



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Kamila de Figueiredo Pereira

**Efeito dos protocolos de irrigação sobre a interface de adesão entre cimento
resinoso autoadesivo à dentina intrarradicular após de retratamento
endodôntico**

Araraquara

2019



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Kamila de Figueiredo Pereira

**Efeito dos protocolos de irrigação sobre a interface de adesão entre cimento
resinoso autoadesivo à dentina intrarradicular após de retratamento
endodôntico**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Doutora em Ciências Odontológicas, na Área de Dentística

Orientador: Prof^a Dr^a Andrea Abi Rached Dantas

Araraquara

2019

Pereira, Kamila de Figueiredo

Efeito dos protocolos de irrigação sobre a interface de adesão entre cimento resinoso autoadesivo à dentina intrarradicular após de retratamento endodôntico / Kamila de Figueiredo Pereira. -- Araraquara: [s.n.], 2019
42 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado em Ciências Odontológicas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientadora: Profa. Dra. Andrea Abi Rachel Dantas

Coorientador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

1. Dentística operatória 2. Endodontia 3. Hipoclorito de sódio 3. Microscopia I. Título

Kamila de Figueiredo Pereira

**Efeito dos protocolos de irrigação sobre a interface de adesão entre cimento
resinoso autoadesivo à dentina intrarradicular após de retratamento
endodôntico**

Comissão julgadora

Tese para obtenção do grau de Doutora em Ciências Odontológicas

Presidente e orientador: Prof^a Dr^a Andrea Abi Rached Dantas

2º Examinador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

3º Examinador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

4º Examinador: Prof. Dr. Thiago Soares Porto

5º Examinador: Prof^a Dr^a Paula Aboud Barbugli

Araraquara, 21 de março de 2019.

DADOS CURRICULARES

Kamila de Figueiredo Pereira

NASCIMENTO: 17/07/1990 - Bauru - São Paulo

FILIAÇÃO: Fernando Pereira Santos e Marly S. de Figueiredo Pereira

2008/2012:

Graduação em Odontologia – Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP

2011/2012:

Curso de Atualização em Dentística Estética Integrada. Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia – FAEPO – Araraquara/SP

2013/2015:

Curso de Mestrado no programa de pós-graduação em Ciências Odontológicas – Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP

2015/2018:

Curso de Doutorado no programa de pós-graduação em Ciências Odontológicas – Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP

AFILIAÇÕES:

SBPqO – Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica

Dedico este trabalho primeiramente à **Deus**, que sempre iluminou meus passos, me amparando para que fosse possível chegar até aqui.

Dedico aos meus pais, **Marly** e **Fernando**, que me deram à luz da vida, amor incondicional e suporte ao longo dessa caminhada.

À minha família, meus amigos e à Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP, que através de pequenos gestos, conversas e presença, tornaram meus dias mais alegres, enquanto estive aqui.

AGRADECIMENTOS

Ao meu irmão, **Bruno**, que sempre está ao meu lado, me apoiando em todos os sentidos, sendo uma referência para mim, meu grande companheiro de vida.

Aos meus padrinhos, **Sueli e Amauri**, que me auxiliam, me orientam e sempre querem o meu bem.

À minha **família**, a qual me oferece amor incondicional desde minha primeira respiração até a última.

Às minhas amigas, **Carol, Camila, Lay e Mari**, que foram meu suporte na pós-graduação, me emprestaram seus ouvidos, me ofereceram conselho e abrigo nos momentos difíceis.

À minha orientadora **Profª Drª Andrea Abi Rached Dantas**, que se tornou uma amiga, que me ofereceu apoio e abraço nos mais diversos momentos, que forneceu suporte para que tudo fosse possível, com o jeito mais doce que poderia ter sido.

Ao meu orientador **Profº Drº Milton Carlos Kuga**, muito mais que um orientador, foi um mestre que iluminou meus caminhos e sempre me fez refletir sobre qual deve ser a minha melhor versão, orientação que vai muito além da vida acadêmica.

Ao **Profº Drº Marcelo Ferrarezi de Andrade**, meu eterno orientador de vida e de profissão, que nunca mediu esforços para ver seus orientados bem, sempre com um sorriso no rosto e um jeito leve e simples de levar a vida.

Ao **Profº Drº Edson Alves de Campos**, meu eterno orientador de vida e de profissão, ser-humano brilhante, exemplo de profissional, ética e paixão pelo que faz, possui o dom do ensino, meu espelho que muitos momentos.

Aos professores e funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora, **Dona Cida, Marinho e Creuza**, pessoas ímpares, que facilitam nosso dia-a-dia. Foi um prazer enorme estar ao lado de vocês durante todo esse tempo, serei eternamente grata.

Aos **funcionários da FAEPO, funcionários e professores da Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP**, que tornaram este recinto de conhecimento em uma verdadeira casa para mim, com sua hospitalidade e generosidade sem fim.

Aos meus colegas de trabalho e grandes incentivadores **Bruna Soares, Luciana e Flávio Cotta**, por me corrigirem quando eu erro, por me elogiarem quando eu acerto, por sempre estimularem o alcance do mais alto nível de Odontologia.

À todos que me ajudaram e contribuíram com o meu dia-a-dia, tornando tudo mais leve.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Por mais inteligente que alguém possa ser, se não for humilde, o seu melhor se perde na arrogância. A humildade ainda é a parte mais bela da sabedoria.”

Autor desconhecido.

Pereira KF. Efeito dos protocolos de irrigação sobre a interface de adesão entre cimento resinoso autoadesivo à dentina intrarradicular após retratamento endodôntico [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2019.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de protocolos de irrigação na resistência de união e penetrabilidade de cimentação resinosa autoadesiva de pinos de fibra de vidro à dentina intrarradicular após de retratamento endodôntico. O tratamento endodôntico foi realizado, primeiramente, com Endofill e o retratamento com AH Plus. Foi executada cimentação com U200 com variação no protocolo de irrigação do espaço protético, convencional (C), irrigação ultrassônica passiva (PUI) ou escova para conduto (EC) e na solução irrigadora (água destilada ou hipoclorito de sódio 2,5%): CH₂O, CNaOCl, PUIH₂O, PUINaOCl, ECH₂O e ECNaOCl. O ensaio mecânico *push out* e microscopia de fluorescência confocal foram realizados. Para análise em microscópio de fluorescência confocal, foi adicionado o corante fluorescente verde malaquita ao cimento resinoso e o corante rodamina B isotiocianato RITC ao cimento obturador AH Plus, ambos na concentração 0,01%. As falhas foram classificadas em (AD) – adesiva entre a dentina e o cimento resinoso; (MI) – mista; (CO) – coesiva no cimento resinoso. Os dados paramétricos foram avaliados pelo teste ANOVA a dois critérios fixos e pós-teste Tukey (5%). Os dados não paramétricos foram analisados pelos testes Kruskal Wallis e Dunn. Os maiores valores de penetrabilidade dos cimentos foram nos grupos ECNaOCl=PUINaOCl=ECH₂O ($p<0.05$). Houve redução nos valores de resistência de união quando PUIH₂O foi utilizado ($p<0.05$). O protocolo de limpeza dentinária utilizando escova de conduto associado à água destilada e a irrigação ultrassônica passiva ao hipoclorito de sódio apresentaram os melhores valores de penetrabilidade e resistência de união.

Palavras chave: Dentística operatória. Endodontia. Hipoclorito de sódio. Microscopia.

Pereira KF. Effect of irrigation protocols on the bond strength of self-etch resin cement into intraradicular dentin after endodontic retreatment. [tese]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2019.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of protocols of irrigation on the bond strength and penetrability of cementation of fiber posts with self-adhesive resin cement to radicular dentin after endodontic retreatment. The endodontic retreatment was filled primarily, with Endofill and, after, with AH Plus. U200 was luted varying the irrigation protocol of post-space preparation, conventional (C), passive ultrasonic irrigation (PUI) or canal brush (CB) and the irrigating solution (distilled water or 2.5% sodium hypochlorite): CH₂O, CNaOCl, PUIH₂O, PUINaOCl, CBH₂O and CBNaOCl. *Push out* mechanical testing and confocal fluorescence microscopy was evaluated. Fluorescent dye malachite green was added to the self-adhesive resin cement and the fluorescent dye rhodamine B isothiocyanate RITC to the root canal sealer AH Plus, both in 0.01% concentration. The failures mode was classified in (AD) – adhesive between dentin and resin cement; (MI) – mixed; (CO) – cohesive in resin cement. The parametric data was evaluated by two-way ANOVA and Tukey tests (5%). The non-parametric data by Kruskal Wallis and Dunn. The higher data of penetrability was CBNaOCl=PUINaOCl=CBH₂O groups ($p<0.05$). The reduction of bond strength values was verified in PUIH₂O group ($p<0.05$). The dentin cleaning protocol with canal brush associated with distilled water and passive ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite showed highest results of penetrability and bond strength.

