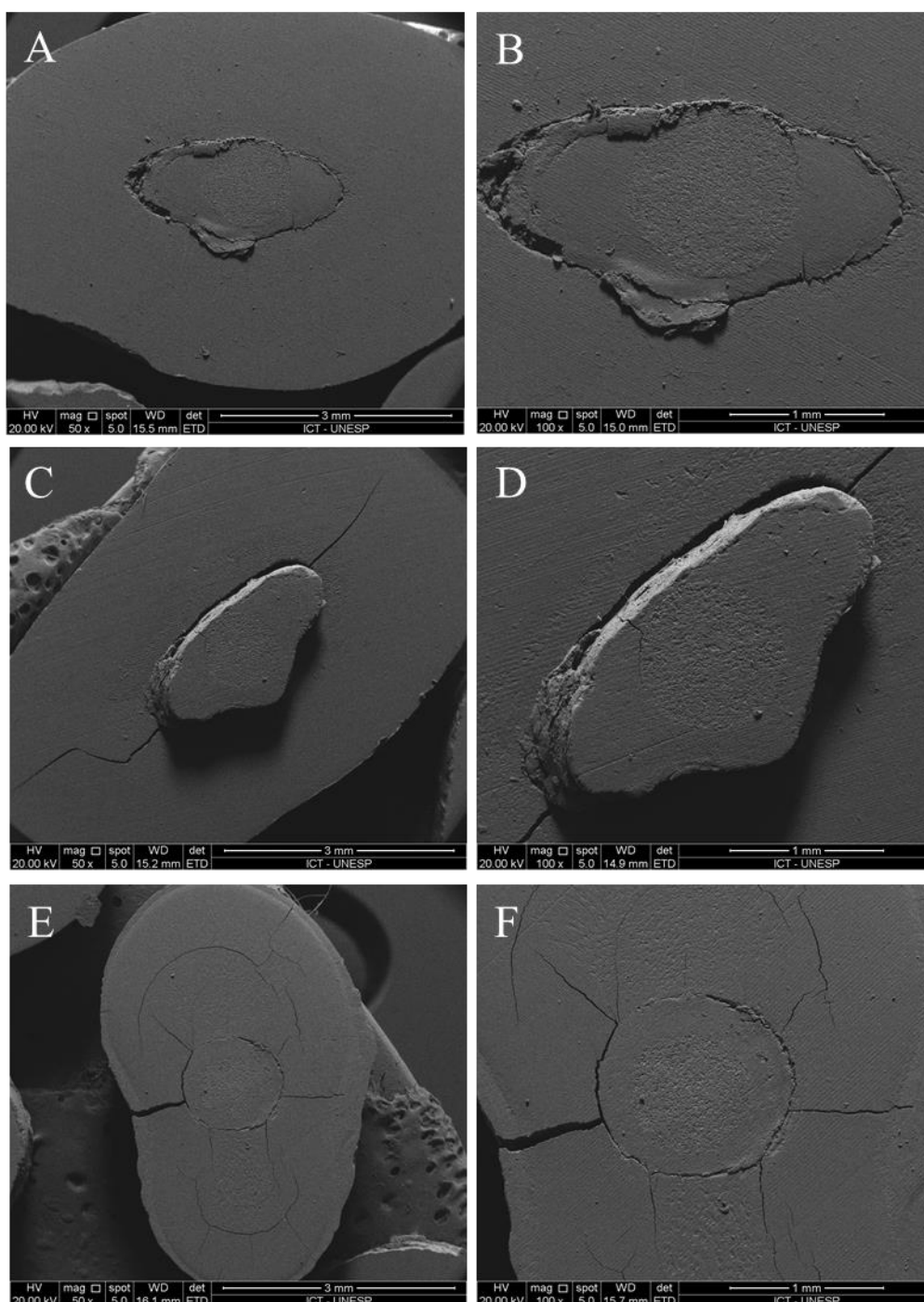
Figura 10 – Micrografias representativas das falhas nos pinos Rebilda Post GT



Legenda: Micrografias representativas de falhas nos pinos GT com aumentos de 50× (esquerda) e 100× (direita). A e B) Falha adesiva entre cimento e dentina intracanal; C e D) Falha mista: adesiva entre pino-cimento e adesiva entre cimento-dentina; E e F) Falha coesiva da dentina radicular.

Fonte: Elaborada pelo autor e pela Dr<sup>a</sup> Thaís Cachuté Paradella.

Figura 11 – Micrografias representativas das falhas nos pinos Rebilda Post



Legenda: Micrografias representativas de falhas nos pinos RP com aumentos de 50× (esquerda) e 100× (direita). A e B) Falha adesiva entre cimento e dentina intracanal; C e D) Falha: adesiva entre cimento-dentina; E e F) Falha coesiva da dentina radicular.

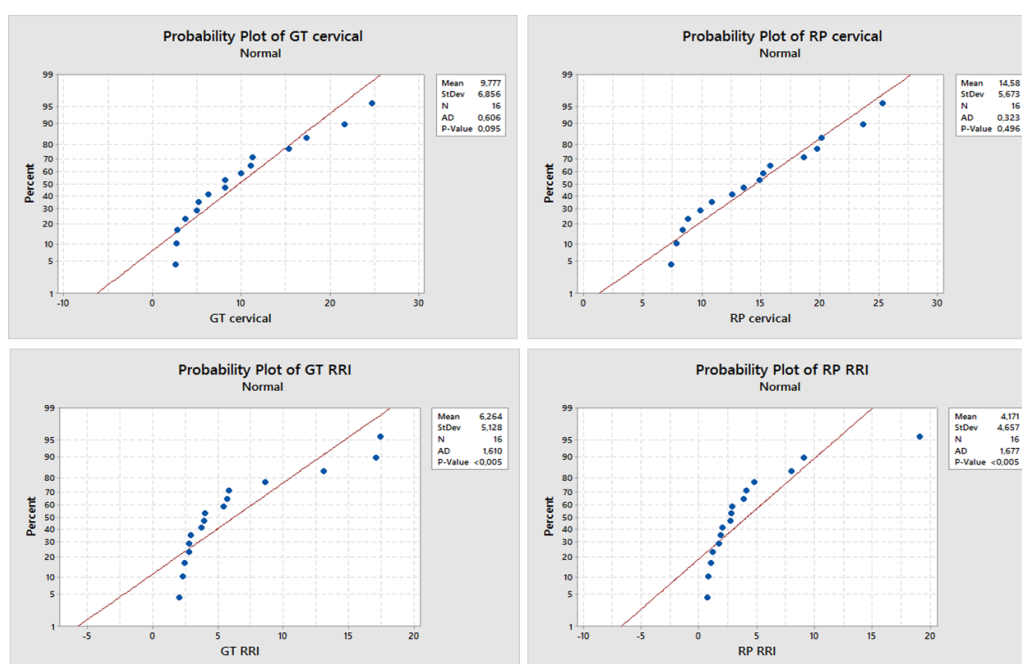
Fonte: Elaborada pelo autor e pela Dr<sup>a</sup> Thaís Cachuté Paradella.

