



Unesp – Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Anna Thereza Peroba Rezende Ramos

**Efeitos dos protocolos de irrigação durante o preparo do espaço protético
sobre a adesão de pino de fibra na dentina radicular**

Araraquara

2019



Unesp – Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Anna Thereza Peroba Rezende Ramos

**Efeitos dos protocolos de irrigação durante o preparo do espaço protético
sobre a adesão de pino de fibra na dentina radicular**

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

Orientador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

Araraquara

2019

Ramos, Anna Thereza Peroba Rezende

Efeitos dos protocolos de irrigação durante o preparo do espaço protético sobre a adesão de pino de fibra na dentina radicular / Anna Thereza Peroba Rezende Ramos. -- Araraquara: [s.n.], 2019

75 f.; 30 cm.

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

Orientador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

1. Guta-percha 2. Cimentos de resina 3. Pinos dentários
I. Título

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marley C. Chiusoli Montagnoli, CRB-8/5646

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Anna Thereza Peroba Rezende Ramos

**Efeitos dos protocolos de irrigação durante o preparo do espaço protético
sobre a adesão de pino de fibra na dentina radicular**

Comissão Julgadora

Tese para obtenção do grau de Doutor em Ciências Odontológica.

Presidente e orientador: Dr. Milton Carlos Kuga

2º examinador: Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

3º examinador: Dr. Edson de Campos Alves

4º examinador: Dra. Keli Regina Victorino

5º examinador: Dr. Daniel Pinto de Oliveira

Araraquara, 18 de março de 2019.

DADOS CURRICULARES

Anna Thereza Peroba Rezende Ramos

NASCIMENTO: 30 de maio de 1988 – Maceió – Alagoas.

FILIAÇÃO: Maria do Socorro Peroba Oliveira Santos e Eval Rezende Ramos.

2008 – 2013:

Graduação em Odontologia.

Universidade Federal de Alagoas, UFAL, Brasil.

Título: Análise, in vitro e in situ, do potencial erosivo de bebidas isotônicas sob a realização de exercício físico.

Orientador: Natanael Barbosa dos Santos.

Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil.

2012 – 2013:

Aperfeiçoamento em Odontologia estética integrada (Carga Horária: 192h).

NEO Odontologia, NEO, Brasil.

2013 – 2015:

Especialização em Odontologia Estética Restauradora.

Associação Brasileira de Odontologia - Seção de Alagoas, ABO/AL, Brasil.

Título: Can endodontic sealer residues affect the bond strength of self-etching adhesive systems to dentine?.

Orientador: Luiz Rafael Calixto.

2015 – 2017:

Mestre em Ciências Odontológicas (Conceito CAPES 5).

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil.

Orientador: Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade.

Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil.

2016 – 2017:

Aperfeiçoamento em Prótese sobre implantes e dentes naturais (Carga Horária: 180h).

Associação Paulista de Cirurgiões Dentista, APCD, Brasil.

2017 – Atual:

Doutorado em andamento em Ciências Odontológicas (Conceito CAPES 5).

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil.

Orientador: Dr. Milton Carlos Kuga.

Bolsista da: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Capes, Brasil.

À minha mãe, razão da minha felicidade!

Ao meu noivo, apoio do meu sorriso!

À minha família, dedico minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pois nunca tive sorte, sempre Ele comigo.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP, representada pela diretora Prof^a. Dr^a. Elaine Maria Sgavioli Massucato e vice-diretor Prof. Dr. Edson Alves de Campos, que me deu oportunidade de estar concretizando essa pós-graduação.

À Capes, o presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Ao meu orientador, prof. Dr. Milton Carlos Kuga, pela confiança incondicional, oportunidade e ensinamento... muito obrigada! Você é um verdadeiro mestre e motivo de muita inspiração e orgulho.

Aos profs. Dr. Edson Alves de Campos e Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade, pela amizade, força e empatia desde o primeiro momento.

À banca examinadora, tenho um carinho especial a cada um de vocês, saibam que cada um contribuiu de forma especial para que eu chegasse onde estou.

À minha amiga, irmã, aluna de IC, que Deus usou a Foar para me presentear, Mari, você não tem noção do que representa na minha vida e o quanto me orgulha em ver suas conquistas e a certeza do futuro brilhante. Obrigada por existir na minha vida!

À minha família, vocês são fundamentais em minhas conquistas.

Em especial, minha mãe Socorro Peroba, meu noivo Alfredo Palmeira e minha sogra, minha segunda-mãe, obrigada por acreditarem em mim muito mais do que eu mesma.

ratidão

Ramos ATPR. Efeitos dos protocolos de irrigação durante o preparo do espaço protético sobre a adesão de pino de fibra na dentina radicular [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2019.

RESUMO

Objetivo: avaliar a influência do protocolo de irrigação: sem irrigação (WI), com irrigação alternada (AI) ou com a irrigação contínua (CI), em diferentes situações que influência diretamente na qualidade de adesão do pino de fibra de vidro ao substrato dentinário, para isso analisamos presença de resíduos, quantidade de túbulos dentinários abertos; resistência de união do sistema de cimentação na dentina; padrão de fratura da adesão e penetrabilidade dentinária.

Material e métodos: raízes de incisivos bovinos foram obturadas, submetidas ao preparo para pino de fibra e distribuídas em grupos, de acordo com o protocolo de irrigação: (WI); (AI) e (CI), e o cimento utilizado (Allcem Core RelyX Ultimate). Após a conclusão do preparo, as raízes foram subdivididos em grupos (n=10), onde foram avaliadas em MEV para avaliar a presença de resíduos, em MEV para incidência de túbulos dentinários abertos na superfície dentinária, Microscopia Confocal a laser para avaliar a penetrabilidade, Estereomicroscopio para avaliar o padrão de fratura. Pinos de fibra foram cimentados com sistema de cimentação (RelyX Ultimate) nos demais espécimes (n=10) e submetidos ao teste de push-out e avaliação do padrão de fratura.

Resultados: Em todas as avaliações os grupos que tiveram irrigação contínua no preparo do pino apresentaram valores significativamente melhores em relação ao que estava sendo analisado em específico ($P > 0,05$). Os terços cervical e médio também apresentaram melhores resultado comparados ao apical.

Conclusão: WI ocasionou a maior presença de resíduos, menor presença de túbulos dentinários abertos sobre a superfície dentinária, menor penetrabilidade, bem como os menores valores de resistência de união do sistema de cimentação na dentina radicular.

Palavras chave: Guta-percha. Cimentos de resina. Pinos dentários.

Ramos ATPR. Effects of irrigation protocols during post space preparation on fiber post adhesive in root dentin [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2019.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to assess the influence of the irrigation protocol: without irrigation (WI), alternate irrigation (AI) or continuous irrigation (CI), in different situations that directly influence the adhesion quality of the fiber post to the dentin substrate, for this we analyzed the residues presence, the number of open dentinal tubules; bonding strength of the cementation system in dentin; adhesion failure pattern and dentin penetrability.

Material and methods: roots of bovine were obturated, submitted to preparation for fiber post and distributed in groups, according to the irrigation protocol: (WI); (AI) and (CI), and the cement used (Allcem Core RelyX Ultimate). After the preparation was completed, the roots were subdivided into groups (n = 10), where they were evaluated in SEM to evaluate the residues, in SEM for incidence of open dentinal tubules on the dentin surface, Confocal laser microscopy to evaluate the penetrability, stereomicroscope to evaluate the failure pattern. Posts were cemented with cementation system (RelyX Ultimate) in the other specimens (n = 10) and submitted to the push-out test and evaluation of the failure pattern.

Results: In all evaluations, the groups that had continuous irrigation in the preparation of the post showed significantly better values than the one being analyzed in specific ($P > 0.05$). The cervical and middle thirds also presented better results compared to the apical thirds.

Conclusion: WI caused a greater presence of residues, less presence of open dentinal tubules on the dentin surface, lower penetrability, as well as the lower bond strength values of the cementation system in root dentin.

Key words: Gutra-percha. Resin cements. Dental pins.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 PROPOSIÇÃO	14
2.1 Publicação 1.....	14
2.2 Publicação 2.....	14
2.3 Publicação 3.....	14
3 PUBLICAÇÕES.....	15
3.1 Publicação 1.....	15
3.2 Publicação 2.....	31
3.3 Publicação 3.....	54
4 CONCLUSÃO.....	72
REFERÊNCIAS	73
ANEXO A – COMISSÃO DE ÉTICA	75

1 INTRODUÇÃO

A retenção intrarradicular do pino de fibra é fundamental para o sucesso do restabelecimento estético de dentes tratados endodonticamente com comprometimento da estrutura da coroa dental (Sarkis et al.¹, 2014; Victorino et al.², 2016). Porém, diversos fatores podem comprometer a sua estabilidade, tanto aqueles relacionados à técnica de preparo do canal radicular e/ou do espaço para pino, como também em relação aos materiais e substâncias utilizados durante o processo de cimentação (Victorino et al.², 2016; Ramos et al.³, 2018; Ramos et al.⁴, 2018; Belizário et al.⁵, 2018; Pereira et al.⁶, 2014). As boas propriedades mecânicas, associadas à facilidade de uso e estética dos pinos de vidro, fizeram com que estes fossem, dia após dia, tomando o espaço dos pinos metálicos fundidos. O advento da cimentação adesiva promoveu maior destaque aos pinos de fibra, pois sua composição favorece esse tipo de cimentação.

Para receber um pino intrarradicular, o conduto deve ser previamente preparado. Este preparo não envolve apenas a remoção parcial do material obturador, muitas vezes requer a formação de um espaço suficiente para acomodação do retentor intrarradicular, com o desgaste da dentina superficial, esse desgaste promove uma alteração da temperatura na superfície radicular (Lipski et al.⁷ 2010).

A adequada interação do sistema de cimentação com o substrato dentinário é fundamental para que ocorra a retenção do pino no interior dos canais radiculares.

Os instrumentos rotativos são o de escolha pela maioria dos dentistas clínicos devido a facilidade e rapidez do seu uso, pois esse tipo de procedimento favorece a precipitação de resíduos na superfície dentinária (Serafino et al.⁸, 2004; Serafino et al.⁹, 2006). Um fator que pode agravar esse procedimento é o calor gerado pela fricção do instrumento à parede do conduto radicular (Victorino et al.², 2016; Belizário et al.⁵, 2018; Serafino et al.⁹, 2006; Escalante-Otárola et al.¹⁰, 2018; Morais et al.¹¹, 2018).

Por esse motivo é indicado a utilização de algum tipo de irrigação na preparação do conduto, assim promove uma diminuição no aumento da temperatura da região. Estudos mostraram que a irrigação durante a preparação do espaço protético influenciou significativamente no impedimento da temperatura da superfície da raiz externa, levando a danos irreversíveis do tecido periodontal (Lipski et al.⁷ 2010). A dentina tem baixa condutividade térmica (Brown et al.¹², 1970), mas elevações de

temperatura de 10°C da temperatura corporal, durante um minuto, pode ser suficiente para causar lesões no tecido ósseo (Saunders¹³, 1990).

Estudos de Lipski et al.⁷ mostraram que a irrigação durante a preparação do espaço posterior influenciou significativamente a temperatura da superfície da raiz externa. O risco de lesões irreversíveis nos tecidos envolventes da raiz é potencialmente minimizado quando o espaço protético é preparado usando o resfriamento com água. Portanto, deve-se ter cuidado durante a preparação do local de trabalho, de preferência com uso de refrigeração de água (Chauhan et al.¹⁴, 2015).

Muito é estudado as consequências geradas pelo aumento da temperatura promovido pela preparação mecânica do conduto radicular diretamente sobre os tecidos periodontais (Saunders¹³, 1990; Lipski et al.⁷ 2010), contudo pouco se sabe sobre as consequências na qualidade de adesão estabelecida. Assim é recomendado que a preparação do espaço protético seja realizada sob resfriamento contínuo da água e intermitentemente, para evitar a geração de calor.

É possível que uma irrigação contínua ou alternada a cada troca de instrumento rotatório, durante o preparo intrarradicular, minimize o aquecimento radicular e a precipitação de resíduos na superfície dentinária. De um aspecto comparativo, é sabido que o método de irrigação utilizado durante o retratamento dos canais radiculares interfere diretamente sobre a persistência de resíduos na dentina radicular, mas há carência de estudos que avaliem os efeitos de diferentes protocolos de irrigação durante o preparo do espaço para pino (Duarte et al.¹⁵, 2010; Só et al.¹⁶, 2012; Rodrigues et al.¹⁷, 2017; Aranda-Garcia et al.¹⁸, 2013).

Os diferentes sistemas de adesivos e sua aplicabilidade clínica também pode oferecer resultados diferentes de precipitação de resíduos, visto que o grau de agressividade de um adesivo ou cimento autoadesivo é consideravelmente inferior a um sistema com condicionamento com ácido fosfórico 37% em separado.

Assim sendo, torna-se pertinente avaliar a influência dos diferentes tipos de irrigação (sem irrigação, irrigação alternada e irrigação contínua), na qualidade de adesão oferecida por diferentes sistemas de cimentação dos pinos de fibra de vidro.

2 PROPOSIÇÃO

2.1 Publicação 1

Avaliar como diferentes tipos de irrigação (sem irrigação, com irrigação alternada e irrigação contínua) atuam na persistência de resíduos, quantidade de túbulos dentinários abertos e os seus efeitos na resistência de união de diferentes sistemas resinosos de cimentação sobre a dentina, avaliados por meio de microscopia eletrônica de varredura e teste de push-out.

2.2 Publicação 2

Avaliar o efeito dos protocolos de irrigação, alternada ou contínua, durante o preparo do espaço intrarradicular para pino de fibra, sobre a penetrabilidade intrarradicular dos sistemas de cimentação de pino de fibra de fibra, com microscopia eletrônica confocal a laser; além de avaliar a extensão da formação da camada híbrida entre a dentina radicular e os sistemas de cimentação do pino de fibra, por meio de microscopia eletrônica de varredura.

2.3 Publicação 3

Avaliar a persistência de resíduos, quantidade de túbulos dentinários abertos e os seus efeitos sobre a resistência de união de um sistema de cimentação resinoso dual na dentina dos terços cervical, médio e apical do espaço preparado para pino, após o protocolo de preparo radicular sem irrigação, com irrigação alternada ou irrigação contínua.

3 PUBLICAÇÕES

3.1 Publicação 1

**EFEITO DO PROTOCOLO DE IRRIGAÇÃO DURANTE O PREPARO PARA PINO
SOBRE A INTERFACE ADESIVA DE DIFERENTES SISTEMAS DE
CIMENTAÇÃO***

**Título reduzido: EFEITO DE IRRIGAÇÃO DURANTE O PREPARO PARA PINO
SOBRE A INTERFACE ADESIVA**

* Formatação de acordo com as normas do periódico *Operative Dentistry*

RESUMO

Objetivo: Avaliar a presença de resíduos, quantidade de túbulos dentinários abertos e resistência de união do sistema de cimentação na dentina dos terços do espaço para pino, após o preparo realizado com os protocolos sem irrigação (WI), com irrigação alternada (AI) ou com a irrigação contínua (CI), com diferentes protocolos de cimentação.

Métodos e materiais: Noventa raízes de incisivos bovinos foram obturadas, submetidas ao preparo para pino de fibra e distribuídas em grupos, de acordo com o protocolo de irrigação: (WI); (AI) e (CI) e o tipo de cimento (RelyX Ultimate e Allcem Core). Após a conclusão do preparo, trinta raízes (n=10) foram avaliadas em MEV para avaliar a presença de resíduos (500x) e incidência de túbulos dentinários abertos na superfície dentinária. Pinos de fibra foram cimentados com diferentes sistemas de cimentação nos demais espécimes e submetidos ao teste de *push-out* e avaliação do padrão de fratura.

Resultados: Em relação à presença de resíduos sobre a superfície dentinária, todos os protocolos de preparo do espaço para pino demonstraram resultados similares entre si, independentemente do terço radicular avaliado com intensa presença de resíduos, detectados nas imagens obtidas por MEV (500X), contudo os protocolos com irrigação AI e CI, nos terços que tinham maior acesso à refrigeração apresentaram uma superior incidência de túbulos abertos. E em relação à resistência de união, no terço cervical do espaço para pino, o protocolo de preparo com irrigação constante, independentemente do tipo de sistema de cimentação (SU-RU e A-AC) demonstraram os maiores valores em relação aos demais protocolos ($P < 0.05$). O protocolo de preparo sem irrigação associado ao sistema de cimentação A-AC demonstrou o menor valor de resistência de união, em relação aos demais grupos ($P < 0.05$).

Conclusão: Foi unânime o acúmulo de resíduos na superfície dentinária do conduto radicular, enquanto a ausência de irrigação afetou negativamente a resistência de união dos cimentos utilizados.

INTRODUÇÃO

A retenção intrarradicular é indicada para dentes sem remanescente coronário suficiente para reter a futura restauração.¹⁻³ Para que seja realizado um procedimento de sucesso é importante levarmos em consideração fatores relacionados à técnica de preparo do canal radicular propriamente dito, assim como o material do retentor e o material utilizado para sua fixação no conduto.⁴⁻⁷ Por esses motivos, os pinos de fibra de vidro vem sendo os mais estudados, pois, além de ter um módulo de elasticidade semelhante a dentina, é passível de cimentação adesiva.

