

**UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**COMPARAÇÃO DOS SISTEMAS DE RETENÇÃO
INTRARRADICULAR DE FIBRA DE VIDRO CONVENCIONAL E
SPLENDOR SAP**

TESE

FLÁVIO WAROL KLEN SANTANA

2021

UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

COMPARAÇÃO DOS SISTEMAS DE RETENÇÃO INTRARRADICULAR DE FIBRA
DE VIDRO CONVENCIONAL E SPLENDOR SAP

FLÁVIO WAROL KLEN SANTANA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Doutor em Odontologia (Área de Concentração: Clínica Odontológica).

Orientador:
Prof. Dr. Victor Talarico Leal Vieira

COMPARAÇÃO DOS SISTEMAS DE RETENÇÃO INTRARRADICULAR DE FIBRA
DE VIDRO CONVENCIONAL E SPLENDOR SAP

FLÁVIO WAROL KLEN SANTANA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Doutor em Odontologia (Área de Concentração: Clínica Odontológica).

Aprovado em xx de xxxxxxxx de 2021

Banca examinadora

Prof. Dr. Victor Talarico Leal Vieira
Universidade do Grande Rio

Prof. Dr. Henrique dos Santos Antunes
Universidade do Grande Rio

Prof. Dr. Plínio Mendes Senna
Universidade do Grande Rio

Profa. Dra. Larissa Maria Assad Cavalcante
Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Marcos de Oliveira Barceleiro
Universidade Federal Fluminense

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho
à minha esposa Angela por seu apoio incondicional e
à minha filha Luísa, razão da minha busca por dias melhores.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Victor Talarico Leal Vieira, por me apoiar e acreditar em meu potencial. Sua orientação foi imprescindível para que eu chegasse até aqui. Muito obrigado!

Ao Prof. Dr. Edson Jorge Lima Moreira, minha gratidão, por confiar em meu desejo em fazer parte do PPGO da Unigranrio e aqui obter meu título. Jamais me esquecerei da sua generosidade.

Ao corpo docente do PPGO Odontoclinex, pelos ensinamentos transmitidos durante esse período, carregarei muito de todos em minha vida acadêmica.

Ao Prof. Helio Rodrigues Sampaio Filho, serei sempre grato por saber que o Sr. torceu por mim desde muito antes do doutorado. Obrigado pela generosidade com que compartilhou seus valores e aspirações

Ao Prof. Aldir Nascimento Machado, minha gratidão. Professor, amigo, por vezes um “pai”. Obrigado por acreditar em mim, muitas vezes, mais do que eu mesmo. Jamais me esquecerei de seu incentivo e apoio.

Ao Prof. Dr. Eduardo Seixas Cardoso, meu respeito e admiração. Obrigado por não medir esforços para me ajudar. Não me esquecerei de seu exemplo de dedicação à docência.

À Izabelly Rezende de Oliveira, obrigado por me acolher e acreditar sempre em mim. Obrigado por me fazer parte da sua família. Serei sempre grato.

Aos meus amigos, Alessandro Huelber Nogueira Pinheiro, André Manoel Lima da Fonseca, Márcia Regina Lacerda de Deus Santos, Natascha Giovannetti de Menezes que fizeram destes anos, momentos de muito aprendizado e companheirismo. Muito Obrigado!

À banca de qualificação e de defesa, Profs. Drs. Marcos de Oliveira Barceleiro, Plínio Mendes Senna, Sabrina de Castro Brasil, Henrique Antunes e Larissa Maria Assad Cavalcante por contribuírem cientificamente de forma tão cuidadosa. Serei sempre grato.

E, a todos que indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA	12
2. JUSTIFICATIVA	15
3. OBJETIVO(S)	16
4. MATERIAIS E MÉTODOS	17
5. RESULTADOS	25
6. DISCUSSÃO.....	30
7. CONCLUSÃO	34
8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

RESUMO

Objetivo. Comparar o efeito dos sistemas de retenção intrarradicular e o agente cimentante na resistência de união. **Materiais e Métodos.** Trinta dentes bovinos unirradiculares foram utilizados. Os corpos-de-prova foram randomicamente agrupados em: Rely X Ultimate- pino modelado (ULT-M), ULT- pino acessório (ULT-A), ULT- Splendor SAP (ULT-S), Rely X U200 (U200-M), U200-A e U200-S. Os espécimes foram seccionados (terços cervical, médio e apical) e submetidos ao teste de push-out através da máquina de ensaio universal EMIC DL200MF. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov e, posteriormente, à análise de variância (ANOVA), complementada pelo teste de comparações múltiplas de Student-Newman-Kells (SNK). As proporções do tipo de falha foram comparadas pelo teste Z. O nível de significância foi de 5% para todos os testes. **Resultados.** A interação Rely-X U200 e Sistema Splendor SAP foi o único grupo sem diferença estatística significativa em todos os terços. Com a utilização do Rely-X U200, o retentor modelado apresentou melhor desempenho no terço médio. Os menores valores de união foram na região apical. A utilização de retentores acessórios promoveu adequados valores nos terços cervicais e médio. Para o Rely-X Ultimate, o retentor modelado obteve os menores valores de resistência. O mesmo ocorreu com o terço médio e apical do grupo com pinos acessórios. **Conclusão.** Há influência dos agentes cimentantes e dos sistemas de retenção nos valores de resistência de união. O padrão de falha está diretamente relacionado com a interação sistema de retenção*agente cimentantes*terço.

Palavras-chave: Resistência de Materiais; Técnica para retentor intrarradicular; Dente Tratado Endodonticamente.

ABSTRACT

Aim. Compare the effect of intraradicular retention systems and the cementing agent on bond strength. **Materials and methods.** Thirty single-rooted bovine teeth were used. The specimens were randomly grouped into: Rely X Ultimate- shaped pin (ULT-M), ULT- accessory pin (ULT-A), ULT- Splendor SAP (ULT-S), Rely X U200 (U200-M), U200-A and U200-S. The specimens were sectioned (cervical, middle and apical thirds) and submitted to the push-out test using the universal testing machine EMIC DL200MF. The data obtained were submitted to the Kolmogorov-Smirnov test, and later to the analysis of variance (ANOVA), complemented by the Student-Newman-Kells (SNK) multiple comparison test. The proportions of the type of failure were compared using the Z test. The significance level was 5% for all tests. **Results.** The interaction Rely-X U200 and Splendor SAP System was the only group with no statistically significant difference, in all thirds. With the use of the Rely-X U200, the modeled retainer performed better in the middle third. The lowest union values were in the apical region. The use of accessory retainers promoted adequate values in the cervical and middle thirds. For Rely-X Ultimate, the modeled retainer had the lowest strength values. The same happened with the middle and apical third of the group with accessory pins. **Conclusion.** There is an influence of luting agents and posts systems on bond strength values. The failure pattern is directly related to the retention system*luting cements*root third interaction.