### 5.3 Teste *Push-Out*

Foram excluídas da análise estatística as amostras que tiveram falhas coesivas (fratura) na dentina. Não ocorreu falha coesiva do cimento de forma exclusiva, geralmente a falha coesiva do cimento estava associada a outro tipo de falha (Tabela 3).

A análise estatística descritiva, apresentada na Tabela 3 e Figura 13, mostram os valores de média, desvio-padrão e coeficiente de variância a 95% dos dados dos grupos GT e RP cimentados no nível cervical e no nível da RRI. Conforme o teste de normalidade, os dados dos diferentes pinos e níveis não seguiram uma distribuição normal de probabilidade (Figura 12).

Figura 12 – Curvas normais dos valores resíduos para verificar a distribuição dos resíduos (normalidade) dos 04 grupos testados



Legenda: Gráficos da curva de normalidade dos 4 grupos.

Fonte: Elaborada pelo autor.

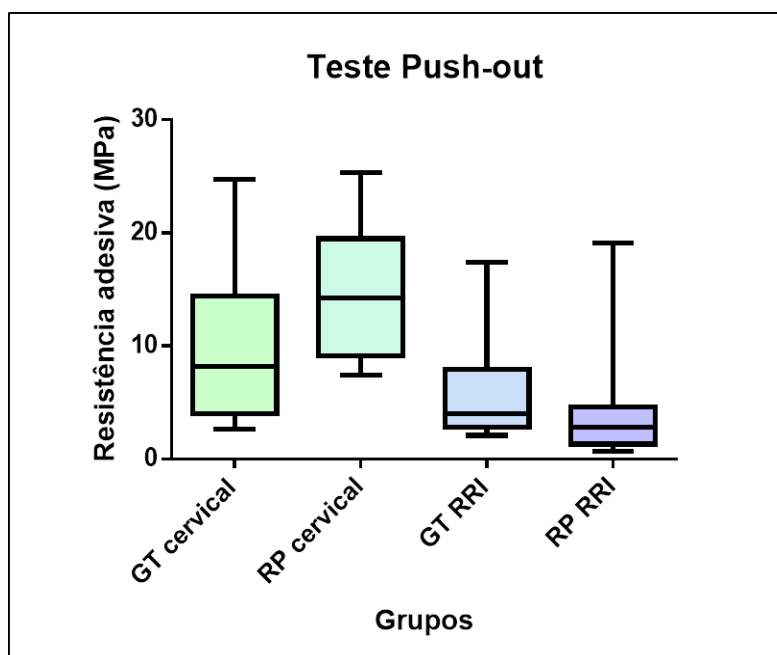
Tabela 3 – Média, desvio-padrão (MPa), intervalo de confiança (95%) e modo de falha dos grupos testados

Grupos	N	Média (dp) (MPa)	95% IC (MPa)	Modo de falha				
				ACD	ACP	M	CC	CD
GT Cervical	16	9,77 (6,85) <sup>ab</sup>	(6,12-13,43)	14	0	2	0	4
RP Cervical	16	14,58 (5,67) <sup>a</sup>	(11,56-17,60)	13	1	2	0	4
GT RRI	16	6,26 (5,12) <sup>bd</sup>	(3,53-8,99)	13	0	3	0	4
RP RRI	16	4,17 (4,65) <sup>cd</sup>	(1,69-6,65)	15	0	1	0	4

Legenda: Informação dos grupos utilizando teste de Dunn, com intervalo de confiança de  $\alpha = 0,05$ . “N” representa o número de espécimes com falhas válidas para estatística. As letras diferentes apresentam diferença significativa. O modo de falha significa: (ACD) Falha adesiva entre cimento e dentina intracanal; (ACP) Falha adesiva entre cimento e pino; (M) Falha adesiva mista (entre cimento e dentina e entre cimento e pino); (CC) Falha coesiva do cimento; (CD) Falha coesiva da dentina (fratura).

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 13 – Média e desvio-padrão (MPa) dos grupos testados



Legenda: Gráfico representativo dos valores de média e da curva de normalidade dos 4 grupos.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para avaliar a influência dos diferentes níveis de cimentação e pinos, os dados obtidos foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, após ser considerada a distribuição de não normalidade. O teste de Mann Whitney foi utilizado para comparação apenas do nível (cervical ou RRI). Para comparação entre os grupos foi realizado o teste Dunn (0,05).

O teste Kruskal-Wallis revelou um efeito de interação significativa tipo de pino\*nível da adesão, o que indica que houve alteração da resistência adesiva pelo teste *push-out* entre todos os grupos ( $p < 0,05$ ). Os resultados analisados pelo teste de Mann Whitney revelaram que houve diferença estatisticamente significativa entre GT Cervical e RP Cervical ( $p = 0,031$ ), mas não houve diferença entre GT RRI e RP RRI ( $p = 0,066$ ).