Estudos comprovam que a região mais apical do conduto é o setor mais crítico para a adesão^{2,5,7}, pois o desgaste superficial da dentina superficial durante a fase do preparo, provoca uma alteração da temperatura na superfície radicular.⁸

É necessário uma superfície limpa para receber o material adesivo e então promover uma adesão de qualidade do pino e substrato dentinário, contudo sabe-se que a presença de resíduos na superfície dentinária podem interferir negativamente na interface adesiva.^{6,9,10}

Os instrumentos rotativos são o de escolha pela maioria dos dentistas clínicos devido a facilidade e rapidez do seu uso, contudo esse tipo de procedimento favorece a precipitação de resíduos na superfície dentinária, promovendo uma lama de dentina juntamente com o material obturador e seu cimento, muito difícil de ser removida.^{9,10} Um fator que pode agravar esse procedimento é o calor gerado pela fricção do instrumento à parede do conduto radicular.^{2,6,10,11}

Por esse motivo é indicado a utilização de algum tipo de irrigação na preparação do conduto, assim promove uma diminuição no aumento da temperatura da região. Sabe-se que a permanência de resíduos na dentina pode estar relacionado a irrigação nessa etapa do preparo¹²⁻¹⁵, porém não se sabe se diferentes protocolos de irrigação teria um efeito significativo. Estudos mostraram que a irrigação durante a preparação do espaço protético ajudou significativamente a um menor aumento na temperatura da superfície da raiz externa, o que leva a danos irreversíveis do tecido periodontal.⁸

Os diferentes sistemas de adesivos e sua aplicabilidade clínica também pode oferecer resultados diferentes de precipitação de resíduos, visto que o grau de agressividade de um adesivo ou cimento autoadesivo é consideravelmente inferior a um sistema com condicionamento com ácido fosfórico 37% em separado.

À vista disso, torna-se pertinente avaliar a persistência de resíduos, quantidade de túbulos dentinários abertos e os seus efeitos na resistência de união de diferentes sistemas resinosos de cimentação sobre a dentina, no momento da desobturação parcial do tratamento endodôntico, com diferentes tratamentos: sem irrigação, irrigação alternada e irrigação contínua.

MÉTODOS E MATERIAIS

Inicialmente aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista (Parecer 1.603.859), noventa incisivos bovinos, com anatomia radicular similar e sem alterações morfológicas, foram utilizados para as avaliações da presença de resíduos, contagem de túbulos dentinário abertos e resistência de união dos diferentes sistemas de cimentação.

Preparo das raízes

As raízes foram seccionadas transversalmente com um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Cotia, SP BR), padronizando a sua extensão em 16mm, a partir do ápice radicular. Após a obtenção do *glyde path* com uma LK #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), os canais radiculares foram preparados mecanicamente com instrumentos rotatórios (Protaper Universal; Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) até o instrumento F5, conforme descrito por Ananda-Garcia et al.¹⁵

O comprimento real de instrumentação foi estabelecido em 15mm e o ápice radicular vedado com resina composta fotoativada (Filtek Z350; Espe 3M, Ribeirão Preto, SP, BR). A cada troca de instrumento, os canais radiculares foram irrigados com 5mL de solução de hipoclorito de sódio a 2.5% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, BR). Como solução de irrigação final foi utilizado EDTA a 17% (Biodinâmica, Ibiporã, PR, BR), seguido de 5mL de NaOCl a 2.5%.

Os canais radiculares foram obturados com cimento à base de resina epóxi (AH Plus; Kontaz, Germany) e guta percha F5, pela técnica do cone único. E vedado com cimento provisório (Coltosol; Coltene, Rio de Janeiro, RJ, BR) e as raízes mantidas em estufa, com umidade relativa a 100%, a 37°C, por 7 dias.

Foram aleatoriamente divididos em três grupos (n=30), para realizar o preparo do conduto de acordo com o protocolo de irrigação, sem irrigação, irrigação alternada e irrigação contínua. Após esse preparo cada grupo foi subdividido em outros três (n=10), onde um foi analisado a presença de resíduos e contagem de túbulos dentinários abertos sobre a superfície dentinária, o outro para avaliar a resistência de união do cimento RelyX Ultimate, e o outro a resistência de união do cimento Allcem Core, para cada tipo de irrigação.

Protocolos de preparo intrarradicular avaliados

As raízes obturadas foram submetidas a um dos seguintes protocolos de preparos intrarradicular para pino:

WI: Brocas de Largo #1 e #2 (Dentsply, Petrópolis, RJ, BR) foram inicialmente utilizadas para realizar a desobturação do canal radicular, na extensão de 12mm. Imediatamente após, a broca White Post DC1 e DC2 (FGM, Joinville, SC, Brasil) foi utilizada para a finalização do preparo. Nenhuma irrigação foi realizada durante a realização do preparo.

AI: A mesma sequência utilizada no protocolo de preparo descrita no WI foi utilizada neste grupo, mas o espaço intrarradicular foi irrigado com 20mL de água destilada em cada troca de instrumento rotatório. A cânula de irrigação (Navitip 30G; Ultradent, South Jordan, UT, USA) foi introduzida na extensão de 10 mm da cervical da raiz e realizada a irrigação com movimentos de cervical para apical, com 2 mm de extensão.

CI: A sequência de preparo intrarradicular foi similar ao descrito anteriormente. Entretanto, durante o preparo intrarradicular, a irrigação foi realizada continuamente na abertura cervical da raiz com água destilada saindo do dispositivo de irrigação do contra-ângulo.

Após a conclusão do preparo para pino, todos os canais radiculares foram irrigados com 5mL de água destilada e secos com ponta de papel absorvente.

Avaliação da presença de resíduos

Em trinta raízes, com seus condutos já preparados conforme protocolos de irrigação supracitados (n=10), foram confeccionados dois sulcos longitudinais, na face vestibular e palatina das raízes, com um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), até próximo ao canal radicular. Em seguida, as raízes foram

clivadas com auxílio de um cinzel reto (Golgran, São Caetano do Sul, SP, Brasil), garantido assim que a superfície interna não sofresse nenhum outro tipo de agressão senão o de desobturação do tratamento endodôntico.

A face radicular distal foi a selecionada para a análise da incidência de resíduos sobre a dentina. Os terços cervical, médio e apical foram demarcados em uma distância de 3, 6 e 9mm da cervical para apical.

Os espécimes inicialmente foram desidratados em câmara contendo sílica gel, por 7 dias. Após este período, os espécimes foram montados em *stubs* metálicos específicos e analisados em microscópio eletrônico de varredura (JEOL; Peabody, MA, USA), com magnificação de 500x. A incidência de resíduos foi classificada de acordo com Serafino et al.⁹

Contagem de túbulos dentinários abertos

Essa mesma imagem foi utilizada para enumerar a quantidade de túbulos abertos na superfície dentinária. A contagem foi realizada com o auxílio do programa Image J, conforme descrito por Escalante-Otárola et al.¹⁶

Resistência de União

As outras sessenta raízes devidamente submetidas a um dos protocolos de preparo previamente descritos tiveram pinos de fibra de vidro cimentados com diferentes cimentos resinosos (n=10, cada grupo).

O tratamento do pino de fibra seguiu-se com a limpeza da superfície com ácido fosfórico 37% e aplicado duas camadas de silano (Prosil; FGM, Joinville, SC, Brasil) sobre toda a sua superfície, os grupos que foram cimentados com o sistema adesivo convencional, condiciona-e-lava, tiveram o adesivo passado no pino e devidamente fotopolimerizados por 20 segundos.

Três grupos (com as diferentes formas de irrigação) foram submetidos ao protocolo recomendado pelo fabricante de aplicação do adesivo autocondicionante Universal (Scotchbond Universal; 3M Deutschland GmbH, Neuss, Germany). Após a inserção do cimento resinoso dual convencional (RelyX Ultimate; 3M ESPE, St Louis, USA), o pino de fibra foi devidamente posicionado intrarradicular e o conjunto submetido à fotoativação por 20s, em cada face da cervical radicular.

Outros três grupos seguiu os mesmos procedimentos, contudo utilizado o sistema adesivo Ambar APS (FGM, Joinville, SC, Brasil) – incluindo o ácido fosfórico

37%, visto que se trata de um sistema condiciona-e-lava – e o cimento dual Allcem Core (FGM, Joinville, SC, Brasil) e fotoativação por 20s.

Os espécimes foram posicionados em matrizes plásticas e preenchidas com resina poliéster (MaxiRuber, Diadema, SP, Brasil). Após 24 horas, o conjunto foi removido das matrizes plásticas e três secções, com espessura de $2.0 \pm 0.1\text{mm}$, foram obtidas dos terços cervical, médio e apical do espaço preparado para pino, respectivamente a 1.0mm, 5.0mm e 8.0mm da face cervical radicular, conforme descrito por Ramos et al.⁴

Os espécimes de cada terço foram submetidas ao teste de *push-out*, na máquina ensaio eletromecânica (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil), com a velocidade de 0,5mm/min e célula de carga de 5kN, até o completo deslocamento do conjunto sistema de cimentação e pino de fibra das paredes do espaço do canal radicular. A força requerida para o deslocamento foi obtida em N (Newton) e convertida em MPa (MegaPascal), de acordo com Guiotti et al.¹⁷

Em seguida, os espécimes foram analisados em estereomicroscópio, com aumento de 20X, para a classificação do padrão de fratura, conforme descrito por Elnaghy.¹¹ O padrão de fratura foi classificado como:

- tipo 1 (adesiva): falha entre o pino de fibra e o sistema de cimentação;
- tipo 2 (adesiva): falha entre a dentina e o sistema de cimentação;
- tipo 3 (coesiva): falha dentro do sistema de cimentação;
- tipo 4 (mista): falha com dois ou mais tipos de padrão de fratura simultâneos.

Análise estatística

Os resultados obtidos na análise da presença de resíduos foram submetidos ao teste de Kruskal Wallis e Dunn ($P = 0.05$). Os resultados obtidos na contagem de túbulos abertos na superfície dentinária e os obtidos na avaliação da resistência de união do sistema de cimentação na dentina do espaço para pino foram inicialmente submetidas ao teste de Shapiro-Wilk e posteriormente aos testes de ANOVA e Tukey ($P = 0.05$).

RESULTADOS

A tabela 1 demonstra a média dos escores atribuídos à incidência de túbulos dentinários abertos na superfície dentinária nos diferentes terços do espaço preparado para pino. A figura 1 demonstra a incidência de resíduos sobre a superfície dentinária, em função dos protocolos de preparo e terço do espaço radicular preparado para pino.

A tabela 2 demonstra a média aritmética e desvio padrão (em MPa) da resistência de união do sistema de cimentação (Scotchbond Universal e RelyX Ultimate ou Ambar e AllCem Core), em função do protocolo de limpeza no preparo radicular do espaço para pino.

Em relação à resistência de união, no terço cervical do espaço para pino, o protocolo de preparo com irrigação constante, independentemente do tipo de sistema de cimentação (SU-RU e A-AC) demonstraram os maiores valores em relação aos demais protocolos ($P < 0.05$). Não houve diferença entre os demais protocolos de limpeza do espaço para pino ($P > 0.05$).

No terço médio do espaço para pino, RU-CI proporcionou o maior valor de resistência de união ($P < 0.05$). Por outro lado, os menores valores de resistência de união foram demonstrados pelos espécimes em que foram utilizados o adesivo dentinário condiciona-e-lava e cimento resinoso convencional (Ambar e AllCem Core), independentemente do protocolo de limpeza ($P < 0.05$).

No terço apical, RU-CI demonstrou o maior valor de resistência de união ($P < 0.05$), em relação aos demais grupos, que demonstraram valores similares entre si ($P > 0.05$).

A figura 2 demonstra a incidência do padrão de fratura, após o teste de *push-out*, nos terços do espaço preparado para pino.

Tabela 1. Média aritmética e desvio padrão da incidência de túbulos dentinários abertos na superfície dentinária, nos diferentes terços do espaço preparado para pino.

	WI	AI	CI
Terço	média (desvio padrão)	média (desvio padrão)	média (desvio padrão)
Cervical	3.40 ^b (1.17)	69.0 ^a (8.85)	73.4 ^a (13.60)
Médio	1.60 ^b (0.96)	59.20 ^a (6.59)	64.40 ^a (6.05)
Apical	1.70 ^a (0.67)	2.20 ^a (1.54)	2.70 ^a (1.25)

^{ab} Letras diferentes na mesma linha indica diferença significantes ($P < 0.05$). WI: sem irrigação; AI: irrigação alternada; CI: irrigação contínua.

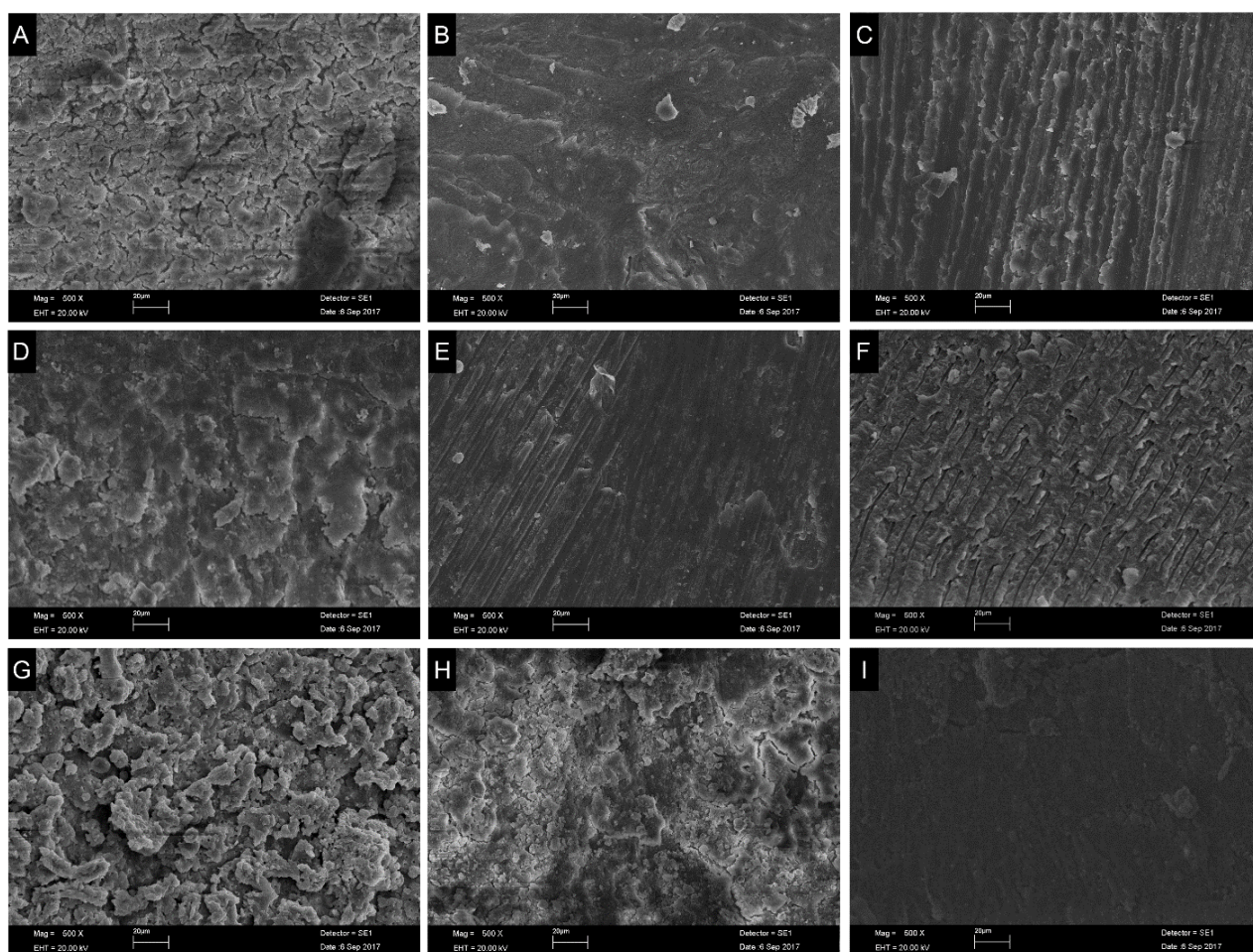


Figura 1. Imagem representativa (500X) da presença de resíduos na superfície dentinária, em função dos protocolos de preparo para pino: (A,D,G), sem irrigação (WI), respectivamente terço cervical, médio e apical; (B,E,F), irrigação alternada (AI), respectivamente terço cervical, médio e apical; (C,F,I), irrigação contínua, respectivamente terço cervical, médio e apical. Escala de 20µm.

Tabela 2. Média aritmética e desvio padrão da resistência de união (em Mpa) do sistema de cimentação do pino de fibra em função dos terços do substrato dentinário do espaço preparado para pino.

Terço	WI		AI		CI	
	RU	AC	RU	AC	RU	AC
Cervical	35.50 ^b	28.65 ^b	36.33 ^b	28.92 ^b	51.61 ^a	47.81 ^a
	(3.56)	(3.39)	(7.65)	(8.27)	(7.33)	(4.59)
Médio	35.17 ^b	21.63 ^c	36.57 ^b	23.93 ^c	47.45 ^a	25.77 ^c
	(6.19)	(3.39)	(8.70)	(6.13)	(7.93)	(3.21)
Apical	25.56 ^b	24.06 ^b	30.39 ^b	25.21 ^b	46.42 ^a	25.19 ^b
	(5.02)	(3.14)	(6.15)	4.99	(5.62)	(4.77)

^{abc} Letras diferentes na mesma linha indica diferença significantes ($P < 0.05$). WI: sem irrigação; AI: irrigação alternada; CI: irrigação contínua. RU: RelyX Ultimate; AC: Allcem Core.