Keywords: Material resistance; Post and Core Technique; Tooth, Nonvital.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Microtomografia do sistema (A) Splendor SAP, (B) pinos acessórios e (C) pino modelado indicando defeitos na cimentação nas três regiões (cervical, média e apical). É possível observar também a distribuição da espessura do agente cimentante. 26
- Figura 2. Comparação dos terços cervicais dos grupos estudados. Letras sobrescritas diferentes indicam diferença estatística. 27
- Figura 3. Comparação dos terços médios dos grupos estudados. Letras sobrescritas diferentes indicam diferença estatística. 28
- Figura 4. Comparação dos terços apicais dos grupos estudados. Letras sobrescritas diferentes indicam diferença estatística. 28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Divisão dos grupos do estudo	18
Tabela 2.	Resultados do ensaio de resistência <i>push-out</i> nos terços (cervical, médio ou apical), as letras comparam os resultados intragrupos. Letras sobrescritas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa.	25
Tabela 3.	Resultado percentual (%) do modo de fratura nos terços (cervical, médio ou apical).	29

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
SNK	Student Newman - Kells
U200 M	Cimento resinoso Relyx U200 (M - retentor modelado)
U200 A	Cimento resinoso Relyx U200 (A - retentor acessório)
U200 S	Cimento resinoso Relyx U200 (S - retentor Splendor Sap)
ULT M	Cimento resinoso Relyx Ultimate (M - retentor modelado)
ULT A	Cimento resinoso Relyx Ultimate (A - retentor acessório)
ULT S	Cimento resinoso Relyx Ultimate (S - retentor Splendor Sap)

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Descrição dos materiais a serem utilizados no estudo.	17
---	----

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

A reabilitação de dentes com extensa perda de estrutura coronária, tratados endodonticamente, apresenta dificuldades à odontologia restauradora, visto que estes elementos apresentam-se frágeis e mais suscetíveis à fraturas quando comparados aos dentes vitais (PEREIRA *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2008; ZOGHEIB *et al.*, 2008; JINDAL *et al.*, 2012; KUMAGAE *et al.*, 2012; FRANCO *et al.*, 2014; RAMÍREZ-SEBASTIÀ *et al.*, 2012, SETO *et al.*, 2013; TEY *et al.*, 2014; AMARNATH *et al.*, 2015; LIN *et al.*, 2018).

A abordagem por meio de tratamento endodôntico e utilização de sistemas de retenção intrarradicular tem sido considerada adequada cientificamente em virtude das altas taxas de sucesso e manutenção do remanescente dental (PEREIRA *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2008; ZOGHEIB *et al.*, 2008; KUMAGAE *et al.*, 2012; JINDAL *et al.*, 2012; RAMÍREZ-SEBASTIÀ *et al.*, 2012, SETO *et al.*, 2013; TEY *et al.*, 2014; FRANCO *et al.*, 2014; AMARNATH *et al.*, 2015; LIN *et al.*, 2018).

O sucesso do tratamento reabilitador em dentes não-vitais, que necessitam de ancoragem através do uso de retentores intrarradiculares, está diretamente relacionado à qualidade do tratamento endodôntico, bem como à união do remanescente dental à peça protética (ALMOHAREB, 2017).

O preparo do conduto, propriamente dito, deverá ser minimamente invasivo, preservando ao máximo a espessura da dentina, principalmente no sentido vestibulo-lingual, pois é nesta região que será possível observar o maior vetor de resistência à fratura radicular. Ao término, o conduto ideal deverá ser o mais estreito possível, e o retentor (pino) não exceder um terço do diâmetro da raiz (TEÓFILO *et al.*, 2005).

A limpeza do conduto radicular, após o preparo para cimentação do retentor, é imprescindível partindo-se do pressuposto que, resíduos (debris) advindos da

desobstrução influenciarão negativamente a futura união do retentor às paredes dentinárias intrarradiculares. A utilização de clorexidina, seguida de EDTA, é uma etapa importante no pré-tratamento da superfície interna do conduto, considerando os procedimentos adesivos para inserção do retentor (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

No que diz respeito aos tipos de agentes cimentantes, do tipo resinoso, sua utilização entre o dente e o retentor tem por objetivo aumentar a retenção, por consequência os valores de resistência de união, melhorando as propriedades físico-mecânicas, além de favorecer a estética (ALBARELLO, 2017). Com o avanço tecnológico, o desenvolvimento de um cimento resinoso autoadesivo propiciou uma união mais forte à dentina, além de suprimir a etapa de condicionamento ácido prévio do substrato, que por sua vez, facilitou a técnica, diminuiu a possibilidade de falha e reduziu o tempo de trabalho do operador (CORRÊA NETTO *et al.*, 2014).

Com relação aos sistemas de retenção intrarradicular, estes podem ser classificados de diferentes formas, isto é, pela concepção (individualizados ou padronizados), pelo material (metálico ou não-metálico), pela geometria (paralelos ou cônicos), pela configuração (serrilhados, lisos ou rosqueáveis) ou pelo método de retenção (passivos ou ativos). A escolha por um destes tipos pode ser considerado um exercício complexo e impreciso, pois nenhum sistema é ideal para todas as situações clínicas, e a grande oferta de tipos disponíveis nos mercado tem dificultado o processo de escolha, visto que cada combinação de retentor/protocolo adesivo tem se demonstrado uma alternativa satisfatória. Assim, no momento da escolha, o profissional deverá levar em consideração as vantagens, desvantagens, limitações, e indicações de cada tipo de retentor e sistema adesivo (TEÓFILO *et al.*, 2005).

A individualização ou personalização do retentor tem por premissa diminuir a linha de cimentação entre o dente e o sistema intrarradicular (retentor) pré-fabricado

(LINS et al., 2019). Outra possibilidade é a utilização de pinos acessórios que aumentam a adaptação do retentor principal (LI et al., 2011).

Retentores cada vez mais resistentes, anatômicos, e estéticos são desenvolvidos. Recentemente, foi disponibilizado no mercado um sistema de retenção, denominado Splendor SAP, cujo diferencial é não necessitar de um preparo específico no que diz respeito à configuração do conduto. Este sistema dispõe de uma broca específica para o preparo do conduto que receberá o retentor, e caso haja desadaptação das paredes, realiza-se a instalação de um anel (luva) o que torna o sistema único. Contudo, a literatura ainda é escassa quanto à sua eficiência.

Diante do exposto, observa-se a importância de se conhecer a evolução dos sistemas de retenção intrarradicular, os métodos de preparo do substrato dentinário intra-canal até os protocolos adesivos indicados para a cimentação dos retentores intrarradiculares, para que se alcance uma adequada prática clínica baseada em evidências.