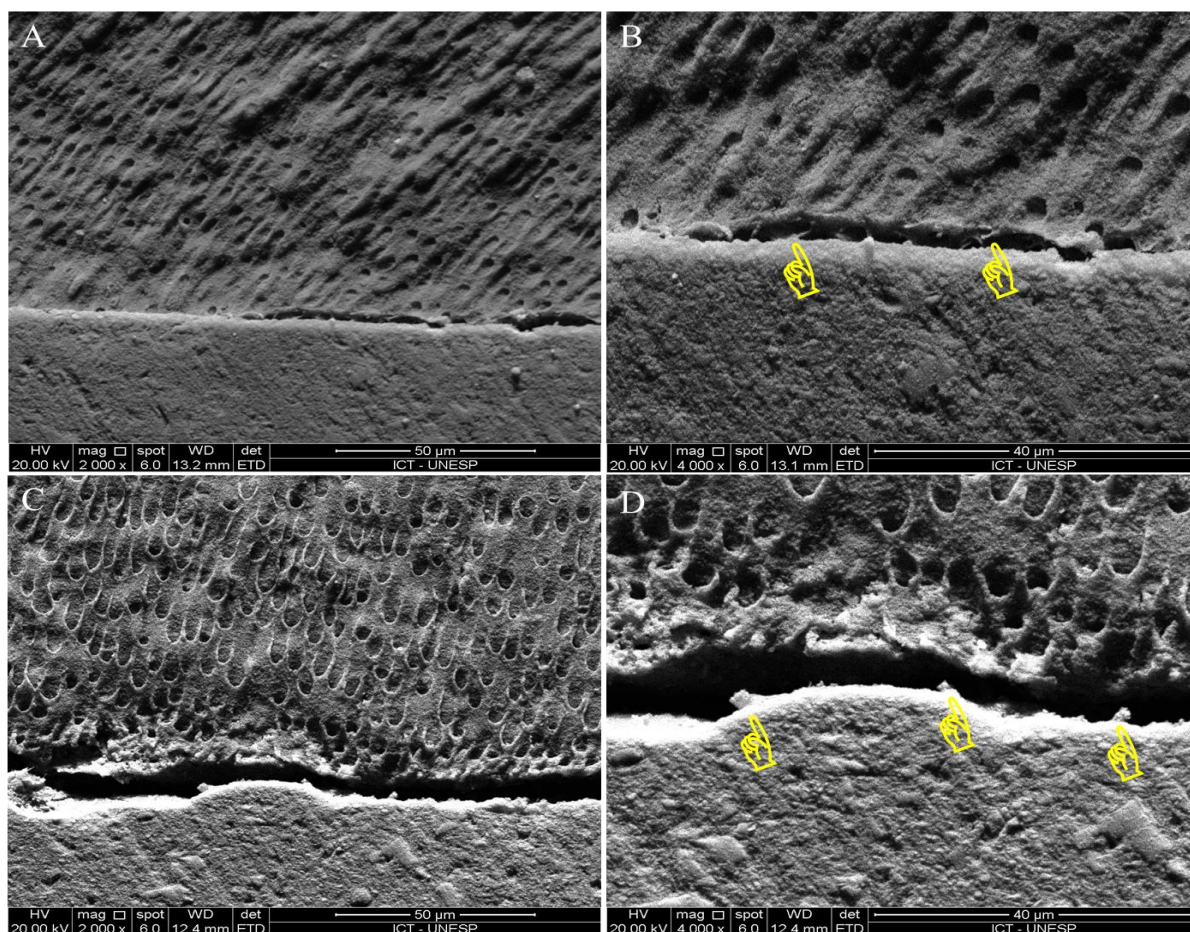
Os resultados observados pelo teste Dunn para múltiplas comparações mostraram que RP no nível Cervical ( $14,58 \pm 5,67$  MPa) foi estatisticamente diferente dos pinos no nível da RRI (GT RRI = 6,26 MPa e RP RRI = 4,17 MPa). O uso de pino Rebuilda Post (VOCO) no nível cervical apresentou maiores valores de adesão em comparação com a sua utilização em nível da RRI, que apresentou menor valor de adesão ( $4,17 \pm 4,65$  MPa) e foram estatisticamente diferentes. Porém, apesar de menores valores de GT Cervical em relação a RP Cervical, quando os pinos são comparados na RRI, observa-se o contrário, com maiores valores entre GT RRI ( $6,26 \pm 5,12$  MPa) em relação a RP RRI ( $4,17 \pm 4,65$  MPa), embora não haja diferença estatisticamente significativa.

#### **5.4 Análise da Interface de União por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)**

A Figura 14 apresenta as micrografias em MEV da interface de união

entre cimento resinoso e dentina radicular para os dois grupos, em ampliações de 2000× e 4000×.

Figura 14 – Micrografias representativas da interface de união para os pinos Rebuilda Post (A,B) e Rebuilda Post GT (C,D)



Legenda: Micrografias representativas da interface de união dos pinos (A,B) RP e (C,D) GT com aumentos de 2000× (esquerda) e 4000× (direita). Os *finger points* amarelos indicam claramente a presença de *tags* de cimento resinoso.

Fonte: Elaborada pelo autor e pela Dr<sup>a</sup> Thaís Cachuté Paradella.

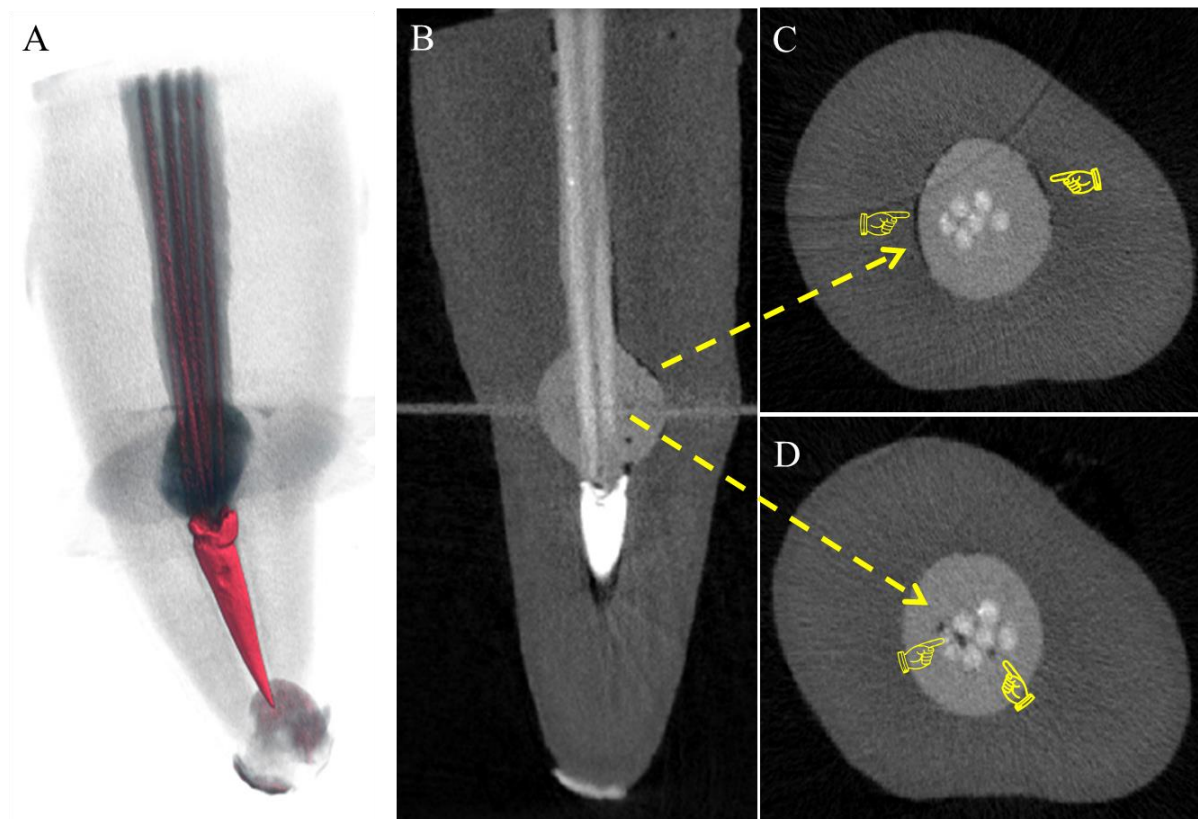
As Figuras 14A-D mostram a dentina radicular (parte superior da micrografia), interface de união entre os substratos e cimento resinoso (parte inferior). É possível notar claramente a presença de túbulos dentinários, com a

remoção completa de *smear layer* e uma superfície rica em fibras após o tratamento superficial com EDTA 17%, ácido fosfórico a 37% e sequência crescente de etanol. Em ambos os grupos, a presença de *tags* resinosas localiza-se na interface de união entre dentina radicular e cimento resinoso (*fingers points* amarelos).