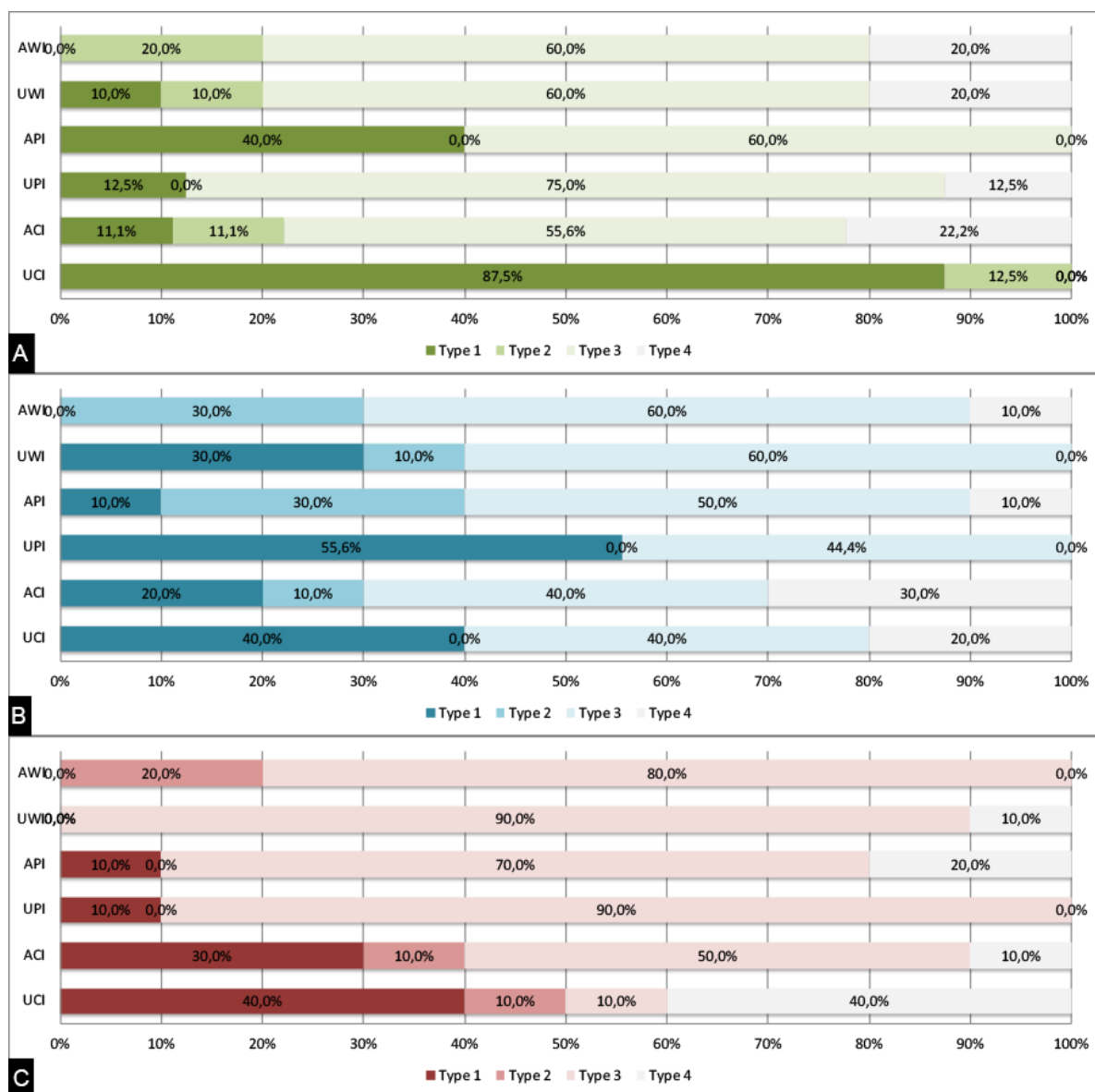


Figura 2 Frequência da incidência do padrão de fratura em função dos protocolos de preparo do espaço para pino e terço do espaço do pino de fibra. (A), terço cervical; (B), terço médio; (C), terço apical; Tipo 1 (adesiva), pino de fibra / sistema de cimentação; Tipo 2 (adesiva), dentina / sistema de cimentação; Tipo 3 (coesiva), no sistema de cimentação e tipo 4 (mista), dois ou mais tipos de padrão de fratura

DISCUSSÃO

Todos os protocolos de preparo do espaço para pino mantiveram a presença de resíduos sobre a superfície dentinária, que interferiram sobre a magnitude da resistência de união do sistema de cimentação com o adesivo na dentina radicular, com exceção dos grupos que utilizaram irrigação contínua que tiveram uma maior resistência de união. Portanto, a hipótese nula foi rejeitada.

A presença de resíduos sobre a superfície da dentina do canal radicular pode interferir negativamente sobre a interface adesiva, podendo comprometer a adesão dos materiais envolvidos no substrato dentinário.^{6,17,18} Uma vez que a estabilização do pino de fibra tem relação direta com a qualidade da sua cimentação no canal radicular, é crucial que resíduos formados durante o preparo do espaço para pino, tanto originados do desgaste da dentina como também da remoção dos materiais da obturação endodôntica, não precipitem na dentina radicular.^{1,9,10}

Em nosso estudo, por meio da avaliação com microscopia eletrônica de varredura (500X), observamos que independentemente do terço ou protocolo de preparo utilizado, houve intensa presença de resíduos sobre a dentina do espaço para pino (Figura 1), contudo os protocolos com irrigação AI e CI, nos terços que tinham maior acesso à refrigeração (cervical e médio) apresentaram uma superior incidência de túbulos abertos (tabela 1). Dois fatores podem ter contribuído para que esta precipitação tenha ocorrido: a. uso de instrumentos rotatórios (Largo, DC1 e DC2) para a remoção da obturação endodôntica e conformação radicular do espaço para pino; b. deficiência do método de irrigação no protocolo de preparo radicular.^{12,13,19,20}

Durante o preparo do espaço para pino com instrumentos rotatórios ocorre um aumento médio da temperatura local de 2,3°C até 15,6°C, com o maior incremento de temperatura detectado durante o uso das brocas de Peeso.^{11,19} Por outro lado, a guta percha alfa-phase sofre deformações em sua estrutura molecular quando a temperatura está próxima à 65°C e/ou após diversos ciclos de aquecimento e resfriamento.^{21,22}

Em nosso estudo, utilizamos as brocas de Largo, DC1 e DC2 para o preparo do espaço para pino, que possuem morfologia similar à das brocas de Peeso.³⁻⁶ Adicionalmente, a guta percha utilizada para a obturação endodôntica foi a alfa-fase. Consequentemente, acreditamos que devido ao calor gerado por estes instrumentos rotatórios houve a deformação e plastificação da guta percha, que precipitou sobre a superfície dentinária, conforme observado na figura 1.^{20,23}

O método de irrigação também pode ter influenciado na presença de resíduos na dentina do espaço para pino.^{9,10} Pode-se notar que a irrigação contínua no terço cervical apresentou melhores resultados em todas as análises, nos outros terços e/ou AI, apesar de ter tido algum tipo de irrigação, é possível que o método utilizado não tenha sido o suficientemente capaz de promover uma adequada refrigeração do local,

o que facilitou a precipitação de resíduos, principalmente de guta percha, na dentina radicular.¹⁹

É importante ressaltar que, a solução de irrigação no AI pode também ter sofrido um aquecimento durante o preparo, pois ela foi apenas repostada em cada troca de instrumento rotatório. Em relação ao CI, apesar de ter sido com irrigação contínua durante a realização do preparo, é possível que a difusão da solução de irrigação não tenha sido o suficiente por todos os terços para proporcionar o resfriamento do local, devido à adaptação dos instrumentos rotatórios à anatomia do canal radicular.

Entretanto, quando a dentina foi avaliada com magnificação (500x) e foi também possível quantificar a eventual presença de túbulos dentinário abertos, ou seja, desobstruídos. Nos terços cervical e médio do espaço para pino, WI demonstrou a menor quantidade de túbulos dentinário abertos em relação aos demais protocolos de preparo. Nós acreditamos que, ainda que precariamente, a irrigação tenha permitido uma discreta limpeza da superfície dentinária e/ou menor precipitação de resíduos na embocadura dos túbulos dentinários, como observado nas situações de retratamento dos canais radiculares.^{19,20}

Já no terço apical, todos os protocolos foram similares entre si, possivelmente devido à maior dificuldade do método e/ou da solução irrigadora atingir este local, uma vez que é a região mais crítica para a limpeza do canal radicular.²⁰ Uma observação curiosa do perfil de desgaste da dentina e dos resíduos, seguindo o sentido de rotação do instrumento rotatório, como demonstrado na figura 1, sugere que houve a discreta participação da irrigação nos terços cervical e médio, seja alternada ou contínua, endossando a nossa hipótese de que a solução irrigadora praticamente não atingiu o terço apical.

Embora na análise da presença de resíduos, não tenha havido diferenças entre os protocolos de preparo, uma maior exposição da dentina nestes terços foi observada por meio da análise da incidência de túbulos dentinários abertos. Portanto, acreditamos que nos terços cervical e médio do espaço para pino, tenha ocorrido uma melhor interação com o sistema de cimentação com o substrato dentinário adjacente, justificando os maiores valores de resistência de união nestes terços.

Entretanto, devido à maior dificuldade na irrigação do terço apical no protocolo com a AI, como anteriormente discutido, o protocolo de preparo com a CI favoreceu o maior valor de resistência de união em relação aos demais grupos. Resultados

análogos são observados nas obturações de canais radiculares após diversos protocolos de irrigação endodôntica.²⁴

A falha do tipo coesiva foi o fator predominante em todos os grupos analisados, independente do tipo de irrigação durante o espaço protético e o cimento utilizado.

Sendo assim, diante dos resultados obtidos em nosso estudo, acreditamos que existe uma íntima relação entre o protocolo de preparo para o espaço de pino de fibra, sob diferentes métodos de irrigação, e a retenção do sistema de cimentação com cimentos resinosos, por efeitos direto sobre a interface adesiva com o substrato dentinário.

CONCLUSÃO

O protocolo de preparo do espaço para pino favoreceu a presença de resíduos sobre a superfície dentinária do canal radicular, apresentando menor prejuízo no terço cervical e médio quando considerado a presença de refrigeração nesse preparo, o qual ressaltou maior incidência de túbulos dentinários abertos, demonstrando melhores resultados de resistência de união.

REFERÊNCIAS

1. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR & Pereira-Cenci T (2014) The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies *Operative Dentistry* 39(1) 31-44.
2. Victorino KR, Kuga MC, Duarte MA, Cavenago BC, Só MV & Pereira JR (2016) The effects of chlorhexidine and ethanol on push-out bond strength of fiber posts *Journal Conservative Dentistry* 19 96-100.
3. Heling I, Gorfil C, Slutzky H, Kopolovic K, Zalkind M & Slutzky-Goldberg I (2002) Endodontic failure caused by inadequate restorative procedures: Review and treatment recommendations *Journal Prosthetic Dentistry* 87 674-678.
4. Ramos ATPR, Belizário LG, Jordão-Basso KCF, Shinohara AL & Kuga MC (2018) Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface using two fiber posts cementation systems *Photodiagnosis Photodynamic Therapy* 24 136-141.
5. Ramos ATPR, Garcia Belizário L, Venção AC, Fagundes Jordão-Basso KC, de Souza Rastelli AN, de Andrade MF & Kuga MC (2018) Effects of photodynamic

- therapy on the adhesive interface of fiber posts cementation protocols *Journal of Endodontics* 44 173-178.
6. Belizário LG, Kuga MC, Castro-Núñez GM, Escalante-Otárola WG, Só MVR & Pereira JR (2018) Effects of different peracetic acid formulations on post space radicular dentin *Journal Prosthetic Dentistry* 120 92-98.
 7. Pereira JR, Rosa RA, Só MV, Afonso D, Kuga MC, Honório HM, Valle AL & Vidotti HA (2014) Push-out bond strength of fiber posts to root dentin using glass ionomer and resin modified glass ionomer cements *Journal of Applied Oral Science* 22 390-396.
 8. Lipski M, Mrozek J & Drozdziak A (2010) Influence of water cooling on root surface temperature generated during post space preparation *Journal of Endodontics* 36 713–716.
 9. Serafino C, Gallina G, Cumbo E & Ferrari M (2004) Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 97 381-387.
 10. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Monticelli F, Goracci C & Ferrari M (2006) Ultrasound effects after post space preparation: An SEM study *Journal of Endodontics* 32 549-552.
 11. Elnaghy AM (2014) Effect of QMix irrigant on bond strength of glass fibre posts to root dentine *International Endodontics Journal* 47 280-289.
 12. Duarte MA, Só MV, Cimadon VB, Zucatto C, Vier-Pelisser FV & Kuga MC (2010) Effectiveness of rotary or manual techniques for removing a 6-year-old filling material *Brazilian Dental Journal* 21 148-152.
 13. Só MV, De Figueiredo JA, Freitas Fachin EV, Húngaro Duarte MA, Pereira JR, Kuga MC & Da Rosa RA (2012) Clinical microscopic analysis of ProTaper retreatment system efficacy considering root canal thirds using three endodontic sealers *Microscopy Research and Technique* 75 1233-1236.
 14. Rodrigues CT, Duarte MAH, Guimarães BM, Vivan RR & Bernardineli N (2017) Comparison of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment *Brazilian Oral Research* 18(31) 113.
 15. Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Vitorino KR, Chávez-Andrade GM, Duarte MA, Bonetti-Filho I, Faria G & Só MV (2013) Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer *Microscopy Research and Technique* 76 533-537.
 16. Escalante-Otárola WG, Castro-Núñez GM, Jordão-Basso KCF, Guimarães BM, Palma-Dibb RG & Kuga MC (2018) Evaluation of dentin desensitization protocols on the dentinal surface and their effects on the dentin bond interface *Journal of Dentistry* 75 98-104.
 17. Guiotti FA, Kuga MC, Duarte MA, Sant'Anna AJ & Faria G (2014) Effect of calcium hydroxide dressing on push-out bond strength of endodontic sealers to root canal dentin *Brazilian Oral Research* 28.
 18. Magro MG, Kuga MC, Aranda-Garcia AJ, Victorino KR, Chávez-Andrade GM, Faria G, Keine KC & Só MV (2015) Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer *International Endodontics Journal* 48 478-483.

19. Kilic K, Er O, Kilinc HI, Aslan T, Bendes E, Sekerci AE & Aslantas V (2013) Infrared thermographic comparison of temperature increases on the root surface during dowel space preparations using circular versus oval fiber dowel systems *Journal Prosthodontic* 22 203-207.
20. Tjan AH & Abbate MF (1993) Temperature rise at root surface during post-space preparation *Journal Prosthetic Dentistry* 69(1) 41-45.
21. Briseño Marroquín B, Wolf TG, Schürger D & Willershausen B (2015) Thermoplastic properties of endodontic gutta-percha: a thermographic in vitro study *Journal of Endodontics* 41 79-82.
22. Cheng YA, Huang SH, Hsien HC, Chiang YC & Lin CP (2014) Influence of cyclic heating on physical property and biocompatibility of α - and β -form gutta-percha *Journal of the Formosan Medical Association* 113 498-505.
23. García-Cuerva M, Horvath L, Pinasco L, Ciparelli V, Gualtieri A, Casadoumecaq AC, Rodríguez P & Gonzalez-Zanotto C (2017) Root surface temperature variation during mechanical removal of root canal filling material. An in vitro study *Acta odontológica Latinoamericana* 30(1) 33-38.
24. Oliveira B, Ubaldini A, Baesso ML, Andrade L, Lima SM, Giannini M, Hernandez L & Pascotto RC (2018) Chemical interaction and interface analysis of self-etch adhesives containing 10-MDP and methacrylamide with the dentin in noncarious cervical lesions *Operative Dentistry* 43 253-265.

3.2 Publicação 2

EFEITO DO PROTOCOLO DE IRRIGAÇÃO DURANTE O PREPARO RADICULAR SOBRE A INTERFACE DE ADESÃO COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE CIMENTAÇÃO DE PINO DE FIBRA*

*** Formatação de acordo com as normas do periódico *Journal of Endodontics***

Resumo

Introdução: O objetivo desse estudo foi avaliar a penetrabilidade dentinária, incidência de formação e extensão de *tags* na dentina do espaço para pino, respectivamente por meio de microscopia confocal a laser e eletrônica de varredura (500X), após os diferentes protocolos de preparo e diferentes sistemas de cimentação, nos terços cervical, médio e apical. **Métodos:** Para tal foram utilizados sessenta incisivos, aleatoriamente separados em seis grupos (n=10), onde foram separados de acordo com o tipo de irrigação utilizado, sem irrigação (WI), irrigação alternada (AI) e irrigação contínua (CI) e dois diferentes sistemas de cimentação do pino (Allcem Core e RelyX Ultimate). **Resultados:** Como resultados foi encontrado uma maior penetrabilidade dentinária quando utilizado o a irrigação contínua e o cimento resinoso RelyX Ultimate, no terço cervical e médio. As demais comparações, independentemente do sistema de cimentação e/ou protocolo de preparo radicular para pino de fibra foram similares entre si ($P > 0.05$). **Conclusões:** Foi possível concluir que a utilização de irrigação contínua contribui positivamente na qualidade da adesão, de forma geral.