2. JUSTIFICATIVA

A restauração de dentes tratados endodonticamente ainda necessita de estudos que tragam evidências que auxiliem na prática clínica. Os pinos de fibra de vidro modelados são considerados padrão-ouro, porém novos conceitos estão sendo disponibilizados comercialmente, podendo representar uma alternativa clínica.

O fato do sistema Splendor SAP apresentar uma geometria única (inérita) faz necessário o estudo do desempenho do mesmo, para que se possa indicá-lo em âmbito clínico com segurança. Outro ponto importante é qual agente cimentante seria mais adequado para utilização deste sistema.

Muitos estudos são realizados, porém poucos definem um protocolo rígido de: controle da umidade da amostra, controle da anatomia do canal, protocolo de tratamento endodôntico, protocolo de desobstrução do espaço para pino, condicionamento do pino e preparo do substrato radicular. Este estudo delineou um protocolo rígido controlando todas as variáveis mencionadas anteriormente, possibilitando isolar as variáveis: agente cimentante e sistema de pinos. Assim, foi possível determinar qual o melhor conjunto agente cimentante/sistema de pinos.

3. OBJETIVOS

Comparar a resistência de união proporcionada por diferentes sistemas de retenção intrarradicular e agente cimentante, e determinar qual o tipo de falha foi mais comum em cada tipo de combinação agente cimentante/sistema de pino.

3.1 Objetivos específicos:

- Determinar se há influência dos cimentos utilizados na resistência de união.
- Determinar se há influência dos sistemas de pinos utilizados na resistência de união.
- Determinar através de observação estereoscópica se há predominância de falhas coesivas ou adesivas das combinações estudadas.
- Determinar através do ensaio de *push-out* qual conjunto agente cimentante/sistema de pino apresentou maior resistência de união.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

Para a realização deste estudo foram selecionados pinos intrarradiculares, pinos acessórios, dois cimentos resinosos e um cimento endodôntico. As marcas comerciais, composição e fabricantes estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1. Descrição dos materiais a serem utilizados no estudo*.

Material	Composição	Fabricante
Pino de fibra de vidro - Exacto	Fibra de vidro, resina epóxica	Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A - Londrina/PR
Sistema Splendor SAP	Fibra de vidro, resina epóxica	Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A - Londrina/PR
Pino acessório - Reforpin	Fibra de vidro, resina epóxica	Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A - Londrina/PR
RelyX Ultimate Cimento Resinoso Adesivo	Ingredientes: pó de vidro, superfície modificada com 2-propenóico, 2 metil-, 3-(trimetoxissilil) propílico e feniltrimetoxi silano, 2-propanóico, 2-metil-, 1,1-[hidroximetil-1,2-etanodiilo] éster, produtos da reação com 2-hidroxi-1,3-propanodiilo-dimetacrilato e óxido de fósforo, dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGDMA), sílica tratada de silano, óxidos de vidro químico (não fibrosos), persulfato de sódio, terc-butil 3,5,5-trimetil peroxihexanoato, ácido acético, sla de cobre (+2) monohidratado	3M/ESPE Produtos Odontológicos - Sumaré/SP
Cimento autoadesivo RelyX U200	Ingredientes: pó de vidro, superfície modificada com 2-propenóico, 2 metil-, 3-(trimetoxissilil) propílico e feniltrimetoxi silano, 2-ácido propenóico, 2-metil-, 1,1-[hidroximetil-1,2-etanodiilo] éster, produtos da reação com 2-hidroxi-1,3-propanodiilo-dimetacrilato e óxido de fósforo, dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGDMA), sílica tratada de silano, óxidos de vidro químico (não fibrosos), persulfato de sódio, terc-butil 3,5,5-trimetil peroxihexanoato, ácido acético, sla de cobre (+2) monohidratado	3M/ESPE Produtos Odontológicos - Sumaré/SP
Adper Single Bond Universal	Metacrilato de 2-hidroxietila, Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (BisGMA), Decametilenodimetacrilato, Etanol, Sílica tratada de silano Água, Decanodiolfosfatometacrilato, Copolímero de acrílico e ácido itacônico Caforquina, N,N-Dimetilbenzocaina	3M/ESPE Produtos Odontológicos - Sumaré/SP LOTE 2000800629

Material	Composição	Fabricante
AH Plus	<p>Pasta A (cor âmbar): resina epóxica bisfenol-A, resina epóxica bisfenol-B, tungstato de cálcio, óxido de zircônio, sílica, pigmentos de óxido de ferro</p> <p>Pasta B (cor branca): dibenzildiamino, aminoadamantane, triciclodecano-diamino, tungstato de cálcio, óxido de zircônio</p>	Dentsply Sirona

**informação obtida do fabricante.*

4.2 Métodos

4.2.1 Divisão dos grupos

Este estudo avaliou a resistência de união *push out*, considerando os grupos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Divisão dos grupos do estudo

Material	RelyX Ultimate Cimento Resinoso Adesivo (n=5)	Cimento autoadesivo RelyX U200 (n=5)
Pino de fibra de vidro (Exacto) modelado	ULT-M	U200-M
Pino de fibra de vidro + pinos acessórios (Exacto + Reforpin)	ULT-A	U200-A
Sistema Splendor SAP	ULT-S	U200-S

4.2.2 Protocolos de instalação

4.2.2.1 RelyX Ultimate

- Pino

- a) Limpar o pino com álcool
- b) Secar com jato de ar
- c) Aplicar silano e aguardar 1 minuto
- d) Aplicar Single Bond Universal, por 20 segundos
- e) Aplicar leve jato de ar por 5 segundos
- f) Fotoativar (técnica do pino modelado)

- Dente

- a) limpar o conduto radicular, removendo vestígios de cimento temporário;
- b) lavar com água em abundância;
- c) secar utilizando pontas de papel absorvente;
- d) aplicar 1 camada de Adper Single Bond Universal de forma ativa, por 20s;
- e) remover o excesso de adesivo com pontas de papel;
- f) aplicar leve jato de ar, por 5s;
- g) dispensar o cimento em um bloco de mistura;
- h) misturar as pastas;
- j) aplicar no conduto radicular utilizando o retentor
- i) inserir o pino previamente tratado girando;
- j) remover os excessos utilizando bolinha de algodão;
- k) aguardar 6 min para a polimerização química.