### **5.5 Microtomografia Computadorizada**

As Figuras 14 e 15 mostram as falhas no cimento resinoso usado no preenchimento intrarradicular nos espécimes demonstrativos, tanto em cortes axiais e longitudinais, quanto em reconstruções tridimensionais. Há espaços não preenchidos à luz do canal radicular (principalmente em regiões de istmos) e, em maior número, dentro das simulações da RRI, com falhas na interface de união cimento/dentina (Figura 14B-C; Figura 15C), assim como presença de vazios e bolhas entre o sistema de pinos Rebilda Post GT (Figura 14D e Figura 15B). Não foi possível observar remanescentes do tratamento endodôntico prévio tão pouco fazer qualquer análise sobre possíveis interferências destes na cimentação dos pinos de fibra de vidro. Os pinos Rebilda Post GT se distribuíram de forma variada para cada espécime, de acordo com a anatomia do canal radicular, nível de corte tomográfico e o preparo final da instrumentação mecânica. O sistema assentou-se em toda extensão do preparo do espaço para cimentação.

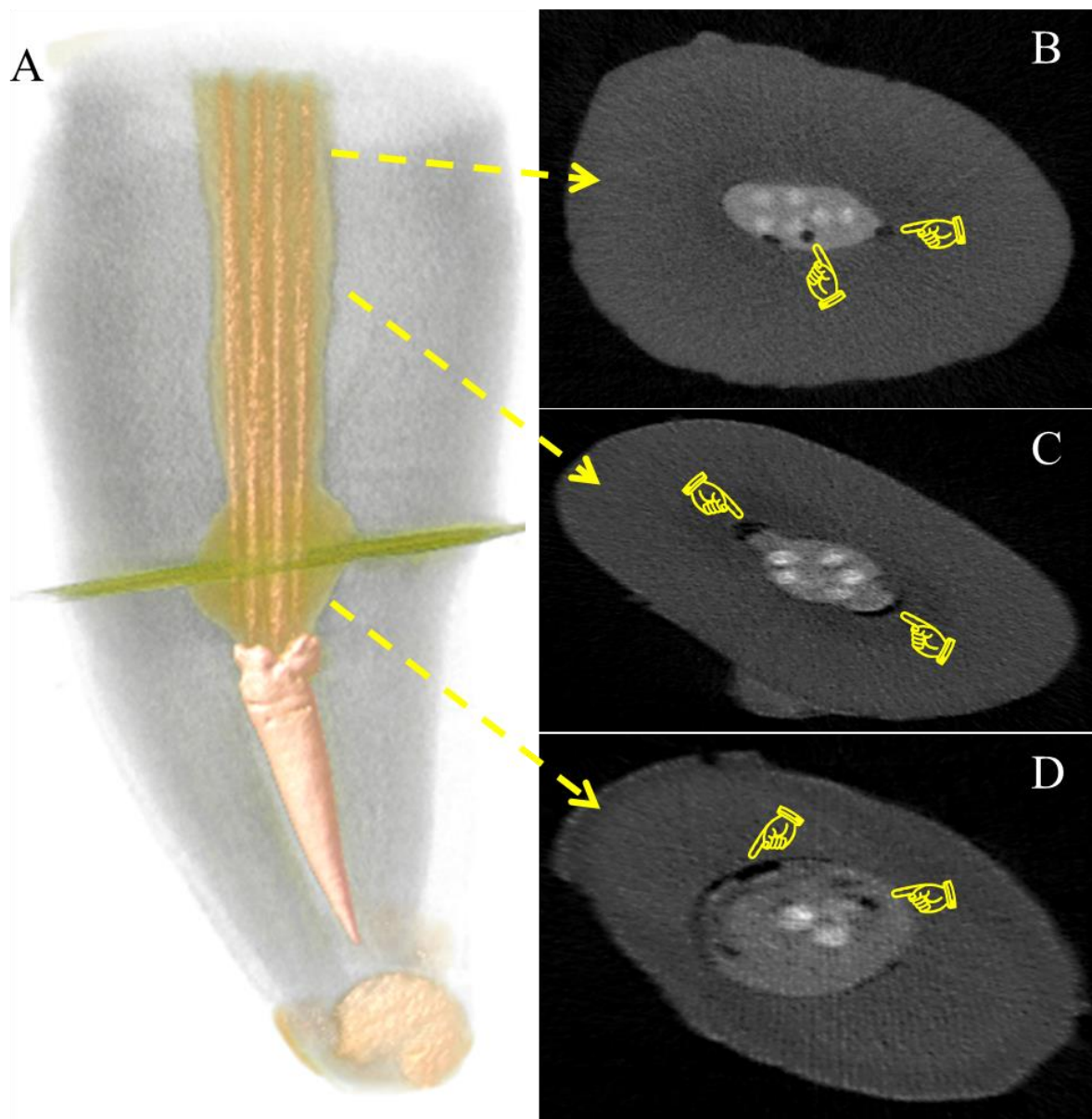
Figura 15 – Reconstrução representativa tridimensional por micro-CT de um espécime após cimentação intrarradicular com Rebilda Post GT



Legenda: (A) Modelo tridimensional por micro-CT de um espécime após a cimentação com sistema de pinos Rebilda Post GT. Pinos aparecem longitudinalmente na parte superior do canal radicular e guta percha em vermelho na parte inferior. (B) Corte longitudinal, com algumas falhas na interface adesiva, melhor apresentadas em (C) com o corte axial na RRI (*finger points* amarelos indicam claramente a presença de falhas na interface de união entre cimento e dentina). (D) Corte axial com bolhas entre os pinos apresentadas com os *finger points* amarelos

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 16 – Reconstrução representativa tridimensional por micro-CT de um espécime após cimentação intrarradicular com Rebilda Post GT



Legenda: (A) Modelo tridimensional por micro-CT de um espécime após a cimentação com sistema de pinos Rebilda Post GT. Pinos aparecem longitudinalmente na parte superior do canal radicular (cor alaranjada) e guta percha em laranja sólido. Os *finger points* amarelos mostram nos cortes axiais na região cervical (B) as bolhas entre os pinos, (C) ausência de material na interface de união entre cimento resinoso e dentina radicular e na (D) região da RRI, falhas na interface de união entre cimento e dentina.