Key Words: gutta-percha, fiber posts.

Introdução

Os pinos de fibra de vidro são úteis para auxiliar na retenção de restaurações coronárias em dentes tratados endodonticamente, pois possuem propriedades mecânicas similares à dentina, com melhor efeito estético e otimização dos passos operatório em relação aos dos pinos metálicos (1,2). Para serem utilizados há necessidade da realização de um preparo do conduto radicular, com a remoção parcial do material obturador endodôntico e parte da dentina adjacente ao canal radicular (3,4).

Os instrumentos rotatórios são os mais utilizados para o preparo radicular, tanto para a remoção do material de obturação endodôntica como também para ampliar e dar conformação ao canal radicular, por remoção da dentina adjacente (5,6). Entretanto, principalmente devido ao atrito que ocorre entre estes instrumentos e a dentina e/ou com o material de obturação endodôntica, há um aumento da temperatura no local e na superfície externa radicular e precipitação de restos do material obturador com resquícios de dentina (3,7).

O aumento da temperatura durante o preparo para pino pode ocasionar danos aos tecidos periodontais, desencadeando reabsorções radiculares e anquilose dento-alveolar (8,9). Entretanto, o mais crítico é que a elevação da temperatura, após o uso de instrumentos rotatórios no canal radicular, pode ocasionar a solubilização parcial da guta percha e/ou cimento endodôntico, que por sua vez precipitam sobre a superfície dentinária (6,10).

Por sua vez, estes resíduos podem influenciar negativamente sobre a interface de adesão entre o substrato dentinário e o sistema de cimentação de pinos de fibra, similar ao que ocorre com os cimentos endodônticos na obturação dos canais radiculares (11,12). Partículas de dentina, fragmentos de cimento endodôntico e/ou guta percha e resíduos da medicação intracanal podem atuar como uma barreira física, dificultando a interação dos sistemas de cimentação com a dentina radicular.13,14

O uso de brocas no interior do canal radicular, durante o preparo do espaço para pino, pode elevar a temperatura do local, devido ao atrito com a dentina e/ou com materiais utilizados na obturação dos canais radiculares (7,9,15) Por outro lado, a irrigação com água durante o preparo do espaço para pino minimiza significativamente a elevação da temperatura na superfície externa radicular (3). Entretanto, há dúvidas se esta irrigação poderia ser alternada, ou seja, apenas preenchendo o canal radicular

com a solução irrigadora a cada troca de instrumento rotatório ou, se necessariamente, utilizada de forma contínua durante toda a realização do preparo intrarradicular.

As estratégias contemporâneas de cimentação de pinos de fibras utilizam preferencialmente cimentos resinosos duais associados ao sistema adesivo, condiciona-e-lava ou autocondicionante (16-18). Uma vez que os mecanismos de adesão destes sistemas adesivos são diferentes, onde os condiciona-e-lava estão diretamente dependentes da microrretenção originada a partir da hibridização com a dentina, e os autocondicionantes mais relacionados com a interação química dos monômeros acídicos com íons metálicos, principalmente presentes na hidroxiapatita, qualquer barreira física sobre a superfície dentinária pode interferir negativamente sobre a formação de uma adequada interface adesiva (19-21).

Desta forma, é interessante avaliar se diferentes protocolos de irrigação durante o preparo para pino podem minimizar a presença de resíduos sobre a dentina do espaço para pino.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a penetrabilidade dentinária, incidência de formação e extensão de *tags* na dentina do espaço para pino, respectivamente por meio de microscopia confocal a laser e eletrônica de varredura (500X), após o protocolo de preparo sob irrigação alternada ou contínua. A hipótese nula foi de que não há diferenças entre os grupos avaliados.

Materiais e métodos

Após aprovação da Comissão de Ética em Pesquisa em Animais, sessenta incisivos bovinos extraídos hígidos, com anatomia radicular similar e desprovidos de alterações estruturais, foram selecionados e mantidos em solução de timol a 0,1%, na temperatura de 4°C até o momento do uso. Previamente ao uso, foram lavados em água corrente por 12 horas.

As raízes foram mensuradas na extensão de 16mm a partir do ápice radicular, e as coroas descartadas. Na sequência, o preparo químico-mecânico e a obturação dos canais radiculares foram realizados com o sistema de instrumentação rotatório Protaper e obturado com cone de guta percha e cimento endodôntico a base de resina epóxi (AH Plus; Kontaz, Germany), conforme descrito por Aranda-Garcia et al. (11). Após a condensação vertical da obturação endodôntica, a abertura cervical foi vedada

com cimento provisório (Coltosol; Coltene, Rio de Janeiro, RJ, BR) e as raízes mantidas em estufa, com umidade relativa a 100%, a 37°C, por 7 dias.

Grupos avaliados

Após a realização do tratamento endodôntico, as raízes foram aleatoriamente divididas em 6 grupos (n=10), de acordo com o protocolo de irrigação realizado durante o método de preparo do espaço protético e com o sistema de cimentação do pino de fibra. O quadro 1 descreve o nome comercial, composição química e procedência dos materiais utilizados nos sistemas de cimentação de pino de fibra.

Quadro 01. Descrição do nome comercial, marca do produto, local de fabricação e composição dos sistemas de cimentos resinosos duais e adesivos utilizados.

	Nome comercial	Marca	Local de fabricação	Composição
Cimentos Resinosos duais	RelyX Ultimate	3M ESPE	St. Paul, MN, US	Pó de vidro, 2-Propanóico, 2-Metil-, 1,1'-[1-(Hidroximetil)-1,2-Etanodilo] Ester, Produtos Da Reação Com 2-Hidroxi-1,3-Propanodilo-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, sal de cobre (2+)
	Allcem Core	FGM	Joinville, SC, Br	Pasta base: monômeros metacrilatos (com TEGDMA, BisEMA e BisGMA), conforoquinona, co-iniciadores, micropartículas de vidro de bário-alumínio-silicatos, nanopartículas de dióxido de silício, pigmentos inorgânicos e conservantes. Pasta Catalisadora: monômeros metacrilatos, peróxido de dibenzoila, estabilizantes e micropartículas de vidro de bário-alumínio-silicato.
Adesivos	Scotchbond Universal	3M	St. Paul, MN, USA	MDP, resina dimetacrilato resinosos, HEMA, pó de vidro, carga, etanol, água, e silano.
	Ambar APS	FGM	Joinville, SC, Br	MDP (10-Metacrilóiloxidecil dihidrogênio fosfato) Monômeros Metacrílicos, Fotoiniciadores, Co-iniciadores e estabilizante. Ingredientes Inativos: Carga Inerte (nanopartículas de sílica) e Veículo (etanol).

O preparo do espaço protético intracanal foi realizado com a broca Largo #1, largo #2 (Dentsply, Petrópolis, RJ, BR), broca do sistema de pinos DC#1 e DC#2 (White Post DC System; FGM, Joinville, SC, BR), no comprimento de 13mm.

Os protocolos de preparo do espaço para pino foram:

- SU-RU-WI: Durante o preparo para pino, não foi realizado o procedimento de irrigação. Imediatamente após, o sistema adesivo autocondicionante (Scotchbond Universal; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) foi vigorosamente aplicado em toda a extensão do espaço para pino, com auxílio de uma escova apropriada, tipo microbrush (KG Sorensen, Cotia, SP, BR). Em seguida, o cimento resinoso dual (RelyX Ultimate; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) foi inserido no canal radicular, com dispositivo apropriado para inserção cimento no conduto radicular, e o pino de fibra devidamente posicionado (White Post #2; FGM, Joinville, SC, BR). Todos os passos foram seguindo as recomendações do fabricante.

- SU-RU-AI: Durante o preparo para pino, foi realizado o procedimento de irrigação alternada. Inicialmente, foi preparado o espaço protético com a broca de Largo #1, na extensão de 13mm, sem qualquer procedimento de irrigação. Na sequência, a cada troca de instrumento rotatório, o espaço preparado para pino foi irrigado com 5mL de água destilada e mantido preenchido. A irrigação final foi realizada novamente com 5mL de água destilada e o canal radicular seco com pontas de papel absorvente. Após a conclusão do preparo, um pino de fibra #2 (White Post DC System; FGM, Joinville, PR, BR) foi cimentado com o sistema de cimentação similar ao grupo anterior.

- SU-RU-CI: Durante o preparo para pino, foi realizado o procedimento de irrigação contínua. Neste protocolo, a irrigação foi realizada durante toda a fase de preparo do espaço para pino, com irrigação de água destilada diretamente sobre as brocas utilizadas para desobturação. Ao final, o espaço preparado para o pino de fibra foi irrigado com 5mL de água destilada e seco com pontas de papel absorvente. O pino de fibra #2 foi cimentado com o sistema de cimentação similar ao grupo anterior.

- A-AC-WI: Similar ao SU-RU-WI, porém utilizando o sistema adesivo condiciona-e-lava (Ambar; FGM, Joinville, SC, BR) e o cimento resinoso dual (AllCem Core; FGM, Joinville, SC, BR), conforme recomendação do fabricante.

- A-AC-AI: Similar ao SU-RU-AI, porém utilizando o sistema adesivo condiciona-e-lava (Ambar; FGM, Joinville, SC, BR) e o cimento resinoso dual (AllCem Core; FGM, Joinville, SC, BR), conforme recomendação do fabricante.
- A-AC-CI: Similar ao SU-RU-CI, porém utilizando o sistema adesivo condiciona-e-lava (Ambar; FGM, Joinville, SC, BR) e o cimento resinoso dual (AllCem Core; FGM, Joinville, SC, BR), conforme recomendação do fabricante.

Durante a cimentação foi incorporada a rodamina B no sistema adesivo Ambar APS e Scotchbond Universal, na proporção de 0,01% em massa, para que fosse possível a avaliação da penetrabilidade dentinária, conforme protocolo de Bim Junior et al. (22).

Imediatamente após o processo de cimentação, os espécimes foram verticalmente posicionados e centralizados em uma matriz de PVC (21,3mm de diâmetro X 20,0mm de comprimento). As matrizes foram preenchidas com resina poliéster (Maxi Rubber, Diadema, SP, Brasil), mantendo 1,0mm do segmento cervical da raiz fora da inclusão. Todo o conjunto permaneceu intacto por 24 horas, para que ocorresse a completa polimerização da resina.

Após a desinclusão, os espécimes foram seccionados transversalmente ao seu longo eixo, utilizando um disco diamantado adaptado em máquina de corte para tecidos duros (Isomet; Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA), sob intensa refrigeração. Três secções foram obtidas, com espessura de 2,0mm $\pm$ 0.1, dos terços apical, médio e cervical do espaço para pino de cada raiz. As secções cervical, média e apical foram obtidas, respectivamente, a partir de 1,0mm, 5,0mm e 8,0mm da face cervical da raiz. As irregularidades das secções foram removidas com lixa d'água com granulação #1200 (Norton, São Paulo, SP, BR), conforme descrito por Ramos et al.(1).

Avaliação da penetrabilidade dentinária

As secções obtidas foram analisadas sob microscópio confocal à laser com aumento de 20X para determinar a extensão de penetração do cimento nos túbulos dentinários. As imagens obtidas foram analisadas pelo software Image J, devidamente calibrado tomando-se por base a régua adaptada nos espécimes.

As imagens foram divididas em quadrantes. Em cada um dos quadrantes foram obtidas dez mensurações da penetração do cimento resinoso na dentina, sendo

obtidas quarenta medidas em cada espécime. A média aritmética obtida entre estas medidas, em micrometros, foi o valor representativo da penetrabilidade do cimento resinoso para cada espécime.

Avaliação da camada híbrida

Após a análise em microscopia confocal, a face cervical de cada uma das secções, foi submetida à análise microscópica para avaliação da incidência de *tags* entre o sistema de cimentação e a dentina radicular, nos terços cervical, médio e apical radicular.

Os espécimes foram polidos com lixa na granulação #1200 e lavados em câmara de ultrassom, por 3 minutos, para a remoção de eventuais resíduos. Na sequência, foram em ácido clorídrico 6N, por 30 segundos, lavadas em água destilada e, novamente imersas em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, BR), por 10 minutos e finalmente lavadas também em água destilada por outros 10 minutos.

Após os espécimes estarem secos, foram obtidas impressões individualizadas, com vinil polissiloxano (Express XT; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA), da superfície preparada e obtidas réplicas em resina epóxi (Buehler, São Paulo, SP, Brasil). Os procedimentos de montagem em stubs metálicos e metalização foram realizados conforme descrito por Aranda-Garcia et al.(11).

Em seguida, uma imagem do quadrante superior esquerdo do perímetro do espaço para pino foi obtido por meio de microscopia eletrônica de varredura, com magnificação de 500X, conforme descrito por Magro et al. (12) Na sequência, a incidência de *tags* no substrato dentinário foi classificada, por meio de escores, de acordo com a ocupação da área analisada: Escore 0, ausência de formação de *tags*; Escore 1, 1% a 25% da área em análise com presença de *tags* no substrato dentinário; Escore 2, 25,1% a 50% da área em análise com presença de *tags* no substrato dentinário; Escore 3, 50,1% a 75% da área em análise com presença de *tags* no substrato dentinário; Escore 4, 75,1% a 100% da área em análise com presença de *tags* no substrato dentinário.

Avaliação da extensão de *tags*

As mesmas imagens utilizadas para avaliar a incidência de *tags*, foram utilizadas para avaliar a extensão destes no interior da dentina. Para tanto, foi utilizada

a ferramenta Image J, onde a extensão de 10 a 15 *tags* mais extensos foram mensuradas e a média (em μm) transformada em escores: Escore 1. extensão de *tags* menor que 50 μm ; Escore 2. extensão de *tags* entre 51 μm a 100 μm ; Escore 3. extensão de *tags* entre 101 μm a 150 μm ; Escore 4. extensão de *tags* acima de 150 μm .

Análise estatística

Os resultados obtidos na avaliação da penetrabilidade dentinária do sistema de cimentação, por meio da microscopia confocal a laser, nos terços do espaço radicular preparado para pino, foram submetidos aos testes de ANOVA e Tukey ($p = 0.05$). Os resultados obtidos na avaliação da incidência e a extensão intradentinária de *tags* formados, analisados por meio de microscopia eletrônica de varredura, foram submetidos aos testes de Kruskal Wallis e Dunn ($P = 0.05$).

Resultados

Penetrabilidade dentinária

O grupo A-AC-CI demonstrou maior penetrabilidade dentinária que A-AC-WI ($P < 0.05$). As demais comparações, independentemente do sistema de cimentação e/ou protocolo de preparo radicular para pino de fibra foram similares entre si ($P > 0.05$). No terço apical, A-AC-CI demonstrou a maior penetrabilidade dentinária, em relação aos demais grupos ($P < 0.05$) que, por sua vez, foram similares entre si ($P > 0.05$).

A tabela 1 demonstra a média aritmética e desvio padrão da magnitude de penetração dentinária do sistema de cimentação, em função do protocolo de preparo radicular para pino de fibra. A figura 1 e 2 ilustra o padrão de penetrabilidade dentinária do sistema de cimentação de pino de fibra (SU-RU e A-AC, respectivamente) após o protocolo de preparo do espaço para pino.

Tabela 1. Média aritmética e desvio padrão (em μm) da penetrabilidade dentinária do sistema de cimentação, em função do protocolo de preparo radicular para pino de fibra.

		Cervical	Médio	Apical
	WI	64.96 (24.45) ^{ab}	66.04 (12.17) ^{ab}	57.92 (11.69) ^b
SU-RU	AI	144.42 (34.96) ^b	99.33 (27.77) ^b	78.31 (10.11) ^b
	CI	113.35 (47.35) ^{ab}	130.79 (67.33) ^{ab}	90.40 (9.41) ^b
	WI	52.49 (15.70) ^{ab}	44.45 (17.24) ^{ab}	67.44 (19.44) ^b
A-AC	AI	149.76 (86.46) ^{ab}	133.41 (84.87) ^{ab}	88.62 (10.41) ^b
	CI	164.65 (61.71) ^a	155.75 (66.98) ^a	137.75 (35.87) ^a

^{ab} Letras diferentes na mesma coluna indica diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$). SU-RU, Scotchbond Universal e RelyX Ultimate; A-AC, Ambar e AllCem Core; WI, sem irrigação; AI, irrigação alternada; CI, irrigação contínua.