4.2.2.2 RelyX U200

- *Pino*

- a) Limpar o pino com álcool
- b) Secar com jato de ar
- c) Aplicar silano e aguardar 1 minuto
- d) Aplicar Single Bond Universal por 20 segundos
- e) Aplicar leve jato de ar por 5 segundos
- f) Fotoativar (técnica do pino modelado)

- *Dente*

- a) limpar o conduto radicular, removendo vestígios de cimento temporário;

- b) lavar com água em abundância;
- c) remover o excesso de umidade com pontas de papel absorvente;
- d) dispensar o cimento em um bloco de mistura;
- e) misturar as pastas;
- f) aplicar o cimento no conduto radicular utilizando o retentor;
- g) inserir o pino verificando o correto posicionamento;
- h) remover eventuais excessos;
- i) aguardar 6 min para a polimerização química.

4.3. Ensaio de resistência de união *push out*

Os materiais utilizados no estudo estão descritos no Quadro 1 e na Tabela 1.

4.3.1. Seleção e armazenamento dos dentes

Foram utilizados 30 dentes bovinos (SILVA et al., 2019) hígidos descoronados, recém-extraídos, limpos com pasta de pedra-pomes e água com auxílio de escovas Robinson e taças de borracha, acopladas em peça reta e micromotor (Kavo, São Paulo, SP), armazenados e mantidos em solução de timol com solução salina para preservação da parte orgânica dos elementos.

4.3.2. Preparo das amostras

Foi realizado acesso endodôntico em todos os dentes assim como a instrumentação com uso de instrumentos rotatórios. Cada dente foi considerado como unidade amostral para um único grupo. Todos os procedimentos foram realizados por um único operador (VTLV) com vasta experiência.

Os canais radiculares foram instrumentados utilizando instrumentos Reciproc R50 (VDW, Munich, Alemanha) de NiTi acionados pelo motor VDW Silver (VDW,

Munich, Alemanha). O preparo químico-mecânico foi realizado com hipoclorito de sódio 5%. A última irrigação foi realizada com EDTA (Biodinâmica Quim. e Farm. Ltda, Iporã, Paraná, Brasil) seguido de soro fisiológico e o canal foi seco com ponta de papel absorvente (Dentsply indústria e comércio Ltda, Pirassununga, São Paulo, Brasil). A obturação foi realizada com cone de guta percha do próprio sistema e a técnica adotada foi a termoplastificada. O cimento endodôntico utilizado foi o AH Plus (Dentsply indústria e comércio Ltda, Pirassununga, São Paulo, Brasil) à base de resina epóxica. Em seguida, os dentes foram armazenados em soro fisiológico 0,9%, por 24h para a presa total do cimento e a hidratação antes da cimentação dos pinos.

4.3.3. Preparo do conduto

Para a padronização das amostras, foi utilizada a broca número 3 referente ao modelo de retentor intrarradicular Exacto (Angelus Ind. de Prod. Odontol, Joinville, Santa Catarina, Brasil), correspondente ao maior diâmetro compatível com o dente bovino.

O grupo que utilizou o retentor intrarradicular modelo exacto em conjunto com retentores assessórios, Reforpin (Angelus Ind. de Prod. Odontol, Joinville, Santa Catarina, Brasil), seguiram os mesmos parâmetros de instalação referente ao grupo que utilizou apenas o retentor modelo exacto, diferenciando-os, com a utilização do retentor modelo Reforpin que ocupou áreas na região cervical do preparo onde o diâmetro foi maior que o do retentor selecionado.

O grupo que utilizou o retentor modelo Splendor SAP (Angelus Ind. de Prod. Odontol, Joinville, Santa Catarina, Brasil), diferenciou-se apenas utilizando a broca de preparo que apresenta único diâmetro, uma vez que a proposta para a utilização desse retentor é a adaptação a qualquer diâmetro de canal radicular adaptando-se uma luva ao retentor principal.

A remoção inicial do material obturador foi realizada utilizando uma broca largo número 3 (Angelus Ind. de Prod. Odontol, Joinville, Santa Catarina, Brasil), protocolo realizado em todos os grupos (Modelado: Exacto; Acessório: Exacto+Reforpin; Splendor Sap). O grupo **modelado** utilizou apenas a broca largo número 3 e os demais utilizaram a broca específica com o diâmetro referente ao retentor selecionado. Após o preparo e a remoção do material obturador o conduto foi lavado com água destilada para a remoção de resíduos do material obturador e cimento endodôntico.

4.3.4. Procedimentos de união/cimentação

Os condutos foram secos com jatos de ar e com pontas de papel absorvente (Dentsply indústria e comércio Ltda, Pirassununga, São Paulo, Brasil). Os cimentos foram manipulados conforme instruções do fabricante. Além disso, foi inserido cimento na superfície do pino inserindo-o dentro do conduto, girando-o em sentido horário, sob pressão digital moderada, por 5s. O excesso do cimento, na porção cervical, foi removido com colher de dentina. A fotoativação no pino de fibra de vidro utilizado no grupo (modelado) foi realizada com aparelho Radium-cal fotoativador LED, potência 1200mW/cm², (SDI, Victoria, Austrália) por 40 segundos. Todos os procedimentos foram realizados por um único operador (FWKS) com vasta experiência.

Todos os dentes foram armazenados em 100% de umidade, a 37°C, durante 24h, para permitir a presa total do cimento em uma estufa microprocessada para cultura bacteriológica. Sterilifer ind. E com. LTDA. (São Paulo, Brasil).

4.3.5. Preparo das amostras para ensaio de resistência da união *push-out*

A raiz de cada espécime foi embutida em cera pegajosa, em uma base de acrílico 4X4mm, para permitir corte com precisão. Um disco diamantado dupla face,

acoplado a uma cortadora de precisão Labcut 1010 (Labcut 1010 Low Speed Diamond Saw-Extec - USA) foi utilizado para corte a uma rotação de 250 rpm, sob refrigeração constante com água destilada.

O primeiro ponto de corte foi estabelecido a 1mm da região mais coronal, para padronização das fatias. Os cortes subsequentes foram de 1,5mm, seguindo a direção apical. A espessura das fatias foi checada com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Todas as fatias foram marcadas na face cervical para guiar o posicionamento correto das amostras.

4.3.6. Ensaio de resistência da união *push-out*

O ensaio mecânico foi realizado em máquina de ensaio universal EMIC DL-200MF (São José dos Pinhais, PR, Brasil), com uma célula de carga de 500N. A ponta do cilindro de extrusão foi de diâmetro de 1 mm, a velocidade do ensaio foi de 0,5mm/min. Cada amostra foi posicionada em uma placa de aço, e presa, deixando o pino centralizado a um orifício na placa com 3mm de diâmetro, criando uma área de escape. A carga aplicada foi no sentido ápico-cervical, até que fosse possível observar o deslocamento do pino.

Para obtenção dos dados, foi utilizada a fórmula R (resistência) = F (força necessária para extrusão) / SL (área da interface pino/dentina), sendo $SL = \pi(R+r) \sqrt{h^2 + (R-r)^2}$.