KEYWORDS: Operative dentistry. Endodontics. Sodium Hypochlorite. Microscopy.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 PROPOSIÇÃO	14
3 REVISÃO DA LITERATURA	15
4 MATERIAL E MÉTODO	18
4.1 Material	18
4.2 Método	20
4.2.1 Seleção e Preparo dos Dentes	20
4.2.2 Desobturação dos Dentes	21
4.2.3 Grupos Experimentais	22
4.2.4 Protocolos de Irrigação	22
4.2.5 Tratamento dos Pinos	23
4.2.6 Cimentação com U200	23
4.2.7 Inclusão dos Dentes	23
4.2.8 Secção das Raízes	24
4.2.9 Análise na Microscopia de Fluorescência Confocal	25
4.2.10 Ensaio Mecânico – Resistência de União	25
4.3 Análise Estatística	26
5 RESULTADO	27
5.1 Análise na Microscopia de Fluorescência Confocal	27
5.2 Ensaio Mecânico – Resistência de União	31
6 DISCUSSÃO	33
7 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37
ANEXO	42

1 INTRODUÇÃO

Pinos de fibra de vidro têm sido muito utilizados na Odontologia por suas características semelhantes à estrutura dental remanescente, como maior biocompatibilidade ao módulo de elasticidade da dentina, ser estético e possuir um baixo custo de confecção¹⁻⁴, porém, em estudos de acompanhamento clínico podemos citar como principais causas de falha deste tipo de reabilitação, problemas na cimentação adesiva e infecção endodôntica^{2,4-8}.

A cimentação adesiva no interior do conduto radicular é um desafio natural por possuir um alto fator de configuração cavitária^{5,9}, dificuldade no controle de umidade, assim como adequada limpeza dentinária e complicado acesso e visibilidade do campo operatório^{5,6,10}. Um dos principais fatores de interferência da resistência de união entre a dentina e a cimentação resinosa é a nanoinfiltração com degradação hidrolítica da camada híbrida por absorção de água^{2,11}. A incompleta penetração dos monômeros resinosos na rede de fibras colágenas^{12,13}, assim como a substituição incompleta de água livre armazenada em compartimentos entre as fibras colágenas e a colagenólise causada por metaloproteinase de matriz endógena (MMPs) são observadas em estudos com envelhecimento de dentina^{2,5,14-22}. Assim, o uso de técnicas de cimentação simplificada, conhecidas como sistema *self-adhesive* ou cimentação autoadesiva, que não necessitam de condicionamento ácido do elemento dental e utilização de sistema adesivo, asseguram menor chance de erro do profissional²³⁻²⁵, devido ao número de passos clínicos reduzido^{23,25,26}, além de garantir controle adequado de umidade^{24,27}, assim como satisfatória desmineralização dos tecidos dentais, gerando maior sucesso e estabilidade do procedimento a longo prazo^{24,25,28}. Entretanto, estudos mostram que estes sistemas de cimentação apresentam menores valores de resistência de união e diminuída espessura de camada híbrida, levando à necessidade de pesquisas que melhorem o seu protocolo de uso clínico^{25,29}.

O hipoclorito de sódio tem sido utilizado como substância irrigadora padrão por sua propriedade antimicrobiana e a capacidade de dissolução de conteúdo orgânico^{4,30}, contudo esta solução não tem o poder de dissolver conteúdo inorgânico, além de possivelmente comprometer resistência de união de cimentos resinosos à dentina radicular^{6,31}, como demonstrado em alguns estudos prévios^{4,6,32}, porém, a sua utilização em conjunto com diferentes protocolos de irrigação aumentam capacidade

de assepsia da *smear layer* na entrada dos túbulos dentinários⁵, o que acarreta em maior penetrabilidade do sistema de cimentação e consequente aumento na resistência de união da interface cimento/dentina. A irrigação convencional com hipoclorito de sódio em diversas concentrações tem sido o método mais frequentemente utilizado^{4,30,33}, todavia, algumas irregularidades ou variações anatômicas, assim como canais acessórios são inacessíveis à esta técnica, tornando este método insuficiente na remoção da *smear layer*^{30,34,35}.

O uso de irrigação ultrassônica passiva (PUI) foi introduzido no mercado com intuito de melhorar a assepsia dos canais radiculares^{6,31}, através de vibrações, ou seja, ondas ultrassônicas nas soluções irrigadoras, denominadas como *Acoustic Streaming*, descrita como uma técnica eficiente para irrigação e limpeza final no sistema de canais radiculares, por meio de movimento intenso e circular do fluído ao redor do instrumento³⁰. Alguns autores evidenciam o potencial de limpeza da PUI e a sua capacidade de aumentar a efetividade de soluções irrigadoras na remoção da *smear layer* de áreas inacessíveis^{6,33,34,36,37}, contudo, outros estudos demonstraram pouca efetividade deste conceito de irrigação passiva^{33,38,39}.

Outra técnica existente no mercado é o emprego de uma escova para conduto, desenvolvida para propiciar assepsia das paredes do canal radicular. Com flexibilidade e tamanho adequados, proporciona melhor remoção de debris da dentina que a irrigação manual com seringa endodôntica, porém não há estudos na literatura sobre o seu uso em preparo do espaço protético do canal, para reabilitação com retentores intrarradiculares e se seu uso seria interessante para melhorar a adesão do cimento resinoso à dentina intrarradicular⁴⁰⁻⁴³.

Para se obter elevados valores de resistência de união deve-se conhecer intimamente o sistema de adesão empregado e, portanto, trabalhar de maneira correta sobre dentina intrarradicular e a camada de *smear layer* gerada pelos preparos endodônticos e protéticos. Sabe-se que o cimento obturador, guta-percha, raspas de dentina e o próprio óleo do motor fazem parte da *smear layer* intrarradicular e pesquisas comprovam que o tratamento endodôntico, assim como o retratamento endodôntico interferem na resistência de união de cimentos resinosos à dentina intrarradicular, deste modo, um protocolo de irrigação e limpeza das paredes do canal radicular se faz necessário^{6,34,44,45}. Na literatura não há um consenso sobre qual melhor técnica, aparelho ou mesmo solução irrigadora deve ser utilizado para cimentação adesiva ou mesmo para diferentes sistemas de cimentação, ou seja,

cimentação resinosa convencional e/ou autoadesiva. Portanto, o objetivo deste estudo é analisar o efeito de protocolos de irrigação sobre a resistência de união de cimentação autoadesiva de pinos de fibra de vidro à dentina intrarradicular. As hipóteses testadas no presente estudo foram: 1) não houve diferença na penetrabilidade; 2) resistência de união e 3) entre os diferentes protocolos de irrigação.

2 PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve por objetivo geral avaliar o efeito de protocolos de irrigação (convencional, PUI ou escova de conduto) sobre a resistência de união e penetrabilidade de cimentação resinosa autoadesiva de retentores de fibra de vidro à dentina intrarradicular.

Como objetivo específico o estudo avaliou o efeito do tipo de solução irrigadora, hipoclorito de sódio 2,5% ou água destilada, na resistência de união de cimento resinoso autoadesivo à dentina intrarradicular, assim como as diferenças encontradas em cada terço radicular, cervical, médio e apical.

3 REVISÃO DA LITERATURA

A busca pela assepsia do conduto radicular é o principal foco da endodontia desde os primórdios da Odontologia, para que haja remissão da infecção, assim como paredes dentinárias propícias para receber a obturação^{43,46}. A adesão e penetrabilidade do material endodôntico ao substrato dental é importante para evitar recorrência de lesão periapical, assim, o emprego de protocolos de irrigação e o uso de diferentes soluções irrigadoras tem sido pesquisado para que seja alcançada excelência técnica⁴³.

A irrigação do espaço protético para confecção de pinos intrarradiculares visa remover a camada de *smear layer*, mais espessa quando formada após preparo para retentores intrarradiculares do que quando formada após preparo biomecânico do canal radicular⁴⁷⁻⁴⁹. Através de microscopia eletrônica de varredura pode ser constatado que as paredes dentinárias após preparo protético contém guta percha, cimento obturador, raspas de dentina entre outros compostos, como óleo do motor, além da agressão mecânica e quimicamente durante o tratamento endodôntico e, em alguns casos, o retratamento endodôntico, tornando a adesão mais difícil na porção radicular^{27,49}.

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é uma das soluções irrigadoras mais comumente utilizada, devido a sua característica de dissolução de conteúdo orgânico, o que determina limpeza do sistema de canais radiculares e do conteúdo necrótico⁴⁰. Há também o fato de ter ação antimicrobiana, o que favorece o controle das infecções endodônticas^{4,30}. Entretanto alguns estudos demonstram que a presença de oxigênio remanescente, aprisionado no interior dos túbulos dentinários, ocasionam diminuição na resistência de união de materiais à base de resina, como os cimentos resinosos utilizados para cimentação de pinos intrarradiculares, além de interferir na reação de presa final^{4,6,31,32}.

Outra substância utilizada para irrigação dos canais radiculares é o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), um agente quelante que atua removendo íons cálcio da dentina, provocando sua desmineralização e limpeza de debris que ocluem a entrada dos túbulos dentinários⁵². Porém, não atua dissolvendo o conteúdo orgânico, como o hipoclorito de sódio, sendo importante associar ambas soluções, para que haja remoção da *smear layer* e dissolução de tecido necrótico⁵³. Para que se obtenha máxima funcionalidade técnica, o ideal seria a irrigação com EDTA 17%

seguido de NaOCl, o que garante adequada remoção de *smear layer* quando deixado por até 1 minuto no interior do canal radicular, não sendo necessário sua utilização por mais tempo, que pode acarretar em demasiada erosão dentinária⁵³.