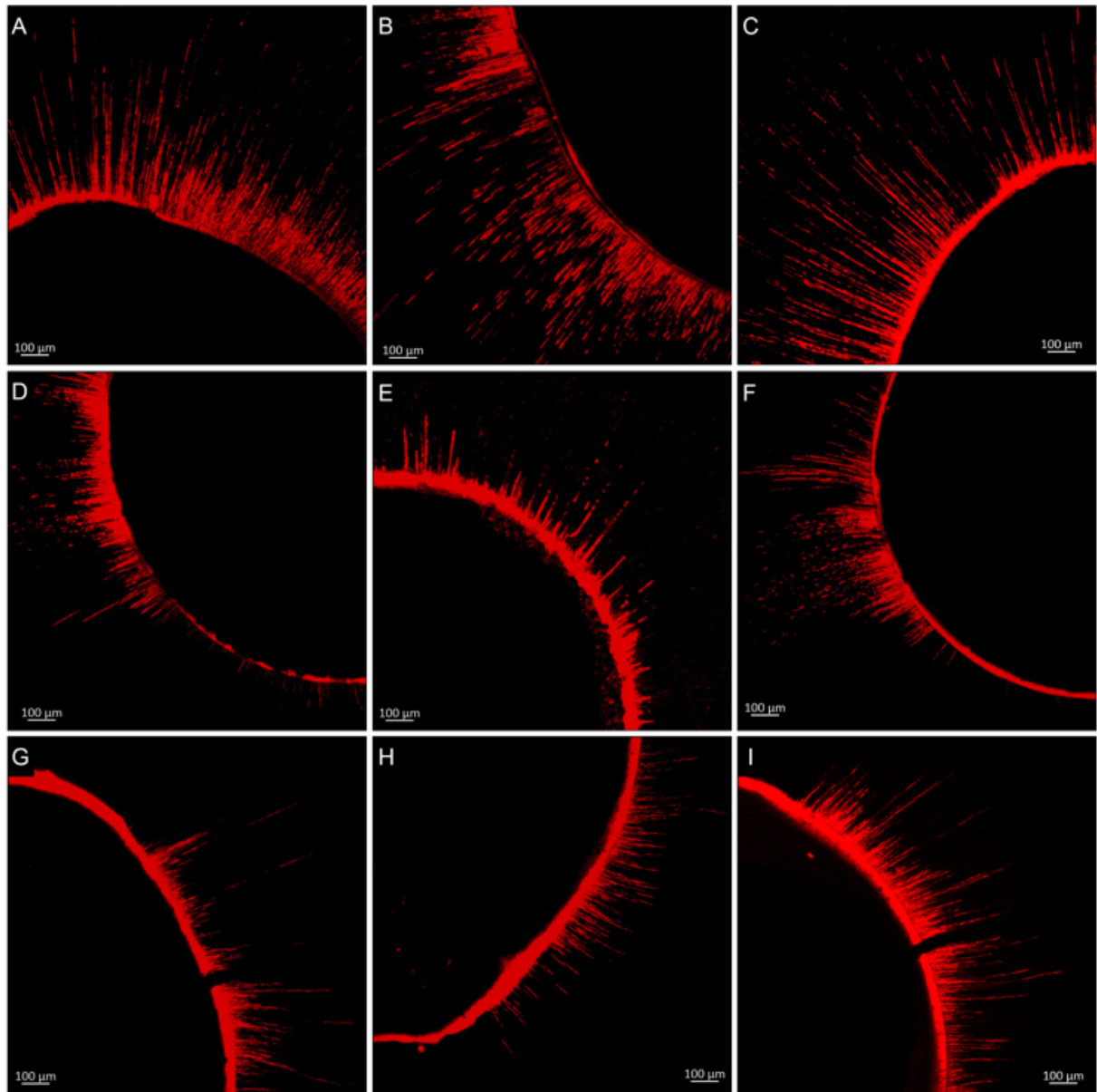


Figura 1. Imagem representativa do padrão de penetrabilidade dentinária do sistema de cimentação de pino de fibra, com adesivo Scotchbond Universal e cimento RelyX Ultimate (SU-RU) após o protocolo de preparo do espaço para pino. (A) Terço cervical, preparo sem irrigação; (B) Terço cervical, preparo com irrigação alternada; (C) Terço cervical, preparo com irrigação contínua; (D) Terço médio, preparo sem irrigação; (E) Terço médio, preparo com irrigação alternada; (F) Terço médio, preparo com irrigação contínua; (G) Terço apical, preparo sem irrigação; (H) Terço apical, preparo com irrigação alternada; (I) Terço apical, preparo com irrigação contínua.

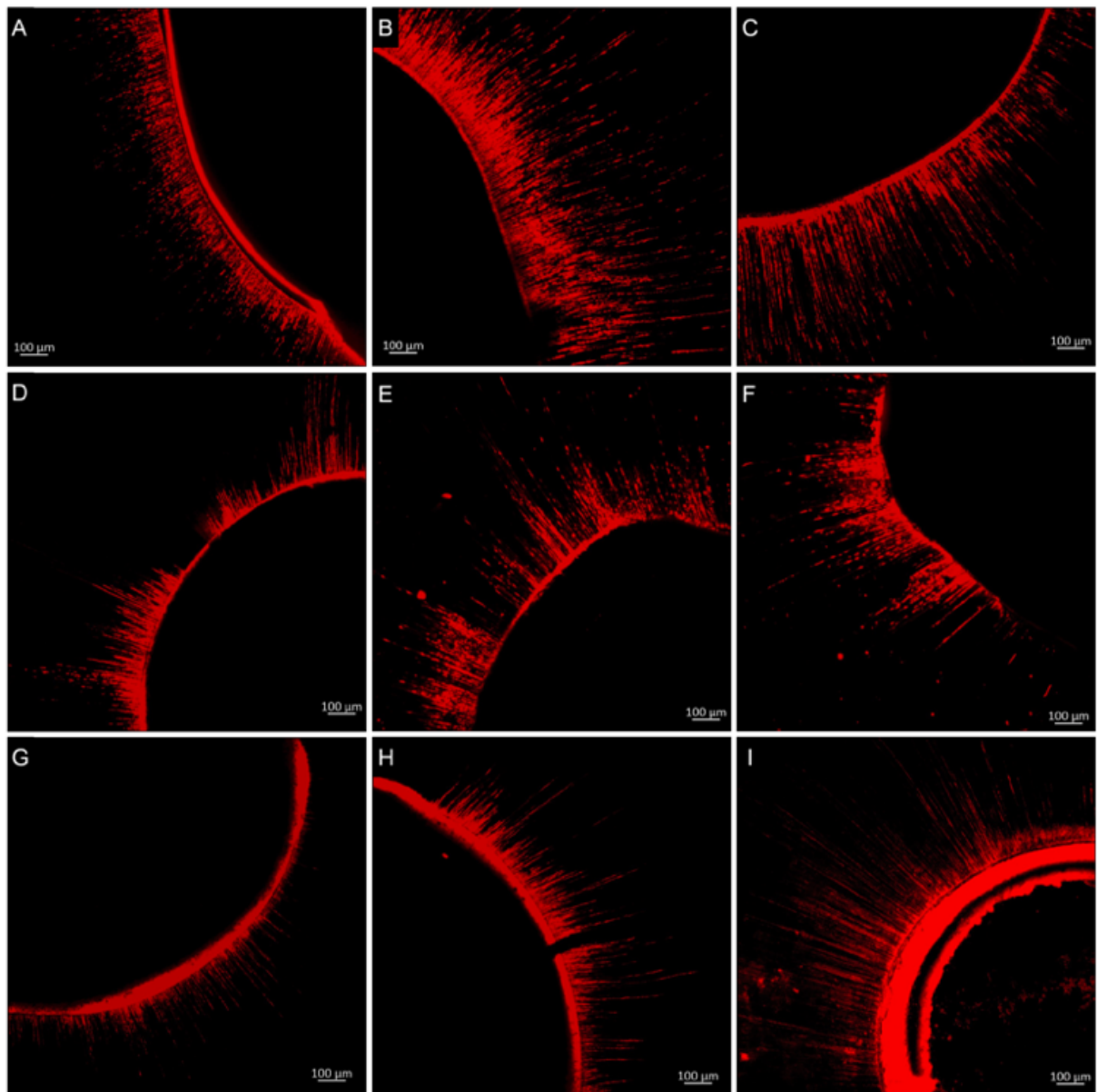


Figura 2. Imagem representativa do padrão de penetrabilidade dentinária do sistema de cimentação de pino de fibra, com adesivo convencional Ambar APS e cimento Allcem Core (A-AC) após o protocolo de preparo do espaço para pino. (A) Terço cervical, preparo sem irrigação; (B) Terço cervical, preparo com irrigação alternada; (C) Terço cervical, preparo com irrigação contínua; (D) Terço médio, preparo sem irrigação; (E) Terço médio, preparo com irrigação alternada; (F) Terço médio, preparo com irrigação contínua; (G) Terço apical, preparo sem irrigação; (H) Terço apical, preparo com irrigação alternada; (I) Terço apical, preparo com irrigação contínua.

Incidência de *tags*

No terço cervical do espaço radicular preparado para pino, o protocolo de preparo com irrigação contínua proporcionou a maior incidência de *tags* no substrato dentinário, para ambos os sistemas de cimentação, em relação aos demais espécimes ($P < 0.05$). Por outro lado, o protocolo de preparo sem irrigação, independentemente

do sistema de cimentação utilizado, proporcionou a menor incidência de formação de *tags* no substrato dentinário ($P < 0.05$).

No terço médio do espaço radicular preparado para pino, o protocolo de preparo com irrigação contínua proporcionou a maior incidência de *tags* no substrato dentinário em relação aos demais grupos ($P < 0.05$), que foram similares entre si ($P > 0.05$). Por outro lado, os sistemas de cimentação de pino, independentemente do protocolo de preparo radicular, proporcionaram similar incidência de *tags* no substrato dentinário do terço apical do espaço radicular preparado para pino.

A tabela 2 demonstra a mediana, valor máximo e mínimo, primeiro e terceiro quartil dos escores atribuídos à incidência de *tags* na área determinada por meio de microscopia eletrônica de varredura (500X), nos terços do espaço radicular preparado para pino. As figuras 3 e 4 ilustram o padrão da incidência de *tags* em função dos sistemas de cimentação SU-RU e A-AC, respectivamente, após os protocolos de preparo radicular para pino.

Tabela 2. Mediana, valor máximo e mínimo, primeiro e terceiro quartil dos escores atribuídos à incidência de *tags* na área determinada por meio de microscopia eletrônica de varredura (2.000X), nos terços do espaço radicular preparado para pino.

			Cervical	Médio	Apical
SU-RU	WI	Mediana (Vmx-Vmn)	1 (2-1) ^b	1 (2-1) ^b	1 (2-1) ^a
	AI	Mediana (Vmx-Vmn)	2 (2-1) ^b	1 (2-1) ^b	1 (2-1) ^a
	CI	Mediana (Vmx-Vmn)	3 (4-3) ^a	3 (4-3) ^a	2 (3-1) ^a
A-AC	WI	Mediana (Vmx-Vmn)	1 (2-1) ^b	1 (2-1) ^b	1 (2-1) ^a
	AI	Mediana (Vmx-Vmn)	2 (2-2) ^b	1 (2-1) ^b	1 (2-1) ^a
	CI	Mediana (Vmx-Vmn)	3 (4-3) ^a	3 (4-3) ^a	2 (2-1) ^a

^{ab} Letras diferentes na mesma coluna indica diferença estatisticamente significante ($p < 0.05$). SU-RU, Scotchbond Universal e RelyX Ultimate; A-AC, Ambar e AllCem Core; WI, sem irrigação; AI, irrigação alternada; CI, irrigação contínua; Vmx, valor máximo; Vmn, valor mínimo.

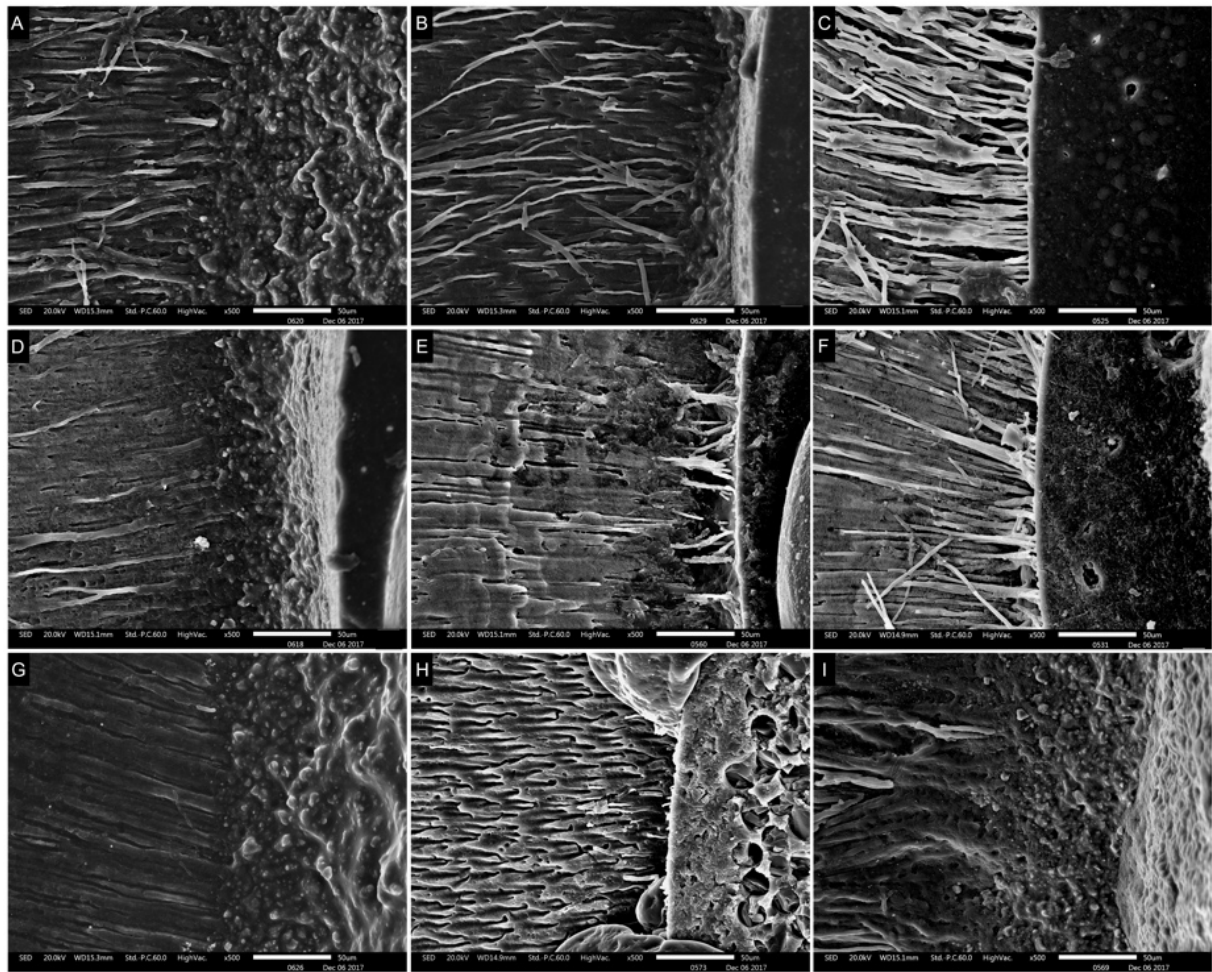


Figura 3. Imagem representativa do padrão de incidência de *tags* em função do sistema de cimentação RelyX Ultimate (SU-RU). Imagem de microscopia eletrônica de varredura. Terço cervical, preparo sem irrigação; (B) Terço cervical, preparo com irrigação alternada; (C) Terço cervical, preparo com irrigação contínua; (D) Terço médio, preparo sem irrigação; (E) Terço médio, preparo com irrigação alternada; (F) Terço médio, preparo com irrigação contínua; (G) Terço apical, preparo sem irrigação; (H) Terço apical, preparo com irrigação alternada; (I) Terço apical, preparo com irrigação contínua.