Fonte: Elaborada pelo autor

## 6 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar através do teste *push-out* a resistência de união dos pinos de fibra de vidro Rebilda Post e Rebilda Post GT após a cimentação com o cimento resinoso, na presença e na ausência de lesões por RRI simuladas *in vitro*.

Por ser uma patologia decorrente da inflamação pulpar, a RRI resulta no aumento irregular do espaço interno pulpar (Nilsson et al., 2013), o qual pode ser estabilizado mediante técnicas modernas de tratamento endodôntico e restaurador (Borkar e Ataide, 2015). Uma das técnicas restauradoras consiste na utilização de pinos de fibra de vidro, que são materiais comumente indicados por apresentarem módulo de elasticidade semelhante à dentina radicular (Sterzenbach et al., 2012) e por levarem os dentes, com excessiva perda de estrutura dentária, à uma maior resistência à fratura (Abduljawad et al., 2016). Essas características são imprescindíveis para o desenvolvimento de diferentes pinos de fibra de vidro (Schmage et al., 2009), como o sistema Rebilda Post GT (VOCO, Alemanha) utilizado neste estudo. Outro fator importante é que a preservação da estrutura dentária é crucial para uma maior resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente (Abduljawad et al., 2016) e por isso, a utilização destes pinos no canal radicular pode ser vantajosa para a manutenção de uma quantidade satisfatória de tecido dentinário sadio. Por se tratar de um material novo, o Rebilda Post GT ainda possui algumas questões que não foram respondidas na literatura, como a resistência de união com o cimento resinoso à dentina radicular e sua disposição no canal radicular após a cimentação.

Existe uma alta frequência das RRI no terço médio da raiz (Gabor et al., 2012), com diâmetros de até 1,6 mm e profundidade de 0,8 mm (Kamburoğlu et al., 2008). No entanto, na prática clínica, o processo de reabsorção radicular

interna gera lesões irregulares (Topçuoğlu et al., 2015). Como se trata de uma pesquisa *in vitro*, a simulação da RRI foi realizada em ambas as metades (superior e inferior) do mesmo dente, com o uso de broca esférica para obter cavidades padronizadas no terço médio radicular, com diâmetro e espessura semelhantes aos dados relatados na literatura.

Os achados desse estudo mostraram que a resistência de união para ambos os pinos na região de RRI simulada foi menor em relação à região cervical (Tabela 3), aceitando a primeira hipótese testada. A resistência de união ao *push-out* pode ser afetada pela localização do pino no interior do canal radicular, sendo que no terço cervical, a resistência é maior em relação ao terço médio, independentemente do tipo de cimento utilizado (Zorba et al., 2010; Bitter et al., 2017). Essas afirmações estão de acordo com os resultados, os quais mostraram maiores valores de resistência de união no terço cervical do que na região da RRI (Tabela 3). As razões desses menores valores de resistência de união na RRI podem ser justificadas pela maior distância de penetração da luz fotopolimerizadora (Zicari et al., 2012), pelas maiores tensões de polimerização e susceptibilidade à bolhas de ar e vazios em camadas de cimento relativamente espessas (Figuras 15D e 16B) (Grandini et al., 2005; Schmäge et al., 2009).

Uma ampla variedade de fatores influencia no tempo de vida útil dos pinos, portanto o clínico deve ser seletivo na escolha do material que melhor se adapte às necessidades individuais de cada dente (Zhou e Wang, 2013). De acordo com o fabricante, Rebuilda Post GT consiste em um feixe de pinos individuais finos translúcidos (diâmetro de cada pino = 0,3 mm) indicados para anatomias atípicas do canal radicular e conicidade pronunciada. Dessa forma, são espalhados em toda a extensão do canal radicular (Figuras 15A e 16A). O teste *push-out* em pinos de fibra de vidro na literatura sugere uma força axial centralizada ao pino cimentado. O Rebuilda Post GT não é um pino convencional, como já mencionado, tratando-se de um feixe de vários pinos de fibra menores,

o que, obviamente, não permite uma força centralizada ao pino, e sim, ao conjunto cimento/pinos. De acordo com o teste *push-out*, o grupo que utilizou Rebilda Post GT apresentou maior resistência de união dentro da RRI ( $6,26 \pm 5,12$  MPa) em relação ao Rebilda Post ( $4,17 \pm 4,65$  MPa). Esses resultados podem estar relacionados à ação de espalhamento dos pinos individuais do Rebilda Post GT dentro da RRI.

Outro resultado importante está ligado à conformação do pino, que quanto maior a adaptação ao canal radicular, menor a espessura do cimento e maior a resistência de união (Penelas et al., 2016). Por esse motivo, acreditamos que na porção cervical, onde os valores para RP foram maiores em relação ao GT (Tabela 3), o pino convencional se adaptou de maneira onde houvesse menos volume de cimento e uma maior resistência mecânica por atrito (Goracci et al., 2005). Assim, os diferentes pinos interferem na resistência de união mecânica, dependendo da sua localização no canal radicular (região cervical ou RRI), aceitando a segunda hipótese testada.

A avaliação do modo de falha é crucial para o entendimento dos valores de resistência de união. Um estudo anterior investigou os efeitos de vários cimentos resinosos (dentre eles, cimento Rebilda DC – também utilizado nesta pesquisa) na força de adesão ao *push-out* e mostrou que a maioria das falhas encontradas ocorreu entre cimento e a dentina radicular (falha ACD) (Bitter et al., 2017). Neste estudo, observamos a formação proporcional de *tags* resinosos na interface de união com a dentina radicular na cimentação de ambos os pinos (Figura 14), tanto ao nível cervical quanto dentro da RRI. O tipo de pino de fibra de vidro não interferiu no processo de ligação micromecânica de um mesmo sistema adesivo com a dentina e, conseqüentemente, válida a representatividade dos valores de resistência de união (Vichi et al., 2002; Zorba et al., 2010).

Diferentes variáveis podem ter um impacto nos valores de força de adesão entre cimento resinoso – pino de fibra – substrato dentário durante o teste de

*push-out*, como por exemplo, a composição (Ungor et al., 2006; Zicari et al., 2012; Bitter et al., 2017) e a viscosidade do adesivo dentário e do cimento resinoso (Grandini et al., 2004; Niem et al., 2016). A dentina intrarradicular dos espécimes foi tratada com primer autocondicionante Futurabond U (VOCO), que possui em sua composição: ácidos orgânicos, dimetacrilato, aminas e butil-hidroxitolueno (BHT) (Tabela 1). Os pinos foram cimentados com cimento resinoso dual Rebuilda DC (composição: Bis-GMA, dimetilmetacrilato diuretano, BHT e peróxido benzol) (Tabela 1). O metacrilato é responsável pelo comportamento de hidrofobicidade (o que os torna apenas solúveis em água), de viscosidade e das propriedades mecânicas dos sistemas adesivos (Van Landuyt et al., 2007). O dimetilmetacrilato diuretano presente no cimento resinoso exibe propriedades de baixa viscosidade (Peutzfeldt, 1997), sendo um componente que pode contribuir para o escoamento do cimento resinoso. Por microtomografia pudemos constatar formação de bolhas e espaços vazios no cimento resinoso, em especial dentro da cavidade da RRI (Figuras 15 e 16).