Uma alternativa mais biocompatível aos tecidos dentais, com ação antibacteriana, é a clorexidina, que tem sido amplamente indicada em todas as fases do tratamento endodôntico, como desinfecção do campo operatório, medicação intracanal, retratamento endodôntico, irrigação do espaço protético, entre outros^{53,54}. A clorexidina em concentrações mais baixas possui efeito bactericida, já em concentrações superiores possui ação bacteriostática, podendo ser utilizada em solução ou em gel⁵⁴. A clorexidina em gel a 2% tem o poder de manter os resquícios da instrumentação, em suspensão, diminuindo a formação de *smear layer*⁵⁴. Outra vantagem desta solução é a inibição de metaloproteinase, uma enzima presente na matriz colágena da dentina com alto poder de degradação da camada híbrida, provocando falha na interface adesiva^{53,54}. O uso da clorexidina tem finalidade de manter a longevidade das restaurações, melhorando a adesão a longo prazo⁵⁴. Entretanto, alguns cimentos resinosos autoadesivos, como o U200, contraindicam a sua utilização^{2,31}.

Visando melhorar a limpeza dentinária, além das soluções irrigadoras, existem diferentes métodos de irrigação sendo pesquisados na literatura. Dentro dos protocolos de irrigação do sistema de canais radiculares a técnica mais empregada é a irrigação convencional, ou seja, irrigação manual^{30,34,43,50}. Entretanto algumas irregularidades ou variações anatômicas, assim como canais acessórios, são inacessíveis, tornando este método pouco eficaz para remoção da *smear layer* e do biofilme bacteriano^{30,34,43,50}. Zhang et al.²⁷, reportaram que o uso de irrigação convencional, com NaOCl e EDTA associados, não melhora a adesão de cimento resinoso convencional.

A irrigação ultrassônica passiva (PUI) é um método alternativo, e segundo alguns autores, mais eficaz na remoção de detritos por alcançar regiões que a irrigação convencional não seria capaz, levando a solução irrigadora ao longo de todo o comprimento do canal radicular⁴³. Serafino et al.⁵¹, utilizaram a PUI com ácido fosfórico e reportou maior poder de limpeza. Já Sirekha et al.⁴⁹, afirma que o contato da ponta do instrumento com as paredes do canal radicular podem diminuir a eficácia da técnica, por gerar menos agitação da solução irrigadora, além sugerir que a PUI deve agir melhor nos terços cervical e médio, devido ao conduto ser mais amplo

permitindo maior fluxo de solução irrigadora do que no terço apical, propiciando melhora na limpeza das paredes dentinárias, com consequente aumento na resistência de união do cimento resinoso. Costa Lima et al.⁴⁰, avaliaram a remoção da *smear layer* com diferentes técnicas (Nd:YAG laser, ultrassom, ProTaper Universal System e escova de conduto), os autores afirmam que as diferenças de resultados encontrados na literatura se deve pelo fato de não haver padronização no preparo do canal radicular, como diâmetro e profundidade de inserção do instrumento de trabalho, volume e tempo de trabalho com as soluções irrigadoras, além do tempo de agitação.

A escova de conduto é uma pequena escova de plástico, acoplada ao contra-ângulo e micromotor, com tamanho e flexibilidade ideais para trabalhar no interior do canal radicular para remover contaminantes⁴⁰⁻⁴³. Topçuoğlu et al.⁴³, avaliaram o efeito de diferentes técnicas de ativação da solução irrigadora final sobre a resistência de união de cimento obturador à base de resina epóxi (AH plus) e em seus resultados a escova de conduto não melhorou a adesão e a limpeza na dentina intrarradicular, enquanto a ativação ultrassônica apresentou melhor resposta tanto no teste de *push out* quanto na microscopia eletrônica de varredura (MEV) para os terços cervical e médio do elemento dental. O autor justifica o seu resultado devido a movimentação do fluido, liberando gases que podem se formar na região apical, bloqueando o contato com a dentina, impedindo sua penetrabilidade através dos túbulos dentinários. Já Grischke et al.⁴¹, que também avaliaram o efeito de diferentes sistemas de irrigação sobre a remoção de cimento obturador, concluíram com base em seus resultados que nenhuma técnica avaliada (irrigação convencional, PUI, escova de conduto, EndoActivator e RinsEndo) foi eficaz em limpar irregularidades criadas na dentina intrarradicular, ainda afirmaram que houveram incidentes com o uso da escova de conduto, onde houve deformação e fratura do material. Em contraste com outros estudos^{55,56}, que avaliaram a remoção de medicação intracanal, onde houve limpeza das paredes dentinárias, os autores justificam essa diferença devido à consistência da medicação, que por ser mais solúvel e menos estável que os cimentos obturadores, são facilmente removidos.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Material

A composição dos materiais utilizados neste estudo está listada no quadro 1. Para confecção dos corpos de provas foram utilizados os seguintes materiais:

- Paquímetro digital Mitutoyo (DIN 862, Mitutoyo Sul Americana, Suzano, SP, Brasil);
- Limas do sistema rotatório Protaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland);
- Cones de guta-percha F5 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland);
- Hipoclorito de sódio 2,5% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil);
- EDTA (Biodinâmica, Ibiporã, PR, Brasil);
- Cimento obturador AH plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland);
- Cimento obturador Endofill (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil);
- Limas do sistema Protaper retratamento (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland);
- Saliva artificial (Faculdade de Ciências Farmacêuticas – UNESP, Araraquara, SP, Brasil);
- H₂O destilada
- Retentores intrarradiculares de fibra de vidro White Post DC tamanho 1 (FGM, Joinville, SC, Brasil);
- Silano Prosil (FGM, Joinville, SC, Brasil);
- Microbrush (KG Sorensen, SP, Brasil);
- Ácido fosfórico 37%
- Sistema adesivo Adper Scotchbond Multiuso Plus (3M ESPE, St. Paul, USA);
- Cimento resinoso autoadesivo U200 (3M ESPE, St. Paul, USA);
- Rodamina B isotiocianato (RITC), P.A. (LS Chemicals);
- Verde Malaquita Oxalato, P.A. (LS Chemicals);
- Paralelômetro (BioArt B2, São Carlos, SP, Brasil);
- Resina poliéster (Maxi Rubber, São Paulo, SP, Brasil);
- Máquina de corte (Isomet 2000, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA);
- Lixa d'água de granulação 600 (Norton, São Paulo, SP, Brasil);
- Estereomicroscópio (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany);
- Máquina de ensaios mecânicos (DL 2000, EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil);

- Microscópio de fluorescência confocal (Carl Zeiss LSM 800 com Airyscan).

Quadro 1 - Materiais utilizados neste estudo

Material	Tipo	Composição	Fabricante
AH plus	Cimento à base de resina epóxi	Pasta A: Resina epóxi bisfenol-A, resina epóxi Bisfenol-F, tungstato de cálcio, óxido de zircônio, sílica, pigmentos de óxido de ferro; Pasta B: Dibenzildiamina, Aminoadamantano, Triciclododecano-diamina, Tungstato de cálcio, óxido de zircônio, sílica, óleo de silicone.	Dentsply Maillefer
Endofill	Cimento à base de eugenol	Pó: Óxido de zinco, resina hidrogenada, subcarbonato de bismuto, sulfato de bário e borato de sódio; Líquido: Eugenol, óleo de amêndoas e BHT.	Dentsply Maillefer
White Post DC	Pinos de fibra de vidro translúcido	Fibra de vidro, resina epóxi, cargas inorgânicas e promotores de polimerização	FGM
Silano Prosil	Agente de união	3-Metacriloxipropiltrimetoxisilano, etanol e água	FGM
RelyX U200	Cimento resinoso autoadesivo	Pasta base: Monômeros de metacrilato contendo grupos de ácido fosfórico, monômeros de metacrilato, cargas silanizadas, componentes iniciadores, estabilizadores, aditivos reológicos; Pasta catalisadora: Monômeros de metacrilato, cargas alcalinas (básicas), cargas silanizadas, componentes iniciadores, estabilizantes, pigmentos, aditivos reológicos.	3M ESPE

Fonte: Elaboração própria.

4.2 Método

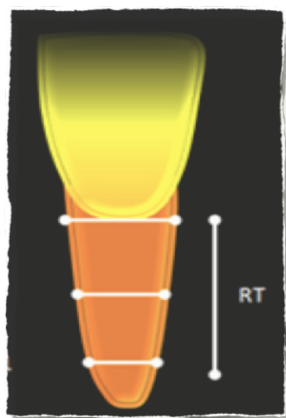
4.2.1 Seleção e Preparo dos Dentes

Foram adquiridos do Frigorífico Mondelli (Bauru, São Paulo, Brasil) dentes conóides provenientes de bovinos da raça Nelore, abatidos por finalidade comercial, seguindo procedimento humanitário, sob fiscalização do Ministério da Agricultura – SIF N° 1758. Este projeto foi submetido e aprovado na Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Odontologia de Araraquara, FOAr-UNESP (projeto nº 05/2017).

Foram selecionados dentes que não possuíam curvaturas ou trincas e com o auxílio de um paquímetro digital Mitutoyo (DIN 862) as raízes foram mensuradas para obter padronização do estudo, nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal, além dos três setores ao longo do comprimento, cervical, médio e apical (figura 1). A porção coronária de todos os dentes foi removida cortando-se horizontalmente no seu eixo longitudinal com disco diamantado em baixa velocidade, no comprimento de 16mm para uniformização do trabalho e todas as raízes foram seladas com resina composta em seu ápice. Foi executado treinamento da metodologia para calibração dos examinadores.

Os dentes foram instrumentados usando o sistema Protaper rotário (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), sob constante irrigação, aspiração e inundação do conduto radicular com 5mL de hipoclorito de sódio a 2,5% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil) a cada troca de instrumento. Após preparo biomecânico dos canais radiculares foi colocado 5mL de EDTA (Biodinâmica, Ibiaporã, PR, Brasil) no interior do canal radicular por 3 minutos e neutralização com hipoclorito de sódio a 2,5% (Asfer,

Figura 1 - Mensuração do elemento dental



Fonte: Elaboração própria.