4.3.7. Modo de falha na interface de união

As amostras foram analisadas através de um Microscópio Estereoscópico OPTICAM, com aumento de 60X, para observar os sítios de fratura e então classificar o tipo de falha em: coesiva, adesiva ou mista.

4.4. Análise estatística

Os resultados da resistência de união *push out* foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Ao constatar a normalidade dos dados, a tensão para remoção dos terços cervicais médio e apical foram analisadas através do teste de à análise de variância (ANOVA), complementada pelo teste de comparações múltiplas de Student-Newman-Kells (SNK).

Os percentuais dos tipos de falhas foram comparados pelo teste Z para comparação de duas proporções. Para todos os testes realizados foi utilizado nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS

A Análise de Variância (ANOVA) e as causas de variação intragrupos estão apresentadas na TAB.1.

Tabela 2. Resultados do ensaio de resistência *push-out* nos terços (cervical, médio ou apical), as letras sobrescritas diferentes indicam diferença estatística intragrupo.

	Cervical	Médio	Apical
U200-M	3,31 (0,59) ^A	4,95 (0,97) ^B	2,95 (1,04) ^A
U200-A	5,36 (1,64) ^A	4,34 (1,68) ^A	2,52 (0,89) ^B
U200-S	2,49 (0,36) ^A	2,95 (0,72) ^A	3,21 (0,84) ^A
ULT-M	3,59 (1,9) ^A	3,3 (1,24) ^A	1,93 (0,5) ^B
ULT-A	3,58 (1,00) ^A	2,53 (0,72) ^B	2,46 (0,79) ^B
ULT-S	6,02 (1,07) ^A	5,09 (1,17) ^B	2,28 (0,59) ^C

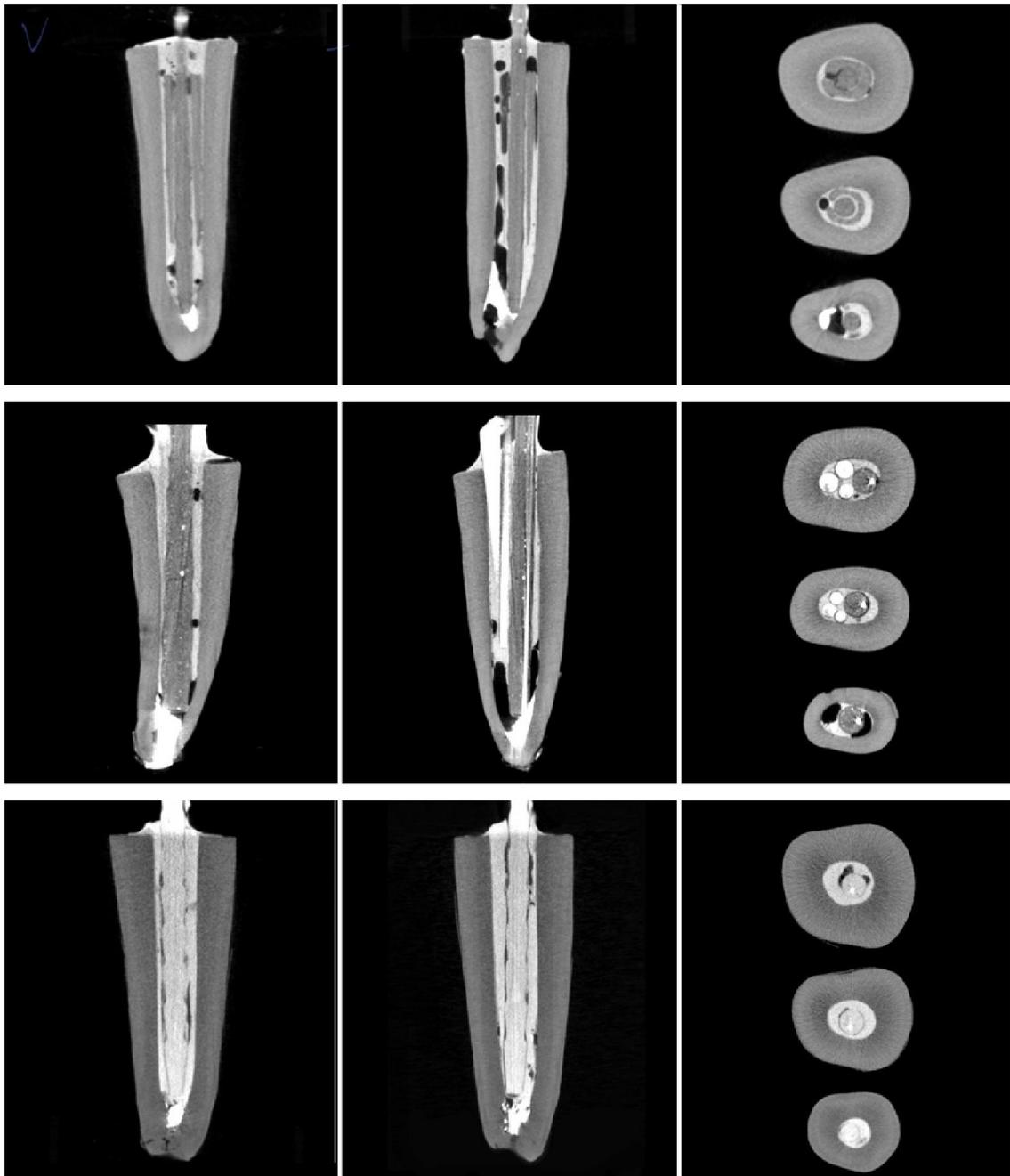


Figura 1. Microtomografia do sistema (A) Splendor SAP, (B) pinos acessórios e (C) pino modelado indicando defeitos na cimentação nas três regiões (cervical, média e apical). É possível observar também a distribuição da espessura do agente cimentante.