A irrigação ultrassônica passiva (PUI) é uma técnica eficaz para remoção de *smear layer* e detritos (Van der Sluis et al., 2007) através da ativação de irrigantes dentro do sistema de canais radiculares (Keskin et al., 2017). Porém, no estudo de Topçuoğlu et al. (2015), a PUI removeu completamente a pasta de  $\text{Ca(OH)}_2$  em apenas 44,4% das cavidades de RRI, estando de acordo com este estudo, onde a limpeza completa da MIC ocorreu em apenas 37,5% das RRI (Tabela 2). Como as dimensões das cavidades de RRI simuladas foram padronizadas com broca diamantada, todas apresentavam bordas regulares em comparação com as lesões irregulares naturais de RRI e, por esse motivo, a remoção da MIC deveria acontecer facilmente. Porém, o protocolo de PUI aqui testado não foi capaz de limpar completamente os restos da MIC da maioria dos espécimes (62,5%), o que na prática clínica significaria uma possível interferência na cimentação dos pinos e consequente diminuição da resistência

de união (Sicuro et al., 2016). Ao observarmos por estereomicroscopia a qualidade de limpeza e com o objetivo de eliminar o viés na análise de adesão, optamos por realizarmos limpezas extras padronizadas dentro da RRI com EDTA 17% e irrigação de solução salina à luz do canal antes da cimentação dos pinos. Apenas na RRI foi possível afirmar a efetividade desta limpeza (constatada em estereomicroscopia), diferentemente da luz do canal radicular, principalmente em regiões de achatamentos e istmos exemplificados pela Figura 15C. Após a obturação e o preparo para a cimentação dos pinos, não foi possível avaliar o grau de limpeza, uma vez que os espécimes estavam colados. Ao MEV e à microtomografia dos espécimes extras, não constatamos restos de material obturador na RRI e à luz do canal radicular. Adverte-se a importância de protocolos de limpeza efetivos antes da cimentação de pinos de fibra de vidro.

Outro ponto questionável sobre este novo sistema de pinos de fibra de vidro seria quanto à silanização das porções internas de cada pino individualmente. Este estudo não garante que esta silanização se deu de forma uniforme e efetiva seguindo-se as recomendações do fabricante. Levando-se em conta a inexpressiva observação de falhas entre os pinos individuais e o cimento resinoso, não acreditamos que seja algo que inviabilize sua utilização ou justifique os menores valores de adesão ao terço cervical, o que pode ser corroborado pelos achados de Tian et al. em 2012, onde não encontraram diferença na silanização ou não de pinos de fibra de vidro quanto à adesão.

É importante elucidar algumas limitações deste estudo *in vitro*. Ao longo da pesquisa buscamos simular um tratamento endodôntico completo em dentes humanos acometidos por RRI. A opção pela utilização de pré-molares inferiores ocorreu pela maior disponibilidade por extrações com finalidade ortodôntica e por uma maior frequência de canais únicos. Mesmo com a constatação do canal único, a anatomia mostrou-se muito variável com achatamentos e presença de istmos em grande parte das amostras (Figura 16B-C). Não foi considerado um

viés de estudo, uma vez que as amostras foram randomizadas, mas pode-se considerar uma das justificativas do alto desvio-padrão dos resultados. É necessário entender melhor o mecanismo de aplicação do pino Rebuilda Post GT nos canais radiculares. Para isso, mais estudos são necessários no melhor conhecimento da relação física dos pinos com a anatomia do canal radicular. A utilização de maiores quantidades de pinos por feixe ou a cimentação centralizada de um pino convencional junto ao sistema proposto pelo Rebuilda Post GT poderia diminuir a quantidade de cimento resinoso presente e aumentar a retenção mecânica.

## 7 CONCLUSÃO

Dentro das limitações desse estudo, pode-se concluir que:

- O protocolo de PUI utilizado neste estudo não foi efetivo na limpeza da MIC nos espécimes. Não foi possível fazer uma correlação de resto de material obturador e da MIC na cimentação dos pinos.

- Após o teste *push-out*, a maioria das falhas de união ocorreu entre cimento resinoso e dentina radicular (falha adesiva).

- Independente do pino de fibra de vidro utilizado, houve formação de *tags* resinosas.

- A adesão foi afetada negativamente pelo nível da cimentação no canal radicular, presença de RRI e adaptação do pino no canal radicular.

- Ocorreu formação de bolhas e vazios dentro do cimento resinoso e falhas na interface de união entre o cimento e a dentina após a cimentação do pino Rebuilda Post GT.

- O pino Rebuilda Post apresentou melhores resultados de resistência adesiva no nível cervical enquanto que o pino Rebuilda Post GT apresentou melhores resultados a nível de RRI.

## REFERÊNCIAS\*

- Abduljawad M, Samran A, Kadour J, Al-Afandi M, Ghazal M, Kern M. Effect of fiber posts on the fracture resistance of endodontically treated anterior teeth with cervical cavities: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2016 July;116(1):80-84. doi:10.1016 / j.prosdent.2015.12.011.
- Abuabara A, Costa RG, Morais EC, Furuse AY, Gonzaga CC, Baratto Filho F. Prosthetic rehabilitation and management of an MTA - treated maxillary central incisor with root perforation and severe internal resorption. *J Prosthodont*. 2013 July;22:413-18. doi:10.1111/jopr.12018.
- Aleisa K. The effect of different root canal sealers on the bond strength of titanium ParaPosts luted with two cements. *King Saud Univ J Dent Sci*. 2013 July;4(2):65-70.
- Altundasar E, Demir B. Management of a perforating internal resorptive defect with mineral trioxide aggregate: A Case report. *J Endod*. 2009 Oct;35(10):1441-44. doi:10.1016/j.joen.2009.06.017.
- Amin RA, Mandour MH, El-Ghany OSA. Fracture strength and nanoleakage of weakened roots reconstructed using relined glass fiber–reinforced dowels combined with a novel prefabricated core system. *J Prosthodont*. 2014 Aug;23:484-494. doi:10.1111/jopr.12139.
- Battepati PM, Kadkol PK, Reddy KVKK, Ainapur R. Restoration of long standing traumatized teeth: A case report. *J Clin Diagn Res*. 2015 Aug;9(8):7-9. doi:10.7860 / JCDR / 2015 / 13721.6297.
- Bhuva B, Barnes JJ, Patel S. The use of limited cone beam computed tomography in the diagnosis and management of a case of perforating internal root resorption. *Int Endod J*. 2011 Aug;44:777-786. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01870.x.
- Bitter K, Noetzel J, Stamm O, Vaudt J, Meyer-Lueckel H, Neumann K, Kielbassa AM. Randomized clinical trial comparing the effects of post placement on failure rate of postendodontic restorations: Preliminary results of a

---

\* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [atualizado 04 nov 2015; acesso em 25 jun 2017]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Disponível em: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

mean period of 32 months. *J Endod.* 2009 Nov;35(11):1477-82. doi:10.1016/j.joen.2009.07.026.