São Caetano do Sul, SP, Brasil). Em seguida o conduto radicular foi seco com papel absorvente e obturado pela técnica do cone único com cone de guta percha referente ao último instrumento utilizado (F5). Para o tratamento endodôntico foi utilizado o cimento endodôntico Endofill (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) e para o retratamento endodôntico foi utilizado o cimento AH plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). As raízes foram acondicionadas em saliva artificial (quadro 2) e mantidas em estufa a 37°C por 7 dias para que ocorresse a presa final do cimento obturador.

Quadro 2 - Composição da saliva artificial

Cloreto de Potássio	0,96 g
Cloreto de Sódio	0,67 g
Cloreto de Magnésio	0,04 g
Fosfato de Potássio	0,27 g
Cloreto de Cálcio	0,12 g
Nipagin	0,01 g
Nipasol	0,10 g
Carboxil Metil Celulose	8,00 g
Sorbitol	24, 00 g
Água purificada q.s.p.	1000 mL

Fonte: Elaboração própria.

O retratamento endodôntico foi feito com a remoção de guta-percha pelo preparo mecânico com instrumentos rotatórios Protaper Retratamento (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Posteriormente à remoção total do material obturador, o canal radicular foi retratado como descrito acima e obturado pela técnica do cone único com cone de guta percha F5 e cimento endodôntico AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), à base de resina epóxi.

4.2.2 Desobturação dos Dentes

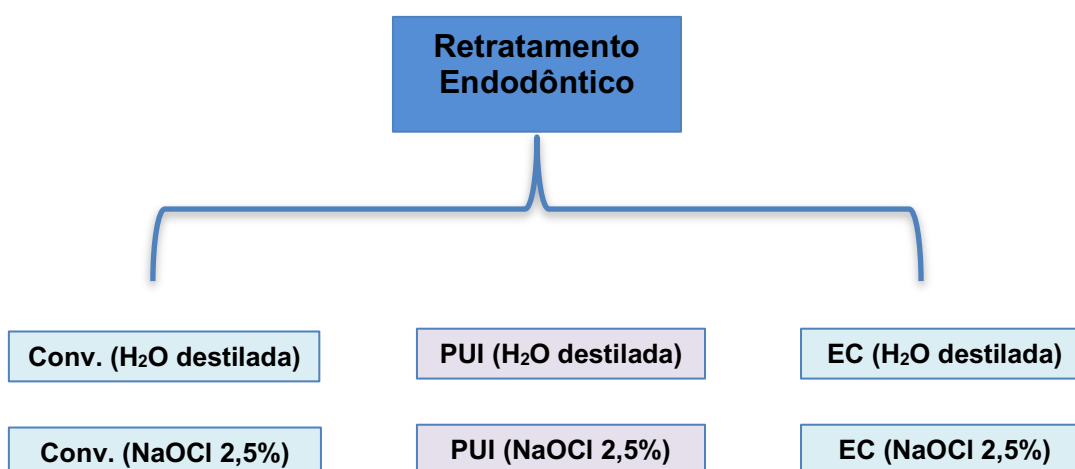
A desobturação foi realizada com fresas *Gates Glidden* tamanho 4 e 5, no comprimento de 11mm e fresa do próprio kit de pinos White Post DC tamanho 1 (FGM,

Joinville, SC, Brasil) ampliando os condutos e padronizando-os, com posterior avaliação com paquímetro digital para uniformização.

4.2.3 Grupos Experimentais

As raízes foram distribuídas de forma randomizada em 6 grupos. Foi utilizado o cimento resinoso autoadesivo U200 (3M ESPE, St. Paul, USA), com distribuição dos grupos conforme o Diagrama 1.

Diagrama 1 - Divisão dos grupos experimentais



Fonte: Elaboração própria.

4.2.4 Protocolos de Irrigação

- Irrigação Convencional

Cinco mL de água destilada ou NaOCl 2,5%, com seringa e ponta para irrigação endodôntica (Navitip, Ultradent, Indaiatuba, SP, Brasil).

- Irrigação Ultrassônica Passiva

A irrigação ultrassônica passiva foi aplicada utilizando técnica intermitente de lavagem com 5mL de água destilada ou NaOCl 2,5%, durante 1 min. Ativação ultrassônica utilizando uma ponta oscilatória E11 irrisonic, equipamento NSK Various II. A técnica intermitente foi aplicada na seguinte sequência para cada solução irrigadora:

- 2,5mL de água destilada ou NaOCl 2,5%;
- Ativação de ultrassônica de 4 ciclos de 15 segundos;
- Lavagem com 2,5mL de água destilada ou NaOCl 2,5%;

- Ativação de ultrassônica de 30 segundos;
- Lavagem final com 5mL de água destilada e secagem.

- Escova de Conduto (MK Life)

A escova para conduto foi utilizada ativando a solução irrigadora (água destilada ou NaOCl 2,5%) em contra-ângulo acoplado em micromotor, com velocidade de 600rpm, no comprimento real de trabalho (11mm), durante 30 segundos.

A irrigação final foi efetuada com EDTA, seguido pela finalização com a solução irrigadora indicada para cada grupo (água destilada ou NaOCl 2,5%). Os canais foram secos com cone de papel absorvente F5 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland).

4.2.5 Tratamento dos Pinos

Todos os pinos receberam o mesmo tratamento prévio à cimentação, sendo a limpeza superficial com álcool 70%. Aplicação de silano Prosil (FGM, Joinville, SC, Brasil) com microbrush (KG Sorensen, SP, Brasil), secagem por 1 minuto com leve jato de ar e uma camada de adesivo (Adper Scotchbond Multiuso Plus, 3M ESPE, St. Paul, USA), com fotoativação por 20 segundos.

4.2.6 Cimentação com U200

Manipulação do cimento resinoso autoadesivo U200 (3M ESPE, St. Paul, USA) por 10 segundos e inserção dentro do conduto com broca lentulo (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Aplicação de uma camada sobre a superfície do pino intrarradicular. Posicionamento do pino no interior do conduto e estabilização do mesmo, remoção dos excessos antes da fotoativação, que foi feita por 40 segundos no sentido ocluso-apical, com aparelho fotopolimerizador Bluephase (1200mW/cm², Ivoclar Vivadent, Barueri, SP, Brasil).

4.2.7 Inclusão dos Dentes

Subsequente à obtenção de matrizes plásticas de PVC com 20mm de diâmetro por 20mm de altura, as raízes foram posicionadas de forma vertical com a ajuda de paralelômetro (BioArt B2, São Carlos, SP, Brasil) sobre uma lâmina de cera e estas matrizes foram preenchidas com resina poliéster (Maxi Rubber, Diadema, SP, Brasil), mantendo 1,0mm do segmento cervical da raiz fora da inclusão (figura 2 e 3). Todo o

conjunto permaneceu intacto por 24 horas, para que ocorresse a completa polimerização da resina. Posteriormente, foi desincluído o conjunto resina/raiz.

Figura 2 - Inclusão dos dentes, vista lateral



Fonte: Elaboração própria.

Figura 3 - Inclusão dos dentes, vista de topo



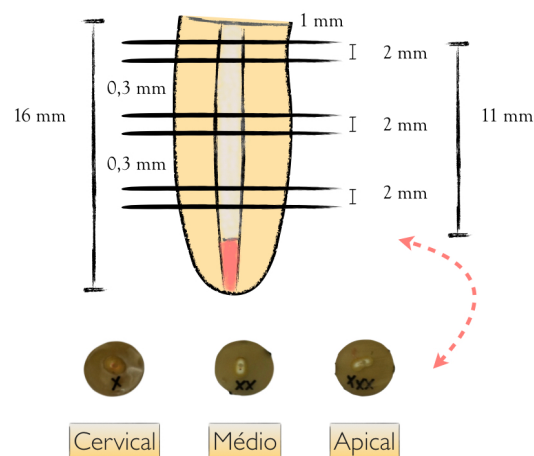
Fonte: Elaboração própria.

4.2.8 Secção das Raízes

As raízes foram seccionadas iniciando da porção cervical, onde foram obtidas três fatias com espessura de 2,0mm cada, utilizando-se uma máquina de corte (Isomet 2000; Buehler Ltd., Lake Buff, IL, USA), sob intensa refrigeração (figura 4).

Três secções foram obtidas dos terços cervical, médio e apical de cada raiz. As irregularidades das secções foram removidas com lixa d'água de granulação 600 (Norton, São Paulo, SP, Brasil).

Figura 4 - Localização e obtenção das fatias



Fonte: Elaboração própria.

4.2.9 Análise na Microscopia de Fluorescência Confocal

Para facilitar a análise sob microscopia de fluorescência confocal, foi adicionado o corante fluorescente rodamina B isotiocianato RITC, laser 561nm, a 0,20% da potência, excitação em 561nm e emissão em 549-629nm, até, aproximadamente, a concentração de 0,01% ao cimento obturador AH plus, utilizado no retratamento endodôntico e o corante verde malaquita, laser 640nm, a 3,3% de potência, excitação em 640nm e emissão em 646-700nm, até, aproximadamente, a concentração de 0,01% ao cimento resinoso autoadesivo, utilizado para cimentação dos pinos de fibra de vidro.