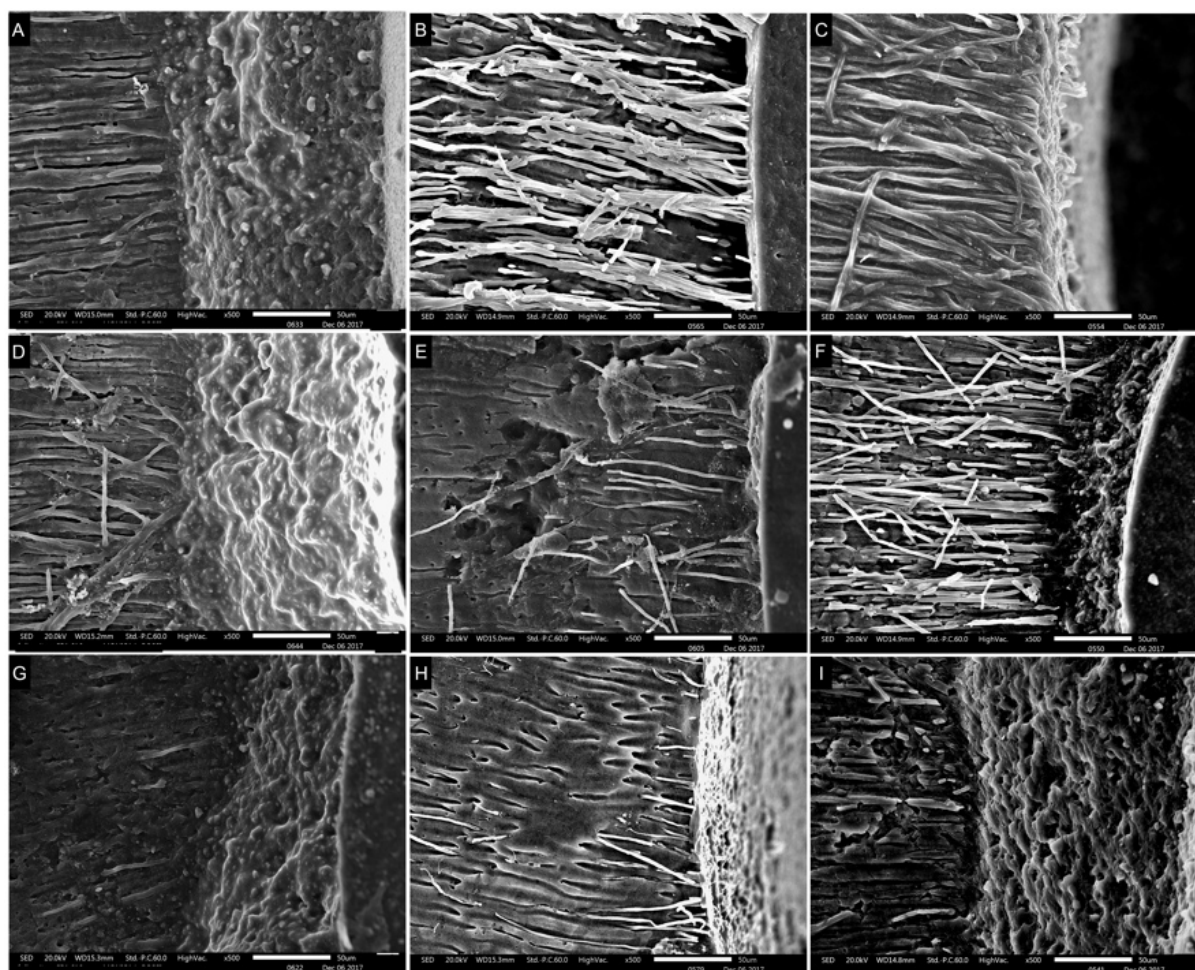


Figura 4. Imagem representativa do padrão de incidência de *tags* em função do sistema de cimentação Allcem Core (A-AC). Imagem de microscopia eletrônica de varredura. Terço cervical, preparo sem irrigação; (B) Terço cervical, preparo com irrigação alternada; (C) Terço cervical, preparo com irrigação contínua; (D) Terço médio, preparo sem irrigação; (E) Terço médio, preparo com irrigação alternada; (F) Terço médio, preparo com irrigação contínua; (G) Terço apical, preparo sem irrigação; (H) Terço apical, preparo com irrigação alternada; (I) Terço apical, preparo com irrigação contínua.

Extensão de *tags*

No terço cervical do espaço radicular preparado para pino, o protocolo de preparo com irrigação contínua proporcionou os maiores padrões de extensão de *tags* no substrato dentinário, independentemente do sistema de cimentação de pino utilizado ($P < 0.05$). Por outro lado, quando os sistemas de cimentação foram utilizados após o protocolo de preparo radicular sem irrigação, o padrão de extensão dos *tags* foi significativamente inferior aos demais protocolos de preparo, independentemente do sistema de cimentação utilizado ($P < 0.05$).

Nos terços médio e apical do espaço radicular preparo não houve diferença em relação ao padrão de extensão de *tags* na dentina, independentemente do sistema de cimentação e protocolo de preparo radicular utilizado ($P > 0.05$).

A tabela 3 demonstra a mediana, valor máximo e mínimo, primeiro e terceiro quartil dos escores atribuídos à incidência de *tags* na área determinada por meio de microscopia eletrônica de varredura (500X), nos terços do espaço radicular preparado para pino. As figuras 5 e 6 ilustram o padrão da extensão de *tags* em função dos sistemas de cimentação SU-RU e A-AC, respectivamente, após os protocolos de preparo radicular para pino.

Tabela 3. Mediana, valor máximo e mínimo dos escores atribuídos ao padrão de extensão de *tags* (em μm) no substrato dentinário, em função do sistema de cimentação, protocolo de preparo radicular e terço do espaço preparado para pino.

			Cervical	Médio	Apical
SU-RU	WI	Mediana (Vmx-Vmn)	2 (2-1) ^b	2 (3-1) ^a	1 (3-1) ^a
	AI	Mediana (Vmx-Vmn)	2 (2-1) ^{ab}	2 (2-1) ^a	2 (3-2) ^a
	CI	Mediana (Vmx-Vmn)	4 (4-3) ^a	2 (2-1) ^a	2 (3-2) ^a
A-AC	WI	Mediana (Vmx-Vmn)	2 (2-1) ^{ab}	2 (2-1) ^a	2 (3-1) ^a
	AI	Mediana (Vmx-Vmn)	2 (2-2) ^{ab}	2 (2-1) ^a	2 (3-1) ^a
	CI	Mediana (Vmx-Vmn)	4 (4-3) ^a	2 (2-1) ^a	3 (3-2) ^a

^{ab} Letras diferentes na mesma coluna indica diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$). SU-RU Scotchbond Universal e RelyX Ultimate; A-AC, Ambar e AllCem Core; WI, sem irrigação; AI, irrigação alternada; CI, irrigação contínua; Vmx, valor máximo; Vmn, valor mínimo.

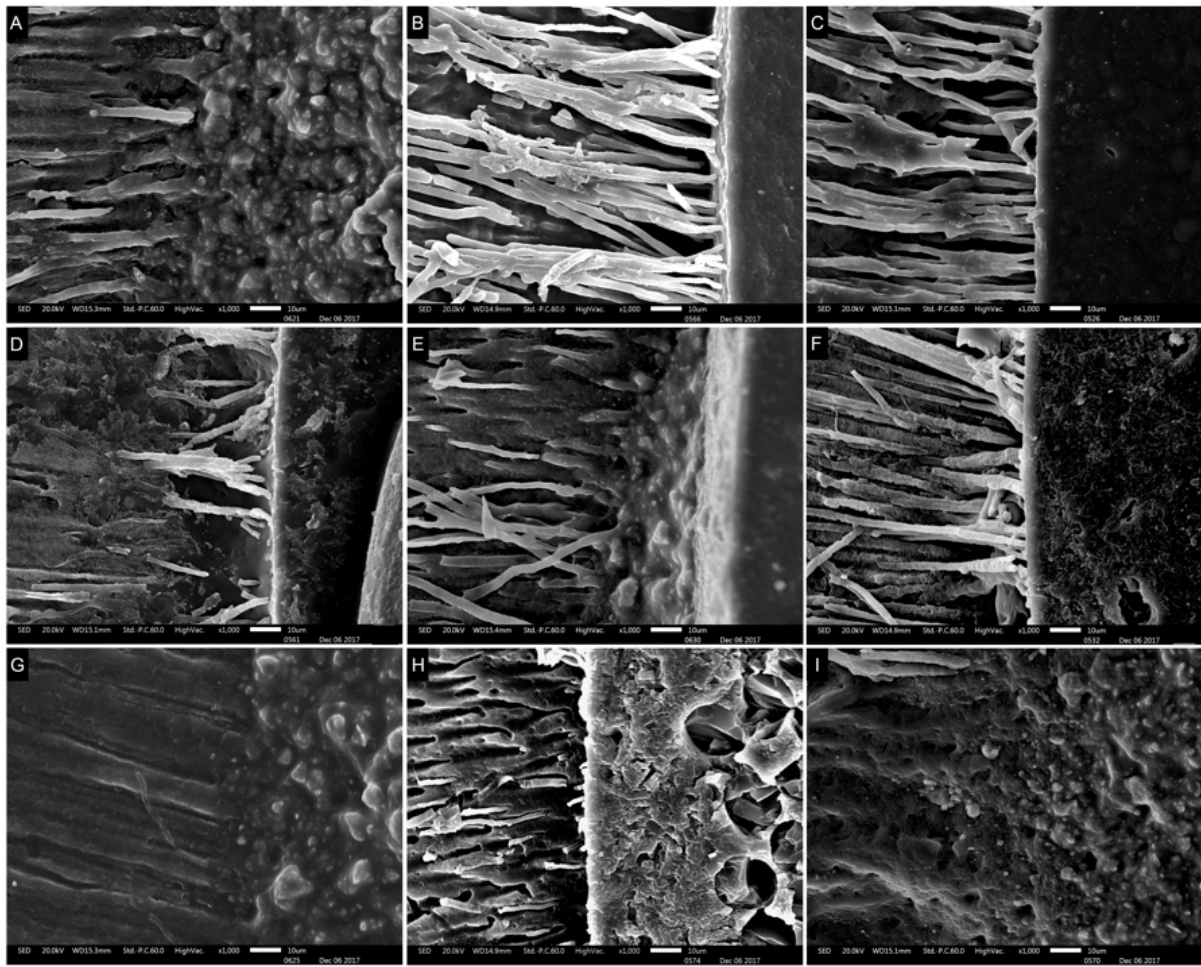


Figura 5. Imagem representativa do padrão de extensão de *tags* em função do sistema de cimentação RelyX Ultimate (SU-RU). Imagem de microscopia eletrônica de varredura. Terço cervical, preparo sem irrigação; (B) Terço cervical, preparo com irrigação alternada; (C) Terço cervical, preparo com irrigação contínua; (D) Terço médio, preparo sem irrigação; (E) Terço médio, preparo com irrigação alternada; (F) Terço médio, preparo com irrigação contínua; (G) Terço apical, preparo sem irrigação; (H) Terço apical, preparo com irrigação alternada; (I) Terço apical, preparo com irrigação contínua.

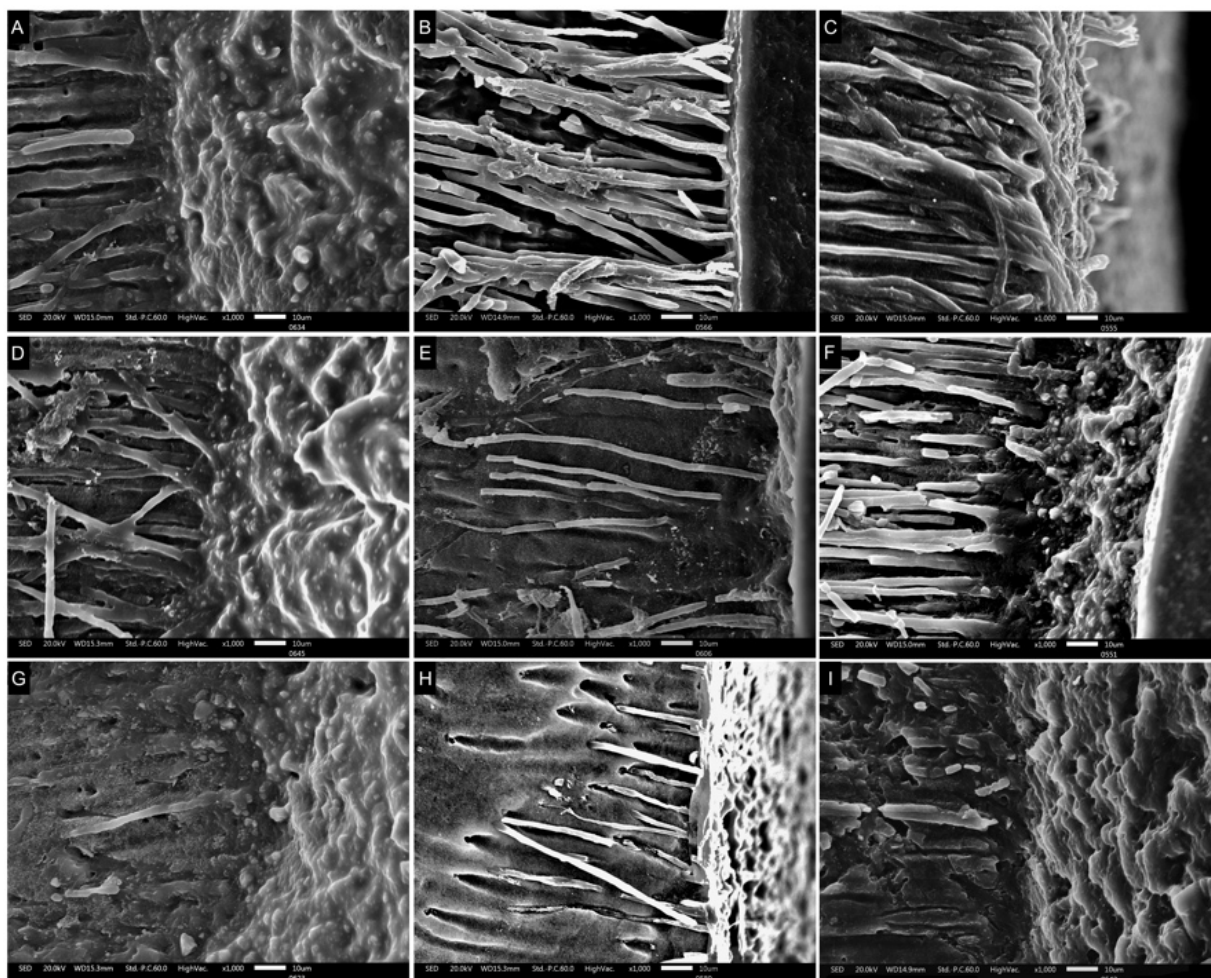


Figura 6. Imagem representativa do padrão de extensão de *tags* em função do sistema de cimentação Allcem Core (A-AC). Imagem de microscopia eletrônica de varredura. Terço cervical, preparo sem irrigação; (B) Terço cervical, preparo com irrigação alternada; (C) Terço cervical, preparo com irrigação contínua; (D) Terço médio, preparo sem irrigação; (E) Terço médio, preparo com irrigação alternada; (F) Terço médio, preparo com irrigação contínua; (G) Terço apical, preparo sem irrigação; (H) Terço apical, preparo com irrigação alternada; (I) Terço apical, preparo com irrigação contínua.

Discussão

Os que grupos que utilizaram um dos protocolos de irrigação tiveram maior penetrabilidade nos túbulos dentinários. Assim como em relação a criação de tags tiveram maior sucesso os grupos com irrigação contínua e todos os grupos foram similares nos terços apicais. O padrão de extensão de *tags* no substrato dentinário, quando os sistemas de cimentação foram utilizados após o protocolo de preparo radicular sem irrigação, demonstraram-se significativamente menores aos utilizados após o protocolo com irrigação constante.

Pudemos verificar que tanto a penetrabilidade dentinária quanto a incidência de tags, ou seja, a camada híbrida, foi prejudicada nos grupos que utilizaram o protocolo

de preparo sem irrigação, fator esse que relacionamos a justificativa de que o calor gerado pelo atrito da fresa com a dentina radicular e, conseqüentemente, a massa produzida pela lama dentinária juntamente a guta-percha (23), influenciou negativamente em nossos resultados.

Sabemos que o preparo do espaço para pino com instrumentos rotatórios provoca um aumento da temperatura local, principalmente durante o uso das brocas de Peeso (15,24), as quais possuem morfologia similar às brocas utilizadas em nosso estudo, Largo, DC1 e DC2, para o preparo do espaço para pino (1,2,4). E a guta-percha sofre deformação em sua estrutura molecular após diversos ciclos de aquecimento e resfriamento (25,26). Os fatos supracitados justificam o surgimento de um precipitado sobre a superfície dentinária, que acreditamos ter sido produzido devido ao calor gerado por estes instrumentos rotatórios, plastificação da guta percha e lama dentinária (27,30), o que influenciou negativamente nos fatores determinantes da qualidade de adesão encontrados em nosso estudo.

Consideramos que o atrito provocado pelos instrumentos rotatórios no tratamento endodôntico seja similar ao provocado pelos instrumentos rotatórios no preparo do conduto para pino, devido a semelhança anatômica dos instrumentos, assim como os movimentos realizados.

Dessa forma corroboramos com o encontrado por Lipski et al. (3) em seu estudo, onde verificaram que o jateamento de água contínuo na superfície cervical da raiz durante a realização de tratamento endodôntico com instrumentos rotatórios, reduz significativamente o aumento de temperatura gerado pela preparação do espaço e, conseqüentemente, diminui seus efeitos deletérios. Assim como os autores concluíram que o resfriamento contínuo reduz significativamente o aumento de temperatura gerado pela preparação do espaço o que promove baixo risco de dano ao tecido periodontal circundante, podemos relacionar à diminuição dos fatores prejudiciais a qualidade de adesão, ou seja, menor quantidade de precipitado na superfície dentinária, assim como promover uma limpeza, mesmo que superficial, desse precipitado, fatos esses considerados vantajosos para a qualidade do substrato dentinário para promover a adesão desejada pelo sistema de cimentação de pinos.

Encontramos em nossos resultados de penetrabilidade dentinária (tabela 1) que os grupos que utilizaram protocolo de irrigação contínua (CI) mostraram melhores resultados em comparação a irrigação alternada (AI), e essa foi significativamente superior aos resultados encontrados nos grupos com protocolo de preparo sem

irrigação (WI). Semelhante ao encontrado nos resultados de formação de camada híbrida (tabela 2), onde CI mostrou-se significativamente com melhores resultados que AI, contudo AI estatisticamente semelhante ao WI. Podemos entender que a AI, apesar de oferecer algum tipo de resfriamento à dentina do conduto radicular, é possível que a difusão da solução de irrigação não tenha sido o suficientemente capaz de promover uma adequada refrigeração do local, visto que a água inserida no conduto não foi renovada durante todo o uso do instrumento, apenas repostada em cada troca de instrumento rotatório, o que facilitou a precipitação de resíduos, principalmente de guta percha, na dentina radicular e afetou negativamente à qualidade de adesão (07).