Bitter K, Maletic A, Neumann K, Breschi L, Sterzenbach G, Taschner M. Adhesive durability inside the root canal using self-adhesive resin cements for luting fiber posts. *Oper Dent.* 2017 Nov/Dec;42(6):167-176. doi:10.2341/17-017-L.

Borkar S, de Ataide IN. Management of a massive resorptive lesion with multiple perforations in a molar: Case report. *J Endod.* 2015 May;41(5):753-5. doi:10.1016/j.joen.2014.12.022.

Büttel L, Krastl G, Lorch H, Naumann M, Zitzmann NU, Weiger R. Influence of post fit and post length on fracture resistance. *Int Endod J.* 2009 Jan;42:47-53. doi:10.1111/j.1365-2591.2008.01492.x.

Cecchin D, Farina AP, Giacomini M, Vidal CMP, Carlini-Júnior B, Ferraz CCR. Influence of chlorhexidine application time on the bond strength between fiber posts and dentin. *J Endod.* 2014 Dec;40(12):2045-48. doi:10.1016/j.joen.2014.08.019.

Chuang S-F, Yaman P, Herrero A, Dennison JB, Chang C-H. Influence of post material and length on endodontically treated incisors: An in vitro and finite element study. *J Prosthet Dent.* 2010 Dec;104(6):379-88. doi:10.1016/S0022-3913(10)60171-0.

Delzangles B. Scanning electron microscopic study of apical and intracanal resorption. *J Endod.* 1989 July;15(7):281-85. doi:10.1016 / S0099-2399 (89) 80047-0.

Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater.* 2001 Sep;17:422-29. PubMed PMID:11445210.

Figueiredo FED, Martins-Filho PRS, Faria-e-Silva AL. Do metal post-retained restorations result in more root fractures than fiber post-retained restorations? A systematic review and meta-analysis. *J Endod.* 2015 Mar;41(13):309-316. doi:10.1016/j.joen.2014.10.006.

Gabor C, Tam E, Shen Y, Haapasalo M. Prevalence of internal inflammatory root resorption. *J Endod.* 2012 Jan;38(1):24-27. doi:10.1016/j.joen.2011.10.007.

Gatten DL, Riedy CA, Hong SK, Johnson JD, Cohenca N. Quality of life of endodontically treated versus implant treated patients: A University-based qualitative research study. *J Endod.* 2011 July;37(7):903-909. doi:10.1016/j.joen.2011.03.026.

Goracci C, Fabianelli A, Sadek FT, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. *J Endod.* 2005 Aug;31(8):608-612. PubMed PMID:16044046.

Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini, Ferrari M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *J Adhes Dent.* 2005;7:235-240. PubMed PMID:16240965.

Guldener KA, Lanzrein CL, Guldener BES, Lang NP, Ramseier CA, Salvi GE. Long-term clinical outcomes of endodontically treated teeth restored with or without fiber post-retained single-unit restorations. *J Endod.* 2017 Feb;43(2):188-193. doi:10.1016/j.joen.2016.10.008.

Kamburoğlu K, Barenboim SF, Arıtürk T, Kaffe I. Quantitative measurements obtained by micro-computed tomography and confocal laser scanning microscopy. *Dentomaxillofac Radiol* 2008; 37: 385-391. doi: 10.1259/dmfr/57348961.

Keskin C, Sariyilmaz E, Sariyilmaz Ö. Efficacy of XP-endo Finisher file in removing calcium hydroxide from simulated internal resorption cavity. *J Endod.* 2017;43(1):126-130. doi:10.1016/j.joen.2016.09.009.

Khojastepour L, Moazami F, Babaei M, Forghani M. Assessment of root perforation within simulated internal resorption cavities using cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2015 Sep;41(9):1520-23. doi:10.1016/j.joen.2015.04.015.

Macedo VC, Silva ALF, Martins LRM. Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. *J Endod.* 2010 Sep;36(9):1543-46. doi:10.1016/j.joen.2010.04.014.

Meire M, De Moor R. Mineral trioxide aggregate repair of a perforating internal resorption in a mandibular molar. *J Endod.* 2008 Feb;34(2):220-23. doi:10.1016/j.joen.2007.11.011.

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):432-35. doi:10.1016/j.joen.2012.01.003.

Niem T, Schmidt A, Wöstmann B. Bonding resin thixotropy and viscosity influence on dentine bond strength. *J Dent.* 2016 Aug;51:21-8. doi:10.1016/j.jdent.2016.05.007.

Nilsson E, Bonte E, Bayet F, Lasfargues J-J. Management of internal root resorption on permanent teeth. *Int. j. dent.* 2013;1-7. doi:10.1155/2013/929486.

Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography – an in vivo investigation. *Int Endod J.* 2009 Sep;42:831-38. doi:10.1111/j.1365-2591.2009.01592.x.

Patel S, Ricucci D, Durak C, Tay F. Internal root resorption: A review. *J Endod.* 2010 July;36(7):1107-21. doi:10.1016/j.joen.2010.03.014.

Penelas AG, Piedade VM, Borges AC, Poskus LT, da Silva EM, Guimarães JG. Can cement film thickness influence bond strength and fracture resistance of fiber reinforced composite posts? *Clin Oral Investig.* 2016 May;20(4):849-55. doi: 10.1007/s00784-015-1568-3.

Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci.* 1997 Apr;105(2):97-116.

Santos-Filho PCF, Castro CG, Silva GR, Campos RE, Soares CJ. Effects of post system and length on the strain and fracture resistance of root filled bovine teeth. *Int Endod J.* 2008 Jun;41:493-501. doi:10.1111/j.1365-2591.2008.01383.x.

Sarkis-Onofre R, Fergusson D, Cenci MS, Moher D, Pereira-Cenci T. Performance of post-retained single crowns: a systematic review of related risk factors. *J Endod.* 2017 Feb;43(2):175-183. doi:10.1016/j.joen.2016.10.025.