As secções foram analisadas sob microscópio de fluorescência confocal (Carl Zeiss LSM 800 com Airyscan) com aumento de 10x para determinação da adaptação e penetração dos cimentos na interface entre cimento resinoso/dentina, onde o perímetro do canal com penetração do cimento nos túbulos dentinários foi analisado. As imagens foram avaliadas pelo software Image J, com calibração executada por meio de régua adaptada sob as amostras. O perímetro total do canal e o perímetro de dentina com penetração de cimento nos túbulos dentinários foram mensurados, sendo calculada a porcentagem do perímetro do canal com penetração do cimento nos túbulos dentinários.

Os resultados foram compilados em uma planilha e analisados pelos testes estatísticos para determinação da segurança científica dos resultados alcançados e para determinação de possíveis diferenças entre os grupos e/ou terços analisados.

4.2.10 Ensaio Mecânico – Resistência de União

O diâmetro cervical e apical dos canais radiculares foi obtido individualmente pela mensuração com auxílio de estereomicroscópio, com magnificação de 20x (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany). O valor de g foi obtido a partir da equação: $g^2 = (R - r)^2 + (2.0)^2$. O padrão de fratura classificado de acordo com Skidmore et al.⁵⁷ conforme descrito:

- (AD) adesiva entre a dentina e o cimento resinoso;
- (MI) mista;
- (CO) coesiva no cimento resinoso.

Cada terço radicular foi submetido ao teste de *push-out* em máquina de ensaios mecânicos (DL 2000, EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil), calibrada para uma velocidade de 0,5 mm/min, até que ocorresse o completo deslocamento do pino de

fibra de vidro cimentado das paredes do canal radicular (figura 5). Um cilindro para deslocamento foi utilizado com os diâmetros de 1,3mm, 0,9mm e 0,5mm, nos terços cervical, médio e apical, respectivamente. Os valores da força necessária para que ocorresse o deslocamento do pino foram obtidos em N (Newton) e, posteriormente transformados em força de adesão (MPa) pela fórmula: $MPa = F/AD$. A área de adesão foi calculada utilizando a seguinte fórmula: $AD = \pi \cdot (R + r) \cdot g$, onde R = raio cervical do canal radicular, em mm; r = raio apical do canal radicular, em mm; g = altura relativa do cone invertido, em milímetros.

Figura 5 - EMIC DL 2000, máquina de ensaios mecânicos



Fonte: Elaboração própria.

4.3 Análise Estatística

Os dados coletados foram avaliados conforme sua classificação, onde variáveis quantitativas foram submetidas ao teste ANOVA a dois critérios fixos ($\alpha=0,05$), quando obedeceram aos requisitos de normalidade de distribuição e homocedasticidade, quando não satisfizeram, foram aplicados testes não paramétricos Kruskal Wallis e Dunn.

5 RESULTADO

5.1 Análise na Microscopia de Fluorescência Confocal

Os valores das medianas, primeiro e terceiro quartil (1Q - 3Q) da penetrabilidade do cimento resinoso RelyX U200 na dentina, de acordo com os terços dentais, estão listados na tabela 1. A normalidade da distribuição dos dados foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk, como não foi atingida, a análise estatística foi feita com teste não paramétrico Kruskal Wallis seguido do pós-teste Dunn (5%).

Para os terços cervical e médio os maiores valores de penetrabilidade do cimento resinoso na dentina foram encontrados nos grupos ECNaOCl=PUINaOCl=ECH₂O, sem diferença estatisticamente significativa entre si ($p>0.05$), que apresentaram respectivamente, 40% de modo de falha coesiva e mista, 63% e 60% de falha coesiva. Os menores valores de penetrabilidade foram entre os grupos CH₂O=CNaOCl=PUIH₂O, sem diferença estatisticamente significativa entre si ($p>0.05$), com índice de 47% modo de falha adesiva, 50% mista e 47% adesiva, respectivamente.

Para o terço apical o maior valor de penetrabilidade foi para o grupo PUINaOCl, semelhante aos grupos ECH₂O=ECNaOCl, que foram estatisticamente maiores, porém semelhantes ao grupo PUIH₂O, também maior e semelhante aos grupos CH₂O=CNaOCl.

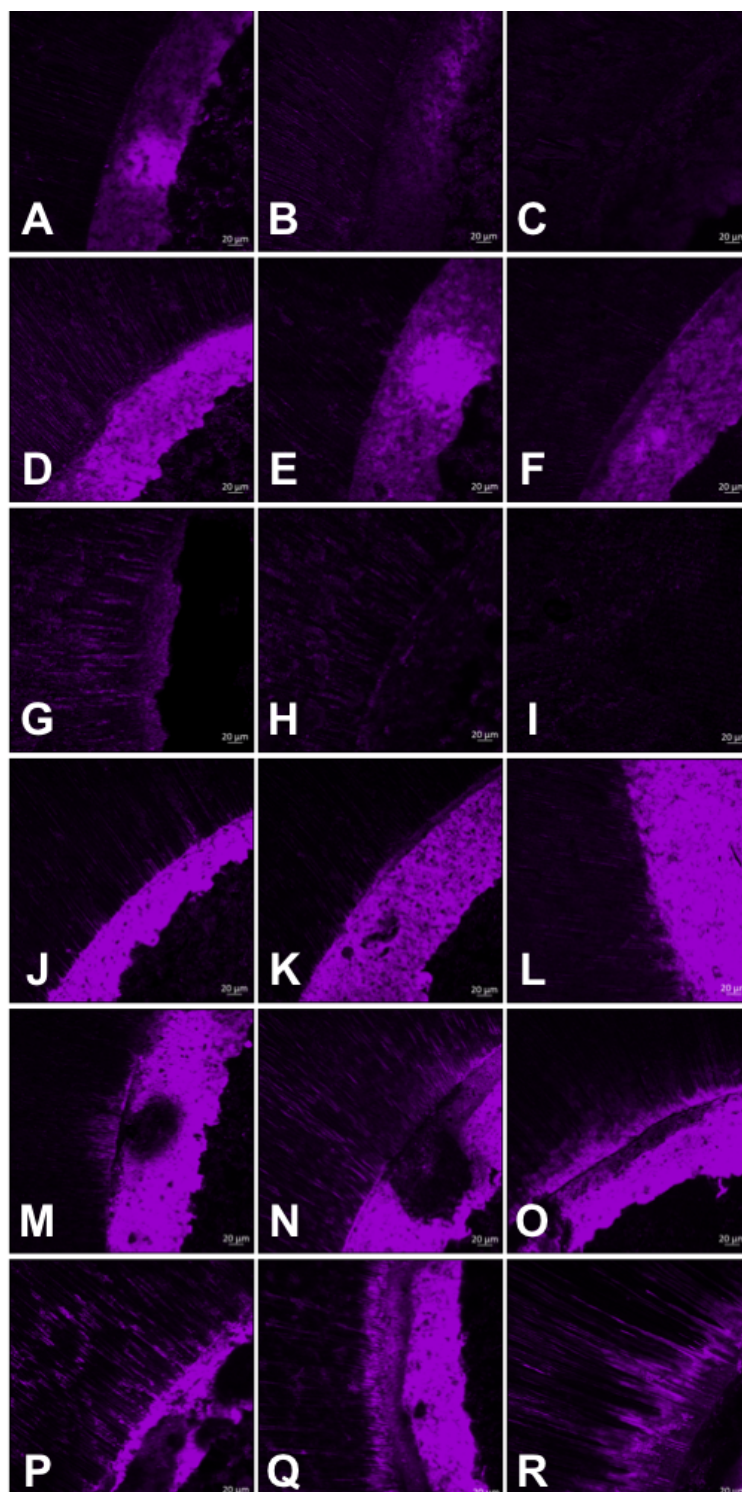
Tabela 1 – Mediana, primeiro e terceiro quartil de penetrabilidade do cimento resinoso (RelyX U200) na dentina, nos terços cervical, médio e apical, após limpeza com diferentes métodos e soluções irrigadoras (μm)

Grupos	Terço cervical	1Q - 3Q	Terço médio	1Q - 3Q	Terço apical	1Q - 3Q
CH ₂ O	0.00 ^b	0.00-0.00	0.00 ^b	0.00-0.00	0.00 ^c	0.00-0.00
CNaOCl	0.00 ^b	0.00-0.00	0.00 ^b	0.00-0.00	0.00 ^c	0.00-0.00
PUIH ₂ O	0.00 ^b	0.00-0.00	0.00 ^b	0.00-0.75	1.98 ^{bc}	18.12-34.03
PUINaOCl	20.21 ^a	20.21-10.46	20.90 ^a	15.89-37.50	25.25 ^a	18.12-34.03
ECH ₂ O	17.02 ^a	17.02-7.66	11.12 ^a	5.67-18.93	8.61 ^{ab}	5.14-19.28
ECNaOCl	25.78 ^a	25.78-21.94	15.75 ^a	11.31-27.05	6.91 ^{ab}	3.30-14.68

^{a,b} Letras diferentes (colunas), no mesmo terço radicular, demonstra diferença estatisticamente significativa, Kruskal Wallis, pós-teste Dunn ($p < 0.05$). CH₂O – Irrigação convencional/água destilada; CNaOCl – Irrigação convencional/hipoclorito de sódio 2,5%; PUIH₂O – Irrigação ultrassônica passiva/água destilada; PUINaOCl – Irrigação ultrassônica passiva/hipoclorito de sódio 2,5%; ECH₂O – Escova de conduto/água destilada; ECNaOCl – Escova de conduto/ hipoclorito de sódio 2,5%.