No estudo de Brown et al.28, os autores afirmam que a temperatura usada para plastificar a guta-percha foi a partir de 60°C, o que seria muito mais do que necessário para alterações dos tecidos periapicais. Motivos como esse, juntamente a baixa condutibilidade térmica da dentina (29), e a refrigeração do protocolo de preparo para pino, quando existente, devem ser levados em consideração quando trata-se de qualidade de substrato dentinário em promover adesão de qualidade satisfatória.

Não se sabe quantos graus são necessários para, independente da baixa condutibilidade térmica da dentina (29), alterar física e quimicamente o substrato dentinário e seja suficiente influenciar negativamente a qualidade de adesão oferecida pelo substrato. Contudo, os resultados mostram que, em simulação do que acontece clinicamente, essa alteração foi suficiente de um prejuízo à qualidade da adesão.

O dano está relacionado não apenas ao aumento da temperatura da região, mas também ao período de tempo (> 1 minuto) pelo qual o tecido é submetido ao aumento da temperatura (8,30). Assim podemos levar em consideração a técnica de preparo do conduto radicular para a cimentação de um pino de fibra de vidro.

Uma vez que a estabilização do pino de fibra tem relação direta com a qualidade da sua cimentação no canal radicular, é crucial que resíduos formados durante o preparo do espaço para pino, tanto originados do desgaste da dentina como também da remoção dos materiais da obturação endodôntica, não precipitem na dentina radicular e proporcionem que esse substrato ofereça boas condições de uma qualidade de adesão (6,16,10)

Nós acreditamos que, ainda que precariamente, a irrigação tenha permitido uma melhoria na qualidade da superfície dentinária, favorecendo assim sua passibilidade

de receber o sistema adesivo, como observado nas situações de retratamento dos canais radiculares (31,32).

Dessa forma, diante dos resultados obtidos, acreditamos que existe uma íntima relação entre o protocolo do preparo do conduto radicular para cimentação de pino de fibra, sob diferentes métodos de irrigação, e a retenção do sistema de cimentação com cimentos resinosos, por efeitos direto sobre a interface adesiva com o substrato dentinário. Sendo assim, sugerimos uma intensa refrigeração do local, ao fazer-se o preparo do conduto radicular para cimentação de pinos.

Referencias

1. Ramos ATPR, Belizário LG, Jordão-Basso KCF, Shinohara AL, Kuga MC. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface using two fiber posts cementation systems. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2018;24:136-41.
2. Ramos ATPR, Belizário LG, Venção AC, Fagundes Jordão-Basso KC, Rastelli ANS, de Andrade MF, et al. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface of fiber posts cementation protocols. *J Endod* 2018;44:173-8.
3. Lipski M, Mrozek J, Drożdżik A. Influence of water cooling on root surface temperature generated during post space preparation. *J Endod* 2010;36:713-6.
4. Belizário LG, Kuga MC, Castro-Núñez GM, Escalante-Otárola WG, Só MVR, Pereira JR. Effects of different peracetic acid formulations on post space radicular dentin. *J Prosthet Dent* 2018;120:92-8.
5. Tsintsadze N, Garcia M, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Effect of Reciproc endodontic treatment with three different post space preparation instruments on fiber post retention. *Am J Dent* 2015;2(8):251-4.
6. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*.2004;97:381-7.
7. Kilic K, Er O, Kilinc HI, Aslan T, Bendes E, Sekerci AE, Aslantas V. Infrared thermographic comparison of temperature increases on the root surface during dowel space preparations using circular versus oval fiber dowel systems. *J Prosthodont* 2013;22:203-7.
8. Eriksson JH, Sundström F. Temperature rise during root canal preparation--a possible cause of damage to tooth and periodontal tissue. *Swed Dent J* 1984;8:217-23.
9. Gokturk H, Ozkocak I, Taskan MM, Aytac F, Karaarslan ES. In vitro evaluation of temperature rise during different post space preparations. *Eur J Dent* 2015;9:535-41
10. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Monticelli F, Goracci C, Ferrari M. Ultrasound effects after post space preparation: An SEM study. *J Endod* 2006;32:549-52.
11. Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Vitorino KR, Chávez-Andrade GM, Duarte MA, Bonetti-Filho I, et al. Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer. *Microsc Res Tech* 2013;76:533-7.

12. Magro MG, Kuga MC, Aranda-Garcia AJ, Victorino KR, Chávez-Andrade GM, Faria G, et al. Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer. *Int Endod J* 2015;48:478-83.
13. Lee BS, Lin YC, Chen SF, Chen SY, Chang CC. Influence of calcium hydroxide dressing and acid etching on the push-out bond strengths of three luting resins to root canal dentin. *Clin Oral Investig* 2014;18:489-98.
14. Zare Jahromi M, Barekattain M, Ravanbod S, Ranjbarian P, Kousehlar S. Comparison of Endodontic Medicaments on Bond Strength of Fiber Post to Root Dentin Using Resin Cement. *J Dent* 2017;18:56-60.
15. Tjan AH, Abbate MF. Temperature rise at root surface during post-space preparation. *J Prosthet Dent* 1993 Jan;69(1):41-5.
16. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Oper Dent* 2014;39(1):31-44.
17. Shafiei F, Mohammadparast P, Jowkar Z. Adhesion performance of a universal adhesive in the root canal: Effect of etch-and-rinse vs. self-etch mode. *PLoS One* 2018;9;13:e0195367.
18. Almulhim KS, Oliveira-Haas L, Farhangpour A. Effect of resin cement, aging process, and root level on the bond strength of fiber-posts: An in vitro study. *Am J Dent* 2016;29:255-60.
19. Akimoto N, Sakamoto T, Kubota Y, Kondo Y, Momoi Y. A novel composite-to-composite adhesive bond mechanism. *Dent Mater J* 2011;30:523-7.
20. Oliveira B, Ubaldini A, Baesso ML, Andrade L, Lima SM, Giannini M, Hernandez L, Pascotto RC, et al. Chemical interaction and interface analysis of self-etch adhesives containing 10-MDP and methacrylamide with the dentin in noncarious cervical lesions. *Oper Dent* 2018;43:253-65.
21. Lorenzoni E Silva F, Pamato S, Kuga MC, Só MV, Pereira JR. Bond strength of adhesive resin cement with different adhesive systems. *J Clin Exp Dent* 2017;1;9:96-100.
22. Bim Júnior O, Cebim MA, Atta MT, Machado CM, Francisconi-Dos-Rios LF, Wang L. Determining optimal fluorescent agent concentrations in dental adhesive resins for imaging the tooth/restoration interface. *Microsc Microanal* 2017;23:122-30.
23. Dimitrov SI, Gueorgieva TZ, Dogandzhiyska V, Angelov I. *In vitro* investigation of influence of temperature rising on periodontal tissue during endodontic treatment. *J IMAB* 2009;15:32-5.
24. García-Cuerva M, Horvath L, Pinasco L, Ciparelli V, Gualtieri A, Casadoumécq et al. Root surface temperature variation during mechanical removal of root canal filling material. An in vitro study. *Acta Odontol Latinoam* 2017 Apr;30(1):33-8.
25. Briseño Marroquín B, Wolf TG, Schürger D, Willershausen B. Thermoplastic properties of endodontic gutta-percha: a thermographic in vitro study. *J Endod* 2015;41:79-82.
26. Cheng YA, Huang SH, Hsien HC, Chiang YC, Lin CP. Influence of cyclic heating on physical property and biocompatibility of α - and β -form gutta-percha. *J Formos Med Assoc* 2014;113:498-505.
27. Duarte MA, Só MV, Cimadon VB, Zucatto C, Vier-Pelisser FV, Kuga MC. Effectiveness of rotary or manual techniques for removing a 6-year-old filling material. *Braz Dent J* 2010;21:148-52.

28. Brown WS, Dewey WA, Jacobs HR. Thermal properties of teeth. *J Dent Res* 1970;49:752-5.
29. Sweatman TL, Baumgartner JC, Sakaguchi RL. Radicular temperatures associated with thermoplasticized gutta-percha. *J Endod* 2001;27:512-5.
30. Moritz AR, Henriques FC. Studies of Thermal Injury. II. The Relative Importance of Time and Surface Temperature in the Causation of Cutaneous Burns. *Am J Pathol* 1947; 23(5): 695-720.
31. Só MV, De Figueiredo JA, Freitas Fachin EV, Húngaro Duarte MA, Pereira JR, Kuga MC et al. Clinical microscopic analysis of ProTaper retreatment system efficacy considering root canal thirds using three endodontic sealers. *Microsc Res Tech* 2012;75:1233-6.
32. Rodrigues CT, Duarte MAH, Guimarães BM, Vivan RR, Bernardineli N. Comparison of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment. *Braz Oral Res* 2017; 18;31:e113.

3.3 Publicação 3

EFEITO DO PROTOCOLO DE IRRIGAÇÃO DURANTE O PREPARO DO ESPAÇO PARA PINO DE FIBRA SOBRE A INTERFACE DE ADESÃO NO SUBSTRATO DENTINÁRIO*

* Formatação de acordo com as normas do periódico Journal Prosthetic Dentistry

RESUMO

Objetivo: Avaliar a presença de resíduos, quantidade de túbulos dentinários abertos e resistência de união do sistema de cimentação (RelyX Ultimate) na dentina radicular, após o preparo realizado com os protocolos sem irrigação (WI), com irrigação alternada (AI) ou com a irrigação contínua (CI).

Material e métodos: Sessenta raízes de incisivos bovinos foram obturadas, submetidas ao preparo para pino de fibra e distribuídas em três grupos, de acordo com o protocolo de irrigação: (WI); (AI); e (CI). Após a conclusão do preparo, trinta raízes (n=10, de cada grupo) foram avaliadas em MEV para avaliar a presença de resíduos (100X) e incidência de túbulos dentinários abertos na superfície dentinária (2000X). Nas demais raízes, pinos de fibra foram cimentados com sistema de cimentação (RelyX Ultimate) (n=10) e submetidos ao teste de push-out e avaliação do padrão de fratura.

Resultados: A presença de resíduos foi similar entre os protocolos avaliados, independentemente do terço analisado ($P > 0,05$). A menor incidência de túbulos dentinários abertos foi observada em WI. No terço apical, não houve diferença na incidência de túbulos abertos ($P > 0,05$), independente do protocolo de irrigação utilizado. No terço cervical e médio do espaço preparado para pino, WI proporcionou o menor valor de resistência de união em relação aos demais protocolos de preparo ($P < 0,05$), que foram similares entre si ($P > 0,05$). Por outro lado, no terço apical, CI proporcionou o maior valor de resistência de união em relação aos demais protocolos ($P < 0,05$), que foram similares entre si ($P > 0,05$).

Conclusão: WI ocasionou a maior presença de resíduos e menor presença de túbulos dentinários abertos sobre a superfície dentinária, bem como os menores valores de resistência de união do sistema de cimentação (RelyX Ultimate) na dentina radicular.

INTRODUÇÃO

A retenção intrarradicular do pino de fibra é fundamental para o sucesso do restabelecimento estético de dentes tratados endodonticamente com comprometimento da estrutura da coroa dental.^{1,2} Porém, diversos fatores podem comprometer a sua estabilidade, tanto aqueles relacionados à técnica de preparo do canal radicular e/ou do espaço para pino, como também em relação aos materiais e substâncias utilizados durante o processo de cimentação.²⁻⁶

A adequada interação do sistema de cimentação com o substrato dentinário é fundamental para que ocorra a retenção do pino no interior dos canais radiculares, principalmente nos terços médio e apical do espaço preparado para pino, aonde a adesão é mais crítica.^{2,4,6} Com o propósito de melhorar e/ou otimizar esta interação, progressos na qualidade dos materiais de cimentação e/ou sistemas adesivos tem ocorrido, tais como os sistemas adesivos autocondicionantes e os sistemas de cimentação autoadesivo.^{1,7,8}

Independentemente destes progressos, a qualidade do substrato dentinário presente no espaço preparado para pino tem papel crítico sobre a interface adesiva, pois é possível que a persistência de resíduos sobre a superfície e/ou no interior dos túbulos dentinário possam interferir negativamente sobre a interface de adesão com o sistema de cimentação.^{5,9,10}

Portanto, dependendo do sistema adesivo utilizado, a presença de resíduos sobre a superfície dentinária pode reduzir a exposição da matriz de colágeno, interferindo negativamente sobre a interação e hibridização com o sistema adesivo, tanto dos sistemas condiciona-e-lava como dos autocondicionantes.^{5,11,12}

Durante o preparo do espaço para pino são utilizados instrumentos rotatórios que favorecem a precipitação de resíduos sobre a superfície dentinária, devido ao atrito com a dentina e/ou com o material obturador do canal radicular.^{9,10} A precipitação destes resíduos tende a ser mais intensa pois rotineiramente estes preparos são realizados sem uma irrigação contínua, utilizando a irrigação apenas após a conclusão do preparo do espaço intrarradicular para pino.^{2,5,10-14} Em virtude da ausência da irrigação contínua durante o preparo intrarradicular e remoção do material obturador endodôntico há risco de aquecimento da dentina radicular.¹⁵⁻¹⁷

É possível que uma irrigação contínua ou alternada a cada troca de instrumento rotatório, durante o preparo intrarradicular, minimize o aquecimento radicular e a

precipitação de resíduos na superfície dentinária. De um aspecto comparativo, é sabido que o método de irrigação utilizado durante o retratamento dos canais radiculares interfere diretamente sobre a persistência de resíduos na dentina radicular, mas há carência de estudos que avaliem os efeitos de diferentes protocolos de irrigação durante o preparo do espaço para pino.¹⁸⁻²¹

A otimização de passos clínicos com o advento de cimentos resinosos associados ao sistema adesivo autocondicionante, de passo único, foi um avanço na estratégia de cimentação de pinos de fibra no canal radicular.^{3,22-26} Os sistemas adesivos autocondicionantes possuem a propriedade de incorporar parcialmente a smear layer da superfície dentinária e incrementar a sua adesão por meio de ligação química entre o substrato dentinário e os monômeros acídicos presentes em sua composição.^{25,26}

Desta forma, é interessante avaliar os efeitos dos protocolos de preparo radicular para pino de fibra, com diferentes métodos de irrigação, na incidência de resíduos sobre a superfície dentinária e analisar a sua influência sobre a interface adesiva com o sistema adesivo autocondicionante associado ao cimento resinoso dual, pois resíduos podem ter efeitos sobre a interface adesiva.²⁷⁻³²

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a persistência de resíduos, quantidade de túbulos dentinários abertos e os seus efeitos sobre a resistência de união de um sistema de cimentação resinoso dual (Scotchbond Universal e RelyX Ultimate) na dentina dos terços cervical, médio e apical do espaço preparado para pino, após o protocolo de preparo radicular sem irrigação (WI), com irrigação alternada (AI) ou irrigação contínua (CI). A hipótese nula refere a inexistência de diferença entre os protocolos de preparo do espaço para pino, com diferentes métodos de irrigação, independentemente do terço avaliado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi inicialmente aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista (Parecer 1.603.859). Sessenta incisivos bovinos, com anatomia radicular similar e sem alterações morfológicas, foram utilizados para as avaliações da presença de resíduos e

contagem de túbulos dentinário abertos (n=30 raízes) e resistência de união do sistema de cimentação na dentina radicular (n=30).

Preparo das raízes

As raízes foram seccionadas transversalmente com um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Cotia, SP BR), padronizando a sua extensão em 16mm, a partir do ápice radicular. Após a obtenção do *glyde path* com uma LK #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), os canais radiculares foram preparados mecanicamente com instrumentos rotatórios (Protaper Universal; Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) até o instrumento F5, conforme descrito por Ananda-Garcia et al.²¹

O comprimento real de instrumentação foi estabelecido em 15mm e o ápice radicular vedado com resina composta fotoativada (Filtek Z350; Espe 3M, Ribeirão Preto, SP, BR). A cada troca de instrumento, os canais radiculares foram irrigados com 5mL de solução de hipoclorito de sódio a 2.5% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, BR).

O EDTA a 17% (Biodinâmica, Ibiporã, PR, BR) foi utilizado como solução de irrigação final, sendo mantido no canal radicular por 3 minutos, seguido de 5mL de NaOCl a 2.5%. Os canais radiculares foram secos com ponta de papel absorvente (Tanari, Petrópolis, RJ, BR) e obturados com cimento à base de resina epóxi (AH Plus; Kontaz, Germany) e guta percha F5, pela técnica do cone único.

Após a condensação vertical, o acesso cervical das raízes foi vedado com cimento provisório (Coltosol; Coltene, Rio de Janeiro, RJ, BR) e as raízes mantidas em estufa, com umidade relativa a 100%, a 37°C, por 7 dias. A partir deste momento, 30 raízes foram selecionadas para a análise da presença de resíduos e contagem de túbulos dentinários abertos sobre a superfície dentinária e as demais utilizadas na avaliação de push-out do sistema de cimentação de pino de fibra.

Protocolos de preparo intrarradicular avaliados

As raízes obturadas foram submetidas a um dos seguintes protocolos de preparos intrarradicular para pino:

WI: Brocas de Largo #1 e #2 (Dentsply, Petrópolis, RJ, BR) foram inicialmente utilizadas para realizar a desobturação do canal radicular, na extensão de 12 mm, de cervical para apical, acionada no aparelho X-Smart Plus (Dentsply Maillefer,

Ballaigues, VD, Switzerland), com 800rpm e 3N de torque. Imediatamente após, a broca White Post DC1 e DC2 (FGM, Joinville, SC, Brasil) foi utilizada para a finalização do preparo. Nenhuma irrigação foi realizada durante a realização do preparo.