Schmage P, Pfeiffer P, Pinto E, Platzer U, Nergiz I. Influence of oversized dowel space preparation on the bond strengths of FRC posts. *Oper Dent.* 2009 Jan-Feb;34(1):93-101. doi:10.2341/08-53.

Sicuro SLM, Gabardo MCL, Gonzaga CC, Morais ND, Baratto-Filho F, Nolasco GMC, Leonardi DP. Bond strength of self-adhesive resin cement to different root perforation materials. *J Endod.* 2016;42(12):1819-1821. doi:10.1016/j.joen.2016.08.019.

Stankiewicz NR, Wilson PR. The ferrule effect: A literature review. *Int Endod J*. 2002 July;35:575-81. PubMed PMID:12190896.

Sterzenbach G, Frank A, Naumann M. Rigid versus flexible dentine-like endodontic posts-clinical testing of a biomechanical concept: Seven-year results of a randomized controlled clinical pilot trial on endodontically treated abutment teeth with severe hard tissue loss. *J Endod*. 2012 Dec;38(12):1557-63. doi:10.1016/j.joen.2012.08.015.

Tian Y, Mu Y, Setzer FC, Lu H, Qu T, Yu Q. Failure of fiber posts after cementation with different adhesives with or without silanization investigated by pullout tests and scanning electron microscopy. *J Endod*. 2012 Sep;38(9):1279-82. doi:10.1016/j.joen.2012.06.022.

Topçuoğlu HS, Düzgün S, Ceyhanlı KT, Aktı A, Pala K, Kesim B. Efficacy of different irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide from a simulated internal root resorption cavity. *Int Endod J*. 2015 Apr;48:309-16. doi:10.1111/iej.12316.

Ungor M, Onay EO, Orucoglu H. Push-out bond strengths: the Epiphany Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. *Int Endod J*. 2006 Aug;39:643-7. doi:10.1111/j.1365-2591.2006.01132.x.

Van der Sluis L, Wu M, Wesselink P. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *Int Endod J*. 2007 Jan;40:52-7. doi:10.1111/j.1365-2591.2006.01182.x.

Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007 Sep;28(26):3757-85. Pubmed PMID:17543382.

Vichi A, Grandini S, Ferrari M. Comparison between two clinical procedures for bonding fiber posts into a root canal: a microscopic investigation. *J Endod*. 2002 May;28(5):355-60.

Virdee SS, Seymour DW, Farnell D, Bhamra G, Bhakta S. Efficacy of irrigant activation techniques in removing intracanal smear layer and debris from mature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J*. 2017 Nov. doi:10.1111/iej.12877.

VOCO Rebuilda Post GT. Clustered glass fiber-reinforced composite post. VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany. Disponível em <http://www.voco.com>.

Zhou L, Wang Q. Comparison of fracture resistance between cast posts and fiber posts: a meta-analysis of literature. *J Endod*. 2013 Jan;39(1):11-15. doi:10.1016/j.joen.2012.09.026.

Zicari F, De Munck J, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Factors affecting the cement-post interface. *Dent Mater*. 2012 Mar;28(3):287-97. doi:10.1016/j.dental.2011.11.003.

Zorba YO, Erdemir A, Turkyilmaz A e Eldeniz AÜ. Effects of different curing units and luting agents on push-out bond strength of translucent posts. *J Endod*. 2010 Sep;36(9):1521-5. doi:10.1016/j.joen.2010.04.026.

## ANEXO A — Parecer Consubstanciado do CEP

UNESP - INSTITUTO DE  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA -  
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Análise da cimentação e da resistência de união de dois diferentes tipos de pinos de fibra de vidro em simulações de Reabsorções Radiculares Internas

**Pesquisador:** RICARDO TOLEDO ABREU

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 79858717.6.0000.0077

**Instituição Proponente:** Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos - UNESP

**Patrocinador Principal:** Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT)

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.494.487

#### Apresentação do Projeto:

O projeto está bem apresentado, evidenciando o problema com clareza.

#### Objetivo da Pesquisa:

Este estudo pretende: analisar a espessura de cimento resinoso na cimentação dos pinos de fibra de vidro Reforpost® (Angelus) e Rebuilda Post GT (VOCO) e avaliar a resistência de união de ambos os pinos em casos de reabsorção radicular externa.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios bem descritos.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Todas as pendências foram resolvidas.

#### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos apresentados estão corretos.

#### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências foram respondidas, o projeto pode ser aprovado

#### Considerações Finais a critério do CEP:

O Colegiado acata o parecer do(a) Relator(a).

O (a) pesquisador(a) irá receber e-mail da Secretaria do CEP-ICT-CAMPUS DE SJCAMPOS-UNESP,

**Endereço:** Av. Engº Francisco José Longo 777

**Bairro:** Jardim São Dimas

**CEP:** 12.245-000

**UF:** SP

**Município:** SAO JOSE DOS CAMPOS

**Telefone:** (12)3947-9078

**Fax:** (12)3947-9010

**E-mail:** ceph@fosjc.unesp.br

UNESP - INSTITUTO DE  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA -  
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS



Continuação do Parecer: 2.494.487

para envio de relatórios parciais/final, para não incorrer na penalidade de não o fazendo, em não ter novas submissões avaliada pelo Comitê de Ética, até que sane a pendência de envio do relatório, na forma de notificação através do sistema da Plataforma Brasil. Obs:- No site do [www.ict.unesp.br](http://www.ict.unesp.br) – Comitê de Ética Envolvendo Seres Humanos, encontrará o formulário para envio do Relatório parcial/final.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1023279.pdf	15/12/2017 15:03:08		Aceito
Outros	formularioespendencia.doc	15/12/2017 14:56:10	RICARDO TOLEDO ABREU	Aceito
Outros	projutoreformulado.pdf	15/12/2017 14:54:41	RICARDO TOLEDO ABREU	Aceito
Outros	testeestatistico.pdf	15/12/2017 14:52:52	RICARDO TOLEDO ABREU	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.pdf	09/11/2017 15:36:01	RICARDO TOLEDO ABREU	Aceito
Outros	termocessao.pdf	07/11/2017 08:30:14	RICARDO TOLEDO ABREU	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	07/11/2017 08:29:30	RICARDO TOLEDO ABREU	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO JOSE DOS CAMPOS, 12 de Fevereiro de 2018

---

**Assinado por:**  
**Denise Nicodemo**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av.Engº Francisco José Longo 777  
**Bairro:** Jardim São Dimas **CEP:** 12.245-000  
**UF:** SP **Município:** SAO JOSE DOS CAMPOS  
**Telefone:** (12)3947-9078 **Fax:** (12)3947-9010 **E-mail:** [ceph@fosjc.unesp.br](mailto:ceph@fosjc.unesp.br)