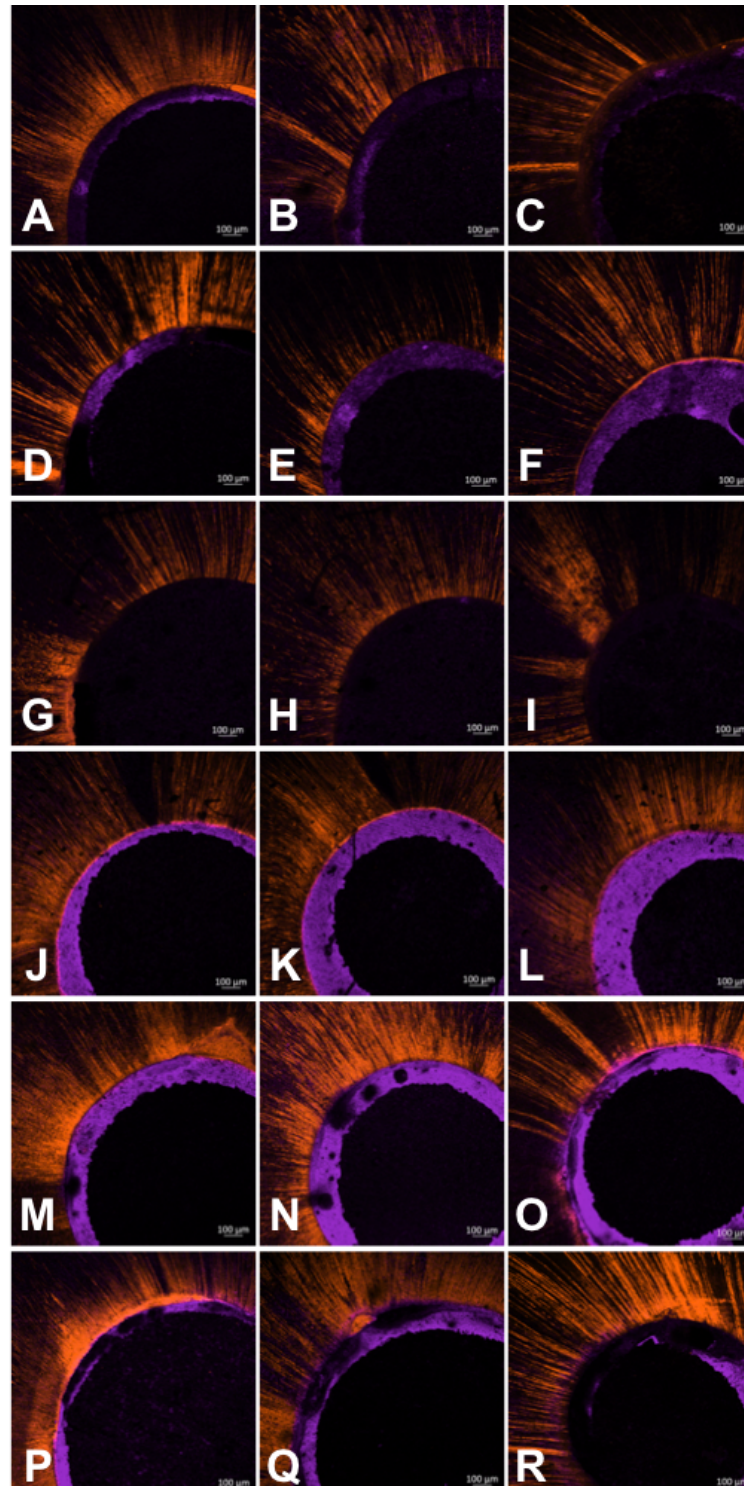
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6 – Imagens representativas da penetrabilidade do cimento U200, nos terços cervical, médio e apical. (A-C) CH_2O ; (D-F) CNaOCl ; (G-I) PUH_2O ; (J-L) PUINaOCl ; (M-O) ECH_2O ; (P-R) ECNaOCl



Fonte: Elaboração própria.

Figura 7 – Imagens representativas da penetrabilidade do cimento U200 (roxo) e AH Plus (laranja), nos terços cervical, médio e apical. (A-C) CH_2O ; (D-F) CNaOCl ; (G-I) PUIH_2O ; (J-L) PUINaOCl ; (M-O) ECH_2O ; (P-R) ECNaOCl



Fonte: Elaboração própria.

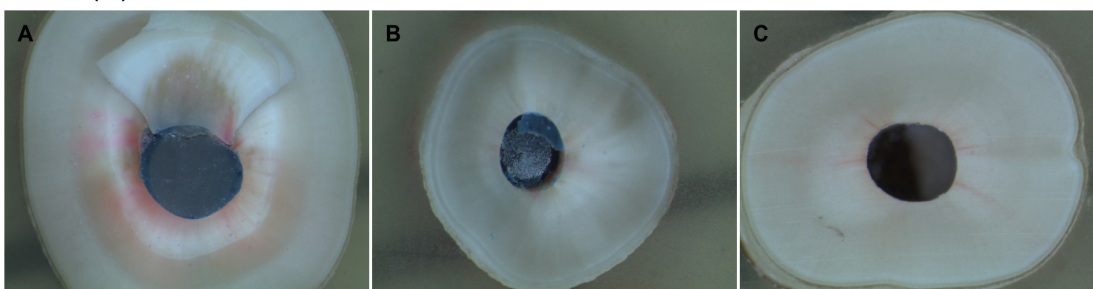
5.2 Ensaio mecânico – Resistência de União

Os valores das médias e desvio padrão ($\pm$ SD) da resistência de união, de acordo com os terços dentais, estão listados na tabela 2. A normalidade da distribuição dos dados foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk. A análise estatística foi feita com teste paramétrico ANOVA a dois critérios fixos e pós-teste Tukey (5%). No gráfico 1 a frequência do modo de falha dos grupos experimentais, em todos os terços, é descrita em porcentagem e na figura 8 há uma imagem representativa para cada padrão de falha encontrada no estudo.

Houve redução nos valores de resistência de união quando o método de irrigação ultrassônica passiva foi utilizado com água destilada como solução irrigadora (PUIH₂O), exceto para o terço apical ($p < 0.05$). No gráfico 1 podemos verificar que a maior porcentagem de falha adesiva (47%) é para o grupo irrigação ultrassônica passiva (PUIH₂O) e irrigação convencional (CH₂O) com água destilada.

Para o terço cervical o grupo ECNaOCl também apresentou reduzido valor de resistência de união, com semelhança estatística ao grupo PUIH₂O ($p > 0.05$). Já para o terço apical os grupos não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p > 0.05$).

Figura 8 – Imagem representativa do padrão de falha. (A) Falha coesiva; (B) falha mista; (C) falha adesiva



Fonte: Elaboração própria.

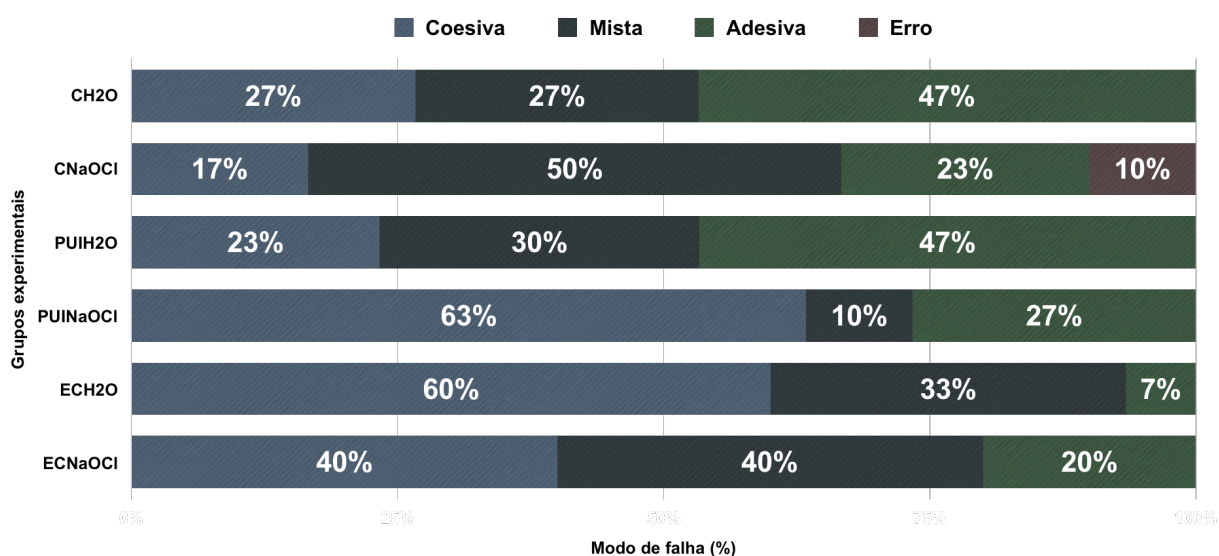
Tabela 2 – Média e desvio padrão ($\pm$ SD) da resistência de união de cimento resinoso (RelyX U200) à dentina, nos terços cervical, médio e apical após limpeza com diferentes métodos e soluções irrigadoras (MPa)

Grupos	Terço Cervical	Terço médio	Terço apical
CH ₂ O	30.12 $\pm$ 10.36 ^a	24.09 $\pm$ 7.00 ^a	21.57 $\pm$ 8.36 ^a
CNaOCl	32.73 $\pm$ 6.29 ^a	23.03 $\pm$ 7.22 ^a	24.11 $\pm$ 6.62 ^a
PUIH ₂ O	17.09 $\pm$ 4.62 ^b	12.13 $\pm$ 4.86 ^b	15.76 $\pm$ 7.14 ^a
PUINaOCl	39.30 $\pm$ 7.82 ^a	26.46 $\pm$ 11.52 ^a	26.10 $\pm$ 8.99 ^a
ECH ₂ O	34.26 $\pm$ 7.06 ^a	31.32 $\pm$ 9.24 ^a	26.07 $\pm$ 8.42 ^a
ECNaOCl	18.70 $\pm$ 5.36 ^b	23.12 $\pm$ 8.28 ^a	22.21 $\pm$ 9.12 ^a

^{a,b} Letras diferentes (colunas), no mesmo terço radicular, demonstra diferença estatisticamente significativa, ANOVA à dois critérios fixos, pós-teste Tukey ($p < 0.05$). CH₂O – Irrigação convencional/água destilada; CNaOCl – Irrigação convencional/hipoclorito de sódio 2,5%; PUIH₂O – Irrigação ultrassônica passiva/água destilada; PUINaOCl – Irrigação ultrassônica passiva/hipoclorito de sódio 2,5%; ECH₂O – Escova de conduto/água destilada; ECNaOCl – Escova de conduto/ hipoclorito de sódio 2,5%.