As comparações dos terços cervicais, médios e apicais encontram-se apresentadas nos gráficos abaixo:

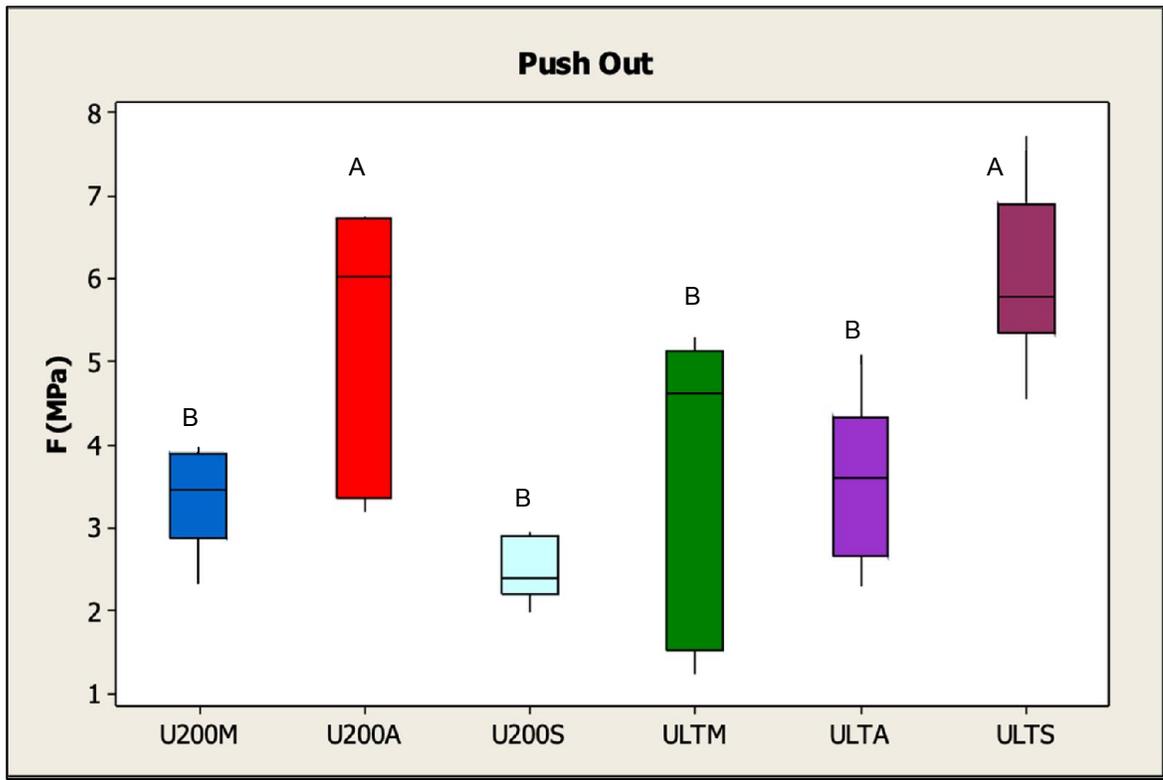


Figura 2. Comparação dos terços cervicais dos grupos estudados. Letras sobrescritas diferentes indicam diferença estatística entre os grupos.

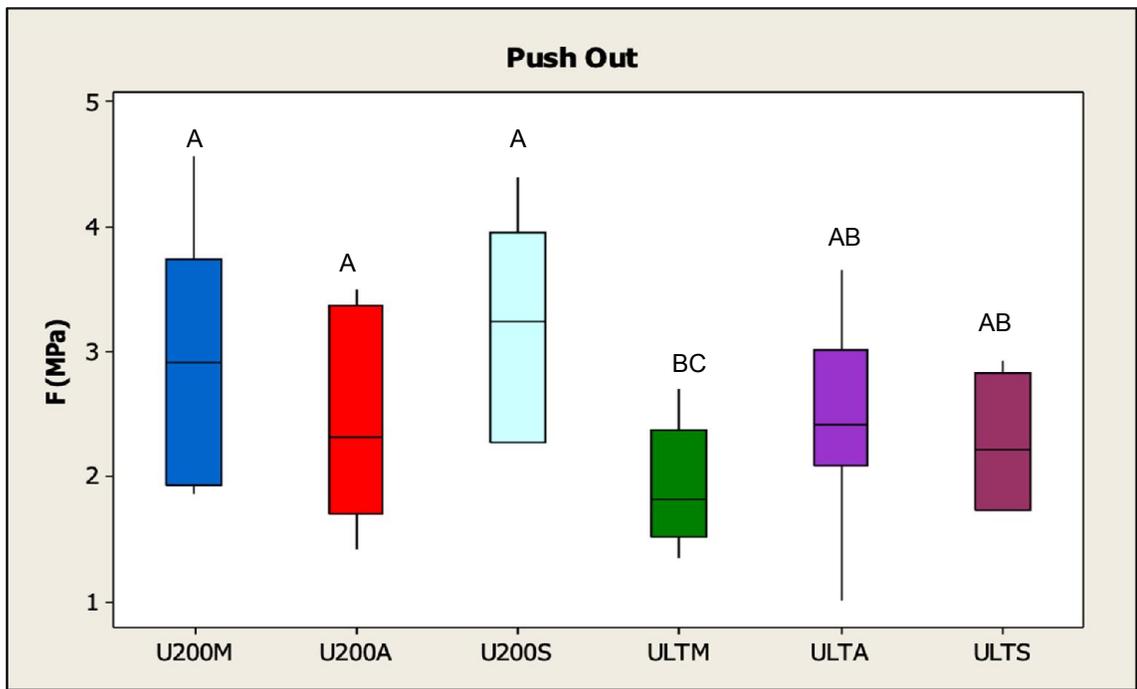


Figura 3. Comparação dos terços médios dos grupos estudados. Letras sobrescritas diferentes indicam diferença estatística.