AI: A mesma sequência utilizada no protocolo de preparo descrita no WI foi utilizada neste grupo, mas o espaço intrarradicular foi irrigado com 20mL de água destilada em cada troca de instrumento rotatório. A cânula de irrigação (Navitip 30G; Ultradent, South Jordan, UT, USA) foi introduzida na extensão de 10mm da cervical da raiz e realizada a irrigação com movimentos de cervical para apical, com 2mm de extensão.

CI: A sequência de preparo intrarradicular foi similar ao descrito anteriormente. Entretanto, durante o preparo intrarradicular, a irrigação foi realizada continuamente na abertura cervical da raiz, com água destilada vindo direto do contra-ângulo sobre as brocas utilizadas para desobstrução.

Após a conclusão do preparo para pino, todos os canais radiculares foram irrigados com 5mL de água destilada e secos com ponta de papel absorvente.

Avaliação da presença de resíduos

Trinta raízes foram submetidas aos protocolos de preparo do espaço para pino ($n = 10$, em cada grupo), conforme previamente descrito. Após a finalização do preparo intrarradicular, foram confeccionados dois sulcos longitudinais, na face vestibular e palatina das raízes, com um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), até próximo ao canal radicular. Em seguida, as raízes foram clivadas com auxílio de um cinzel reto (Golgran, São Caetano do Sul, SP, Brasil).

A face radicular distal foi a selecionada para a análise da incidência de resíduos sobre a dentina. Os terços cervical, médio e apical do espaço preparado para pino foram demarcados por meio de um sulco na superfície dentinária vestibular e lingual com auxílio de uma lâmina de bisturi nº11, respectivamente a 3, 6 e 9mm da cervical da raiz.

Os espécimes inicialmente foram desidratados em câmara contendo sílica gel, por 7 dias. Após este período, os espécimes foram montados em stubs metálicos específicos e analisados em microscópio eletrônico de varredura (JEOL; Peabody, MA, USA), operado em 20kV. Uma imagem representativa foi obtida exatamente na direção do sulco previamente realizado nas faces vestibular e distal da hemiface

radicular distal, com 100X de magnificação. A incidência de resíduos foi classificada de acordo com Serafino et al.⁹

Contagem de túbulos dentinários abertos

Uma nova imagem microscópica foi obtida do mesmo local onde foi realizada a anterior para a análise da presença de resíduos, com aumento de 2.000X, com os mesmos equipamentos e métodos de processamento, com o objetivo de enumerar a quantidade de túbulos dentinários abertos na superfície dentinária. A contagem foi realizada com o auxílio do programa Image J, conforme descrito por Escalante-Otárola et al.¹¹

Resistência de União

Trinta raízes foram devidamente preparadas e submetidas a um dos protocolos de preparo previamente descritos (n=10, cada grupo). Em cada espécime foi verificado a adaptação do pino de fibra de vidro (White Post DC2; FGM, Joinville, SC, Brasil) no espaço intrarradicular. Em seguida, a superfície do pino de fibra foi ácido fosfórico 37% por 1 minuto e aplicado duas camadas de silano (Prosil; FGM, Joinville, SC, Brasil) sobre toda a sua superfície.

Durante o preparo do substrato, após lavagem e secagem com cones de papel, o sistema adesivo universal (Scotchbond Universal; 3M Deutschland GmbH, Neuss, Germany) foi vigorosamente aplicado sobre a superfície dentinária do espaço preparado para pino, conforme recomendações do fabricante. Após a inserção do cimento resinoso dual (RelyX Ultimate; 3M ESPE, St Louis, USA), o pino de fibra foi devidamente posicionado intrarradicular e o conjunto submetido à fotoativação por 20s, em cada face da cervical radicular.

Os espécimes foram posicionados em matrizes plásticas (21,3mm de diâmetro e 20mm de comprimento) e preenchidas com resina poliéster (MaxiRuber. Diadema, SP, Brasil). Após 24 horas, o conjunto foi removido das matrizes plásticas e três secções, com espessura de 2.0 ± 0.1 mm, foram obtidas dos terços cervical, médio e apical do espaço preparado para pino, respectivamente a 1.0mm, 5.0mm e 8.0mm da face cervical radicular, conforme descrito por Ramos et al.⁴

Eventuais irregularidades nas secções foram removidas com lixa d'água #1200 (Norton, São Paulo, SP, Brasil). Em seguida, os espécimes de cada terço foram submetidas ao teste de push-out, na máquina ensaio eletromecânica (EMIC, São José

dos Pinhais, PR, Brasil), com a velocidade de 0,5mm/min e célula de carga de 5kN , até o completo deslocamento do conjunto sistema de cimentação e pino de fibra das paredes do espaço do canal radicular. A força requerida para o deslocamento foi obtida em N (Newton) e convertida em MPa (MegaPascal), de acordo com Guiotti et al.²⁷

Em seguida, os espécimes foram analisados em estereomicroscópio, com aumento de 20X, para a classificação do padrão de fratura, conforme descrito por Elnaghy.¹⁴ O padrão de fratura foi classificado como tipo 1 (adesiva), quando ocorreu entre o pino de fibra e o sistema de cimentação; tipo 2 (adesiva), quando ocorreu entre a dentina e o sistema de cimentação; tipo 3 (coesiva), quando ocorreu dentro do sistema de cimentação e tipo 4 (mista) quando dois ou mais tipos de padrão de fratura ocorreram simultaneamente.

Análise estatística

Os resultados obtidos na análise da presença de resíduos foram submetidos ao teste de Kruskal Wallis e Dunn ($P = 0.05$). Os resultados obtidos na contagem de túbulos abertos na superfície dentinária e os obtidos na avaliação da resistência de união do sistema de cimentação na dentina do espaço para pino foram inicialmente submetidas ao teste de Shapiro-Wilk e posteriormente aos testes de ANOVA e Tukey ($P = 0.05$).

RESULTADOS

Em relação à presença de resíduos sobre a superfície dentinária, todos os protocolos de preparo do espaço para pino demonstraram resultados similares entre si, independentemente do terço radicular avaliado ($P > 0,05$), com intensa presença de resíduos, detectados nas imagens obtidas por MEV (100X).

A tabela 1 demonstra a mediana, valores máximo e mínimo, primeiro e terceiro quartil dos escores atribuídos à presença de resíduos sobre a superfície dentinária nos diferentes terços do espaço preparado para pino. A figura 1 demonstra a incidência de resíduos sobre a superfície dentinária, em função dos protocolos de preparo e terço do espaço radicular preparado para pino.

Tabela 1. Mediana, valores máximo e mínimo, primeiro e terceiro quartil dos escores atribuídos à presença de resíduos sobre a superfície dentinária nos diferentes terços do espaço preparado para pino.

	WI	AI	CI
Terço	mediana (Vmax - Vmin)	mediana (Vmax - Vmin)	mediana (Vmax - Vmin)
Cervical	2 ^a	2 ^a	2 ^a
	(2-2)	(2-1)	(2-1)
Médio	2 ^a	2 ^a	2 ^a
	(2-2)	(2-1)	(2-1)
Apical	2 ^a	2 ^a	2 ^a
	(2-2)	(2-2)	(2-2)

^a Não houve diferença entre os protocolos de preparo do espaço para pino a. WI: sem irrigação; AI: irrigação alternada; CI: irrigação contínua; Vmax: valor máximo, Vmin: valor mínimo.

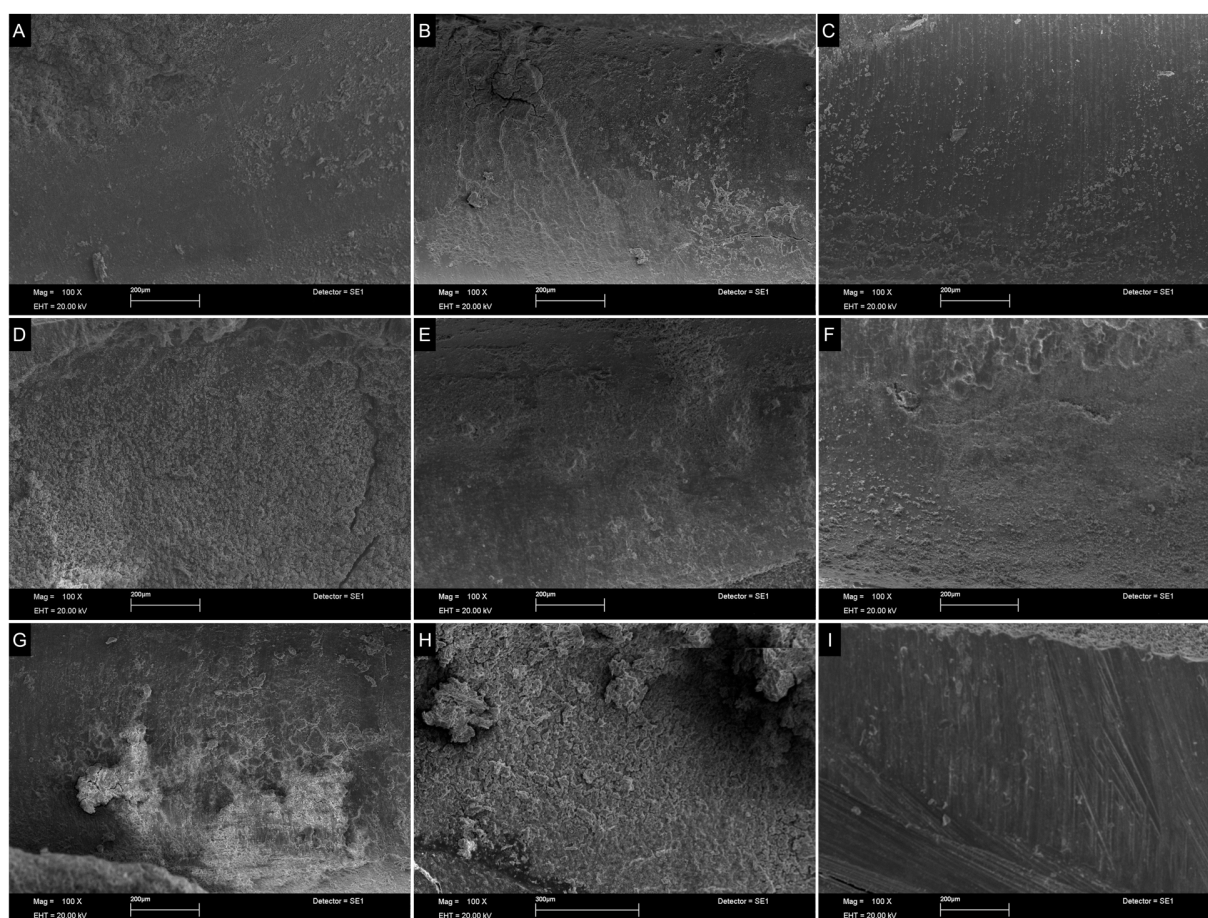


Figura 1. Precipitação de resíduos sobre a superfície dentinária. Imagem de Microscopia eletrônica de varredura, ampliação 100x. (A) Terço cervical, preparo sem irrigação; (B) Terço cervical, preparo com irrigação alternada; (C) Terço cervical, preparo com irrigação contínua; (D) Terço médio, preparo sem irrigação; (E) Terço médio, preparo com irrigação alternada; (F) Terço médio, preparo com irrigação contínua; (G) Terço apical, preparo sem irrigação; (H) Terço apical, preparo com irrigação alternada; (I) Terço apical, preparo com irrigação contínua.

A tabela 2 demonstra a média e desvio padrão da presença de túbulos dentinários abertos na superfície dentinária, nos diferentes terços do espaço preparado para pino. A figura 2 demonstra a característica de presença de túbulos dentinários abertos na superfície dentinária, em função dos protocolos de preparo e terço do espaço radicular preparado para pino.

Em relação à quantidade de túbulos dentinários abertos, analisados por meio de MEV (2.000X), nos terços cervical e médio do espaço para pino, WI demonstrou a menor incidência de túbulos abertos em comparação a AI e CI ($P < 0,05$), que por sua vez, demonstraram similar incidência entre si ($P > 0,05$). Entretanto, no terço apical do espaço para pino, a incidência de túbulos dentinários abertos foi igual entre os protocolos de preparo avaliados ($P > 0,05$).

Tabela 2. Média aritmética e desvio padrão da incidência de túbulos dentinários abertos na superfície dentinária, nos diferentes terços do espaço preparado para pino.

	WI	AI	CI
Terço	média (desvio padrão)	média (desvio padrão)	média (desvio)
Cervical	3.40 ^b (1.17)	69.0 ^a (8.85)	73.4 ^a (13.60)
Médio	1.60 ^b (0.96)	59.20 ^a (6.59)	64.40 ^a (6.05)
Apical	1.70 ^a (0.67)	2.20 ^a (1.54)	2.70 ^a (1.25)

^{ab} Letras diferentes na mesma linha indica diferença significantes ($P < 0.05$). WI: sem irrigação; AI: irrigação alternada; CI: irrigação contínua.

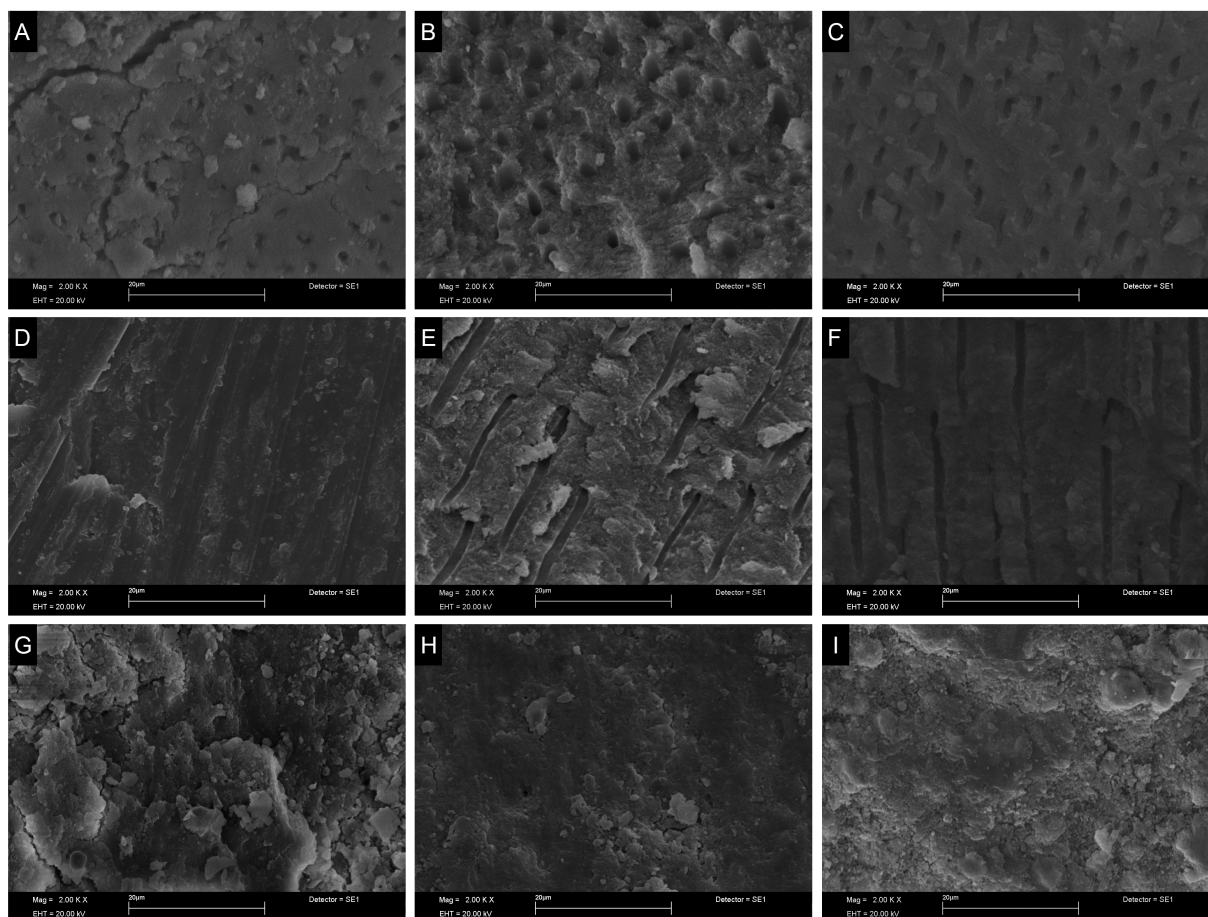


Figura 2. Imagem de Microscopia eletrônica de varredura da superfície dentinária, ampliação 2000x. (A) Terço cervical, preparo sem irrigação; (B) Terço cervical, preparo com irrigação alternada; (C) Terço cervical, preparo com irrigação contínua; (D) Terço médio, preparo sem irrigação; (E) Terço médio, preparo com irrigação alternada; (F) Terço médio, preparo com irrigação contínua; (G) Terço apical, preparo sem irrigação; (H) Terço apical, preparo com irrigação alternada; (I) Terço apical, preparo com irrigação contínua.

Em relação à resistência de união do sistema de cimentação (Scotchbond Universal e RelyX Ultimate) na dentina do espaço preparado para pino, os resultados foram diferentes de acordo com o terço radicular avaliado. No