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 1 - Frequência do modo de falha



Fonte: Elaboração própria.

6 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo nos levam a rejeitar a primeira hipótese nula, pois houve diferença na penetrabilidade do cimento resinoso autoadesivo à dentina intrarradicular de acordo com os protocolos de irrigação analisados. Os melhores resultados foram para o protocolo irrigação ultrassônica passiva com hipoclorito de sódio 2,5% (PUINaOCl) e escova de conduto (EC), independente da solução irrigadora utilizada, se água destilada ou hipoclorito de sódio 2,5%. Com relação à resistência de união podemos rejeitar parcialmente a segunda hipótese nula, para os terços cervical e médio pois houve diferença entre os protocolos de irrigação, entretanto, na região apical todos os grupos obtiveram semelhança estatística, o que nos leva a aceitar a hipótese nula somente para este terço radicular. Os valores mais baixos de resistência de união foram para os grupos irrigação ultrassônica passiva com água destilada (PUIH₂O), nos terços cervical e médio, com semelhança estatística ao grupo escova de conduto com hipoclorito de sódio 2,5% (ECNaOCl), para o terço cervical.

No presente estudo, o protocolo utilizando irrigação convencional não apresentou diferença estatística entre as soluções irrigadoras, tanto no teste de penetrabilidade quanto no de resistência de união, em todos os terços radiculares (cervical, médio e apical). Há poucos estudos na literatura avaliando o efeito das soluções irrigadoras sobre os cimentos resinosos autoadesivos, entretanto, estudos prévios demonstraram que a irrigação com NaOCl pode afetar negativamente materiais à base de resina, devido à presença de oxigênio residual que interfere na sua polimerização final^{4,6,27,31,32}. Contraditoriamente, alguns autores relatam que a irrigação com NaOCl, seguido de EDTA, aumenta a resistência de união de cimentos resinosos autoadesivos, estes resultados são atribuídos à melhor remoção de *smear layer* após o preparo do espaço protético para pinos intrarradiculares e penetrabilidade deste cimento resinoso^{6,53}.

Com relação à penetrabilidade do cimento U200, a irrigação convencional ficou aquém dos resultados encontrados nos outros grupos, porém para a resistência de união, não houve diferença estatisticamente significativa dos grupos PUINaOCl e ECH₂O, para todos os terços dentais, que apresentaram os maiores valores. Estes dados corroboram com o estudo de Zhang et al.²⁷, ao qual a irrigação convencional com água destilada, apresentou resultados inferiores de limpeza dentinária e resistência de união.

A irrigação ultrassônica passiva, quando associada à água destilada como solução irrigadora (PUIH₂O) obteve resultados inferiores, tanto para o teste de penetrabilidade quanto para o de resistência de união, apresentando predominância em modo de falha adesiva (47%), comparável ao grupo irrigação convencional com água destilada (CH₂O), que também obteve frequência de 47% de falha adesiva. Estes dados podem ser explicados pela ausência de remoção de *smear layer*, impedindo a penetração do cimento resinoso nos túbulos dentinários e a formação de camada híbrida, sendo que a camada de detritos gerada após preparo protético é mais espessa^{47,51,53}, não sendo possível sua desmineralização superficial pelos monômeros acídicos do cimento autoadesivo, gerando falha adesiva^{47,51}.

A solução de NaOCl 2,5%, seguida da irrigação com EDTA, aparenta ser mais eficaz na limpeza dentinária, quando associada ao método de irrigação ultrassônica passiva (PUI). Uma possível explicação para este dado seria a exposição de dentina e consequente exposição de hidroxiapatita, o que geraria aumento na resistência de união e adesão química do cimento resinoso autoadesivo (U200)⁵⁸. O que contrapõe com os dados encontrados por Barreto et al.²⁴, em que a irrigação ultrassônica com solução salina e NaOCl 2,5% apresentaram os melhores resultados.

O protocolo utilizando a escova de conduto com água destilada (ECH₂O) apresentou resultado superior, estatisticamente diferente, ao grupo utilizando NaOCl, no teste de resistência de união, no terço cervical, além de apresentar frequência de 60% de modo de falha do tipo coesiva, contra apenas 40% da solução de NaOCl. Nos outros terços dentais e no teste de penetrabilidade não houve diferença estatisticamente significativa entre as soluções irrigadoras. Uma possível explicação para a água destilada apresentar resultado superior ao hipoclorito de sódio, seria a deproteinização da dentina pelo NaOCl e um processo de erosão dentinária excessiva pelo EDTA, após contato direto com as cerdas da escova de conduto, interferindo na resistência de união do cimento resinoso autoadesivo^{24,53,58}. Este processo de deproteinização e erosão dentinária não ocorreram da mesma forma na irrigação ultrassônica passiva, por não gerar contato direto às paredes do canal radicular, já que a técnica preconiza que a ponta do ultrassom esteja livre, sem que haja toque na dentina, para a solução irrigadora fluir ao longo do comprimento de trabalho⁴¹.

A correlação entre penetrabilidade e resistência de união ainda não pode ser provada, e de acordo com os resultados deste estudo não conseguimos analisar a

existência de correspondência entre a penetrabilidade e a resistência de união, porém o teste *push out* é um método validado para avaliar a resistência de união^{24,59}.

7 CONCLUSÃO

Com as limitações deste estudo podemos concluir que os protocolos de limpeza favorecem a interface de adesão do cimento autoadesivo em dentes retratados endodonticamente.

A irrigação convencional apresentou valores de penetrabilidade e resistência de união intermediários e independe da solução irrigadora escolhida, seja com água destilada ou hipoclorito de sódio 2,5%; A irrigação ultrassônica passiva, quando associada à água destilada não é indicada como protocolo prévio à cimentação de pinos de fibra de vidro com cimento resinoso autoadesivo; O protocolo de limpeza dentinária utilizando escova de conduto associado à água destilada e a irrigação ultrassônica passiva ao hipoclorito de sódio apresentaram os melhores valores de penetrabilidade e resistência de união.

REFERÊNCIAS*

1. Calixto LR, Bandéca MC, Clavijo V, Andrade MF, Vaz LG, Campos EA. Effect of resin cement system and root region on the push-out bond strength of a translucent fiber post. *Oper Dent*. 2012; 37(1): 80-6.
2. Cecchin D, de Almeida JF, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC. Influence of chlorhexidine and ethanol on the bond strength and durability of the adhesion of the fiber posts to root dentin using a total etching adhesive system. *J Endod*. 2011; 37(9): 1310-5.
3. Clavijo VG, Reis JM, Kabbach W, Silva AL, Oliveira Junior OB, Andrade MF. Fracture strength of flared bovine roots restored with different intrarradicular posts. *J App Oral Sci*. 2009; 17(6): 574-8.
4. da Cunha LF, Furuse AY, Mondelli RF, Mondelli J. Compromised bond strength after root dentin deproteinization reversed with ascorbic acid. *J Endod*. 2010; 36(1): 130-4.
5. Bitter K, Aschendorff L, Neumann K, Blunck U, Sterzenbach G. Do chlorhexidine and ethanol improve bond strength and durability of adhesion of fiber posts inside the root canal? *Clin Oral Investig*. 2014; 18(3): 927-34.
6. Bitter K, Hambarayan A, Neumann K, Blunck U, Sterzenbach G. Various irrigation protocols for final rinse to improve bond strengths of fiber posts inside the root canal. *Eur J Oral Sci*. 2013; 121(4): 349-54.
7. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont*. 2008; 21(4): 328-36.
8. Rasimick BJ, Wan J, Musikant BL, Deutsch AS. A review of failure modes in teeth restored with adhesively luted endodontic dowels. *J Prosthodont*. 2010; 19(8): 639-46.
9. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod*. 2005; 31(8): 584-9.
10. Mjör IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J*. 2001; 34(5): 346-53.
11. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater*. 2006; 22(10): 973-80.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