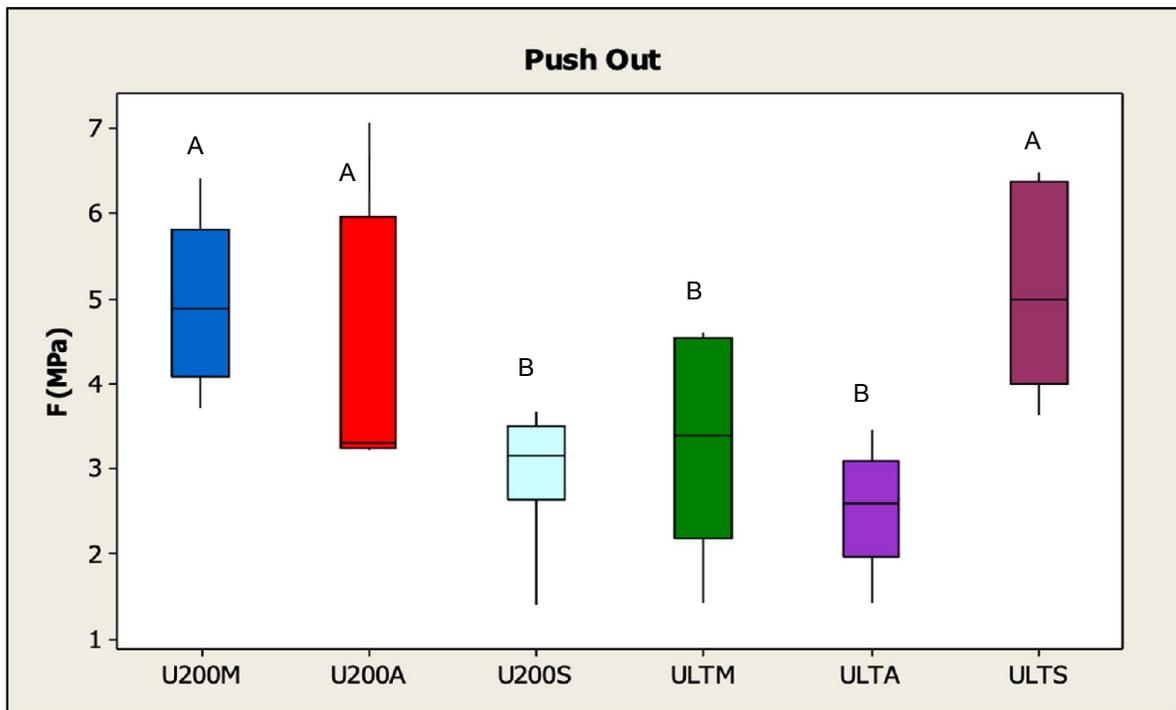


Figura 4. Comparação dos terços apicais dos grupos estudados. Letras sobrescritas diferentes indicam diferença estatística.

Tabela 3. Resultado percentual (%) do modo de fratura nos terços (cervical, médio ou apical).

		U200 - M	U200 - A	U200-S	ULT-M	ULT-A	ULT-S
Cervical	Adesiva	100	83	100	80	83	83
	Coesiva	-	17	-	20	17	-
	Mista	-	-	-	-	-	17
Médio	Adesiva	83	100	100	50	83	100
	Coesiva	17	-	-	50	17	-
	Mista	-	-	-	-	-	-
Apical	Adesiva	100	83	100	80	87,5	100
	Coesiva	-	17	-	20	-	-
	Mista	-	-	-	-	12,5	-

6. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que diferentes agentes cimentantes, e sistemas de retenção intrarradicular influenciam a resistência de união. A interação do sistema de retenção intrarradicular com os agentes cimentantes apresentaram diferentes desempenhos nos terços radiculares. Isto pode ser explicado possivelmente tanto pela diferença química na natureza dos ativadores dos agentes cimentantes, como também pela composição e geometria dos sistemas de retenção intrarradicular.

Considerando os terços intragrupos, foi possível observar que quando o agente cimentante Rely-X U200 foi utilizado, o único sistema intrarradicular que apresentou desempenho sem diferença estatística significativa, nos três terços, foi o Splendor SAP. Acredita-se que a adaptação do pino de fibra de vidro e a luva, proporcionem uma distribuição mais homogênea em espessura do agente cimentante ao longo de todo comprimento radicular, sendo responsável pela não ocorrência de diferença nos valores de união, entre os terços estudados ($p > 0,05$), corroborando os achados de LOPES *et al.* (2021).

O grupo U200-M apresentou maior resistência de união no terço médio ($p < 0,05$). Ainda que esperado menores valores quando comparados ao terço cervical, acredita-se que tais achados tenham ocorrido devido a maior espessura do agente cimentante na região cervical em comparação ao terço médio. No que diz respeito ao terço apical, os menores valores de resistência podem ter ocorrido devido a maior dificuldade de escoamento do cimento. A possível explicação para os resultados no terço cervical foi reportada por D'ARCANGELO *et al.* (2007) que reforçam que uma maior linha de cimentação, torna a interface crítica para a estabilidade da união. Já com relação a porção apical, acredita-se que isso se deva à dificuldade de

escoamento do agente cimentante, polimerização incompleta do material, formação de espaços vazios/bolhas (MISHRA *et al.*, 2020). Esta última pode ser observada na Figura 1, que ilustra a presença de defeitos no preenchimento do conduto.

Uma possibilidade de melhoria no escoamento do agente cimentante seria a utilização de uma broca lentulo, contudo o calor gerado para inserção do material, poderia por outro lado acelerar a reação de polimerização, diminuindo o tempo de trabalho (SOUZA *et al.*, 2015).

Ainda neste sentido, este estudo, não utilizou a ativação por luz, através do uso de aparelhos fotoativadores, no intuito de diminuir o volume de contração por polimerização (PRAKKI *et al.*, 2001), permitindo a polimerização apenas pela reação química. Assim, e diante dos resultados obtidos, acredita-se que o estudo dos mesmos grupos, agora auxiliados pela inserção com broca e/ou fotoativação sejam uma fonte interessante de análise comparativa do desempenho do agente cimentante.

A utilização de pinos acessórios no grupo U200-A promoveu adequada resistência nos terços cervical e médio, porém no terço apical ocorreu o mesmo que no grupo U200-M. Tais achados reforçam que regiões com menor linha de cimentação apresentam maiores valores de resistência de união (D'ARCANGELO *et al.*, 2007) e que o terço apical é a região com menores valores de resistência de união (MISHRA *et al.*, 2020).

Considerando o agente cimentante Rely-X Ultimate foi possível observar que o grupo ULT-M apresentou menor valor de resistência no terço apical provavelmente por dificuldade de escoamento do cimento ($p < 0,05$). O mesmo ocorreu com o terço médio e apical do grupo ULT-A ($p < 0,05$). Acredita-se que o escoamento do Rely-X Ultimate seja inferior ao Rely-X U200, talvez em função de ter em sua composição mais partículas de carga, tornando-o mais viscoso. Outra possibilidade de interferência nos valores de resistência de união seja a necessidade de utilização de

um adesivo universal, quer seja por uma união insatisfatória como pela criação de mais uma interface, que por sua vez, diminui a eficácia da união. Tais achados são controversos na literatura, enquanto LOPES *et al.* (2021) reportam não haver diferença entre os cimentos autoadesivos e convencionais, SARKIS-ONOFRE *et al.* (2014) e PEREIRA *et al.* (2021) afirmam que os cimentos autoadesivos apresentam melhor desempenho na união com pinos de fibra de vidro.

Observando os achados intergrupos, no terço cervical, foi possível observar que, os valores de resistência de união não foram influenciados pelo agente cimentante, mas sim pela variação da espessura do agente cimentante, devido a amplitude a ser preenchida no terço em questão. Desse modo, no terço médio, os dados obtidos reforçam os achados no terço cervical, isto é, por apresentar menor gap a ser preenchido pelo agente cimentante, a espessura da linha de cimentação é menor, e por consequência, os valores de resistência de união maiores. E, a variação dos achados no terço apical reforçam que a dificuldade de escoamento, formação de bolhas/vazios reduzem os valores de união, conforme citado anteriormente.

Com relação ao modo de fratura, os achados ilustram os dados obtidos do ensaio mecânico *push out*, isto é, falhas adesivas nos grupos com maior volume de agente cimentante, falhas mistas e coesivas (no cimento) nos grupos cuja resistência intrínseca do material foi inferior à união na interface dente*sistema intrarradicular.