12. Kim YK, Gu LS, Bryan TE, Kim JR, Chen L, Liu Y et al. Mineralisation of reconstituted collagen using polyvinylphosphonic acid/polyacrylic acid templating matrix protein analogues in the presence of calcium, phosphate and hydroxyl ions. *Biomaterials*. 2010; 31(25): 6618-27.
13. Liu Y, Tjäderhane L, Breschi L, Mazzoni A, Li N, Mao J et al. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *J Dent Res*. 2011; 90(8): 953-68.
14. De Munck J, Van den Steen PE, Mine A, Van Landuyt KL, Poitevin A, Opdenakker G et al. Inhibition of enzymatic degradation of adhesive-dentin interfaces. *J Dent Res*. 2009; 88(12): 1101-6.
15. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. In vitro degradation of resin-dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Biomaterials*. 2003; 24(21): 3795-803.
16. Martin-De Las Heras S, Valenzuela A, Overall CM. The matrix metalloproteinase gelatinase A in human dentine. *Arch Oral Biol*. 2000; 45(9): 757-65.
17. Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM et al. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res*. 2004; 83(3): 216-21.
18. Santos J, Carrilho M, Tervahartiala T, Sorsa T, Breschi L, Mazzoni A et al. Determination of matrix metalloproteinases in human radicular dentin. *J Endod*. 2009; 35(5): 686-9.
19. Sauro S, Watson TF, Mannocci F, Miyake K, Huffman BP, Tay FR et al. Two-photon laser confocal microscopy of micropermeability of resin-dentin bonds made with water or ethanol wet bonding. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2009; 90(1): 327-37.
20. Sulkala M, Tervahartiala T, Sorsa T, Larmas M, Salo T, Tjäderhane L. Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) is the major collagenase in human dentin. *Arch Oral Biol*. 2007; 52(2): 121-7.
21. Wang Y, Spencer P. Hybridization efficiency of the adhesive/dentin interface with wet bonding. *J Dent Res*. 2003; 82(2): 141-5.
22. Zhang SC, Kern M. The role of host-derived dentinal matrix metalloproteinases in reducing dentin bonding of resin adhesives. *Int J Oral Sci*. 2009; 1(4): 163-76.
23. Baena E, Flores A, Ceballos L. Influence of root dentin treatment on the push-out bond strength of fiber posts. *Odontology*. 2017; 105(2): 170-7.
24. Barreto MS, Rosa RA, Seballos VG, Machado E, Valandro LF, Kaizer OB et al. Effect of Intracanal Irrigants on Bond Strength of Fiber Posts Cemented With a Self-adhesive Resin Cement. *Oper Dent*. 2016; 41(6): e159-e67.
25. Özcan E, Çetin AR, Capar ID, Tunçdemir AR, Aydınbelge HA. Influence of eugenol on the push-out bond strengths of fiber posts cemented with different types of resin luting agents. *Odontology*. 2013; 101(2): 204-9.

26. Forough RM, Ghasemi N, Rahimi S, Milani AS, Omrani E. Effect of Different Endodontic Sealers on the Push-out Bond Strength of Fiber Posts. *Iran Endod J.* 2016; 11(2): 119-23.
27. Zhang L, Huang L, Xiong Y, Fang M, Chen JH, Ferrari M. Effect of post-space treatment on retention of fiber posts in different root regions using two self-etching systems. *Eur J Oral Sci.* 2008; 116(3): 280-6.
28. Garcia C, Ruales-Carrera E, Prates LHM, Volpato CAM. Effect of different irrigations on the bond strength of self-adhesive resin cement to root dentin. *J Clin Exp Dent.* 2018; 10(2): e139-45.
29. Alkhudhairy FI, Bin-Shuwaish MS. The effect of sodium hypochlorite and resin cement systems on push-out bond strength of cemented fiber posts. *Pak J Med Sci.* 2016; 32(4): 905-10.
30. Wiseman A, Cox TC, Paranjpe A, Flake NM, Cohenca N, Johnson JD. Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. *J Endod.* 2011; 37(2): 235-8.
31. Martins Justo A, Abreu da Rosa R, Santini MF, Cardoso Ferreira MB, Pereira JR, Húngaro Duarte MA et al. Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. *J Endod.* 2014; 40(12): 2009-14.
32. Santos JN, Carrilho MR, De Goes MF, Zaia AA, Gomes BP, Souza-Filho FJ et al. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. *J Endod.* 2006; 32(11): 1088-90.
33. Amin SA, Seyam RS, El-Samman MA. The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate-based and an epoxy resin-based endodontic sealer. *J Endod.* 2012; 38(5): 696-9.
34. Akcay M, Arslan H, Mese M, Sahin NN. The effect of photon-initiated photoacoustic streaming, ultrasonically and sonically irrigation techniques on the push-out bond strength of a resin sealer to the root dentin. *Clin Oral Investig.* 2015; 19(5): 1055-61.
35. Okşan T, Aktener BO, Sen BH, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 1993; 26(5): 301-5.
36. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009; 35(6): 791-804.
37. Van Der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. *Int Endod J.* 2005; 38(10): 764-8.
38. Al-Ali M, Sathorn C, Parashos P. Root canal debridement efficacy of different final irrigation protocols. *Int Endod J.* 2012; 45(10): 898-906.

39. Mayer BE, Peters OA, Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 2002; 35(7): 582-9.
40. da Costa Lima GA, Aguiar CM, Câmara AC, Alves LC, Dos Santos FA, do Nascimento AE. Comparison of smear layer removal using the Nd:YAG laser, ultrasound, ProTaper Universal system, and CanalBrush methods: an in vitro study. *J Endod.* 2015; 41(3): 400-4.
41. Grischke J, Müller-Heine A, Hülsmann M. The effect of four different irrigation systems in the removal of a root canal sealer. *Clin Oral Investig.* 2014; 18(7): 1845-51.
42. Kamel WH, Kataia EM. Comparison of the efficacy of Smear Clear with and without a canal brush in smear layer and debris removal from instrumented root canal using WaveOne versus ProTaper: a scanning electron microscopic study. *J Endod.* 2014; 40(3): 446-50.
43. Topçuoğlu HS, Tuncay Ö, Demirbuga S, Dinçer AN, Arslan H. The effect of different final irrigant activation techniques on the bond strength of an epoxy resin-based endodontic sealer: a preliminary study. *J Endod.* 2014; 40(6): 862-6.
44. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod.* 1975; 1(7): 238-42.
45. Orstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol.* 1990; 6(4): 142-9.
46. Sjogren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 1997; 30(5): 297–306.
47. Bitter K, Polster L, Askar H, von Stein-Lausnitz M, Sterzenbach G. Effect of final irrigation protocol and etching mode on bond strength of a multimode adhesive in the root canal. *J Adhes Dent.* 2017; 8: 245-52.
48. Chen C, Niu LN, Xie H, Zhang ZY, Zhou LQ, Jiao K, Chen JH, Pashley DH, Tay FR. Bonding of universal adhesives to dentine – Old wine in new bottles? *J Dent.* 2015; 43(5): 525-36.
49. Sirekha A, Rashmi K, Hegde J, Lekha S, Rupali K, Reshmi G. An in vitro evaluation of passive ultrasonic agitation of different irrigants on smear layer removal after post space preparation: a scanning electron microscopic study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2013; 13(3): 240-6.
50. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod.* 2007; 33(5): 611–5.
51. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Monticelli F, Goracci C, Ferrari M. Ultrasound effects after post space preparation: An SEM study. *J Endod.* 2006; 32(6): 549-52.

52. Gu XH, Mao CY, Kern M. Effect of different irrigation on smear layer removal after post space preparation. *J Endod*. 2009; 35(4): 583-6.
53. Kul E, Yeter KY, Aladag LI, Ayrancı LB. Effect of different post space irrigation procedures on the bond strength of a fiber post attached with a self-adhesive resin cement. *J Prosthet Dent*. 2016; 115(5): 601-5.
54. Mirseifinejad R, Tabrizizade M, Davari A, Mehravar F. Efficacy of different root canal irrigants on smear layer removal after post space preparation: a scanning electron microscopy evaluation. *Iran Endod J*. 2017; 12(2): 185-90.
55. van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. 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; 40(1): 52-7.
56. Rödiger T, Hirschleib M, Zapf A, Hülsmann M. Comparison of ultrasonic irrigation and RinsEndo for the removal of calcium hydroxide and Ledermix paste from root canals. *Int Endod J*. 2011; 44(12): 1155-61.
57. Skidmore LJ, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of Resilon and gutta-percha. *J Endod*. 2006; 32(10): 963-6.
58. Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod*. 2002; 28:17-9.
59. Soares CJ, Santana FR, Castro CG, Santos-Filho PC, Soares PV, Qian F, Armstrong SR. Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. *Dent Mater*. 2008; 24: 1405-11.

ANEXO A – Certificado Comitê de Ética



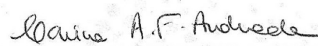
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Araraquara
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada ***"EFEITO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE CIMENTOS RESINOSOS À DENTINA DE DENTES RETRATADOS ENDODONTICAMENTE"***, registrada com o nº 05/2017, sob a responsabilidade do(a) **Prof(a). Dr(a). Andréa Abi Rached Dantas** – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela **COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA** em reunião de 27/03/2017.

Finalidade	() Ensino (X) Pesquisa Científica
Vigência do Projeto	Abril/2018
Espécie/linhagem	-
Nº de animais	60 dentes bovinos
Peso/Idade	-
Sexo	-
Origem	Délbio Ximenes Verdan


Profa. Dra. CARINA APARECIDA FABRÍCIO DE ANDRADE
Coordenadora da CEUA

**Não autorizo a publicação deste trabalho pelo prazo de 2 anos após a data de
defesa**

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 21 de março de 2019.

Kamila de Figueiredo Pereira