Cumprе ressaltar que, dentre as limitações do estudo, observa-se a possibilidade de comparação com apenas um estudo, e por esta razão, as inferências devam ser realizadas com cautela. Sendo importante que mais estudos sejam realizados *in vitro* e *in vivo* para uma comparação mais robusta.

Ademais, especificamente com relação ao sistema Splendor SAP, por se tratar de um material que possui pouquíssimos estudos *in vitro* publicados, para uma indicação com maior consistência e evidência do sistema Splendor SAP mais estudos

laboratoriais e clínicos precisam ser desenvolvidos, se possível com o máximo de interações com os demais materiais já consolidados, no intuito de se obter dados confiáveis que permitam sua indicação clínica.

6. CONCLUSÃO

Diante dos dados obtidos neste estudo pode-se concluir que:

- Há influência dos agentes cimentantes utilizados nos valores de resistência de união.
- Há influência dos sistemas de retenção intrarradicular utilizados nos valores de resistência de união.
- O padrão de falha está diretamente relacionado com a interação sistema de retenção – agente cimentantes*terço
- A interação Rely-X U200 e Sistema Splendor SAP foi o grupo com resultados homogêneos, sem diferença estatística significativa, em todos os terços.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amarnath GS, Swetha MU, Muddugangadhar BC, Sonika R, Garg A, Rao TRP (2015). Effect of Post Material and Length on Fracture Resistance of Endodontically Treated Premolars: An In-Vitro Study. *J Int oral Heal* 7(7), 22-28.

Almohareb T (2017). Sealing Ability of Esthetic Post and Core Systems. *J Contemp Dent Pract* 1;18(7):627-632.

Corrêa Netto LR. (2014) Cimentos autoadesivos: uma nova possibilidade para a cimentação de restaurações indiretas. *Rev. Saúde* 8(3-4):55-62.

de Oliveira JA, Pereira JR, Lins do Valle A, Zogheib LV (2008). Fracture resistance of endodontically treated teeth with different heights of crown ferrule restored with prefabricated carbon fiber post and composite resin core by intermittent loading. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* 106(5), 52-57.

D'Arcangelo C, Cinelli M, De Angelis F, D'Amario M (2007). The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *J Prosthet Dent* 98(3), 193-198.

Franco EB, Lins do Valle A, Pompéia Fraga de Almeida AL, Rubo JH, Pereira JR (2014). Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with glass fiber posts of different lengths. *J Prosthet Dent* 111(1), 30-34.

Jindal S, Jindal R, Mahajan S, Dua R, Jain N, Sharma S (2012). In vitro evaluation of the effect of post system and length on the fracture resistance of endodontically treated human anterior teeth. *Clin Oral Investig* 16(6), 1627-1633.

Kumagai N, Komada W, Fukui Y, Okada D, Takahashi H, Yoshida K, et al (2012). Influence of the flexural modulus of prefabricated and experimental posts on the fracture strength and failure mode of composite resin cores. *Dent Mater J* 31(1), 113-119.

Li Q, Xu B, Wang Y, Cai Y (2011). Effects of auxiliary fiber posts on endodontically treated teeth with flared canals. *Oper Dent* 36(4): 380-390.

Lin J, Matinlinna JP, Shinya A, Botelho MG, Zheng Z (2018). Effect of fiber post length and abutment height on fracture resistance of endodontically treated premolars prepared for zirconia crowns. *Odontology* 106(2), 215-222.

Lopes LDS, Pedrosa MS, Oliveira LBM, Costa SMS, Lima LASN, Amaral FLB (2021, *in press*). Push-out bond strength and failure mode of single adjustable and customized glass fiber posts. *Saudi Dent J*.

Mishra L, Khan AS, Velo MMAC, Panda S, Zavattini A, Rizzante FAP, Arbildo Vega HI, Sauro S, Lukomska-Szymanska M (2020). Effects of Surface Treatments of Glass Fiber-Reinforced Post on Bond Strength to Root Dentine: A Systematic Review. *Materials (Basel)* 23;13(8):1967.

Oliveira LV, Maia TS, Zancopé K, Menezes MS, Soares CJ, Moura CCG (2018). Can intraradicular cleaning protocols increase the retention of fiberglass posts? A systematic review. *Braz Oral Res* 32:e16.

Pereira RP, Ornelas F, Conti PCR, Valle AL (2006). Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts. *The Journal of Prosthetic Dent* 95(1), 50-54.

Pereira P, Lins RBE, Rodrigues VC, Lima DANL, Martins LRM, Aguiar FHB (2020). Glass fiber posts: influence of cementation techniques on push-out bond strength. *Braz J Oral Sci* 19:e207508

Prakki A, Carvalho RM (2001). Dual cure resin cements: characteristics and clinical considerations. *Pos-Grad Rev Fac Odontol* 3(3):242-246.

Pereira JR, Pamato S, Santini MF, Porto VC, Ricci WA, Só MVR (2021). Push-out bond strength of fiberglass posts cemented with adhesive and self-adhesive resin cements according to the root canal surface. *Saudi Dent J* 33(1):22-26.

Ramírez-Sebastià A, Bortolotto T, Cattani-Lorente M, Giner L, Roig M, Krejci I (2014). Adhesive restoration of anterior endodontically treated teeth: Influence of post length on fracture strength. *Clin Oral Investig* 18(2), 545-554.

Sarkis-Onofre R, Skupien JÁ, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T (2014). The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canal: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Oper Dent* 39(1):E31-E44.

Seto B, Chung K-H, Johnson J, Paranjpe A (2013). Fracture resistance of simulated immature maxillary anterior teeth restored with fiber posts and composite to varying depths. *Dent Traumatol* 29(5), 394-398.

Silva EJNL, Carvalho NK, Prado MC, Senna PM, Souza EM, De-Deus G. Bovine teeth can reliably substitute human dentine in an intra-tooth push-out bond strength model? *Int End J*. v.52, par. 1063-2019.

Souza AC, Goncalves Fde C, Anami LC (2015). Influence of insertion techniques for resin cement and mechanical cycling on the bond strength between fiber posts and root dentin. *J Adhes Dent* 17:175–80.

Teófilo LT, Zavanelli RA, Queiroz KV de (2005). Retentores intrarradiculares: revisão de literatura. PCL Rev Ibero-americana de Prótese Clínica e Laboratorial 7(36):183-93.

Tey KC, Lui JL (2014). The Effect of Glass Fiber-Reinforced Epoxy Resin Dowel Diameter on the Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth. J Prosthodont Esthet Reconstr Dent 23(7), 572-581.

Zogheib LV, Pereira JR, do Valle AL, de Oliveira JA, Pegoraro LF (2008). Fracture resistance of weakened roots restored with composite resin and glass fiber post. Braz Dent J 19(4), 329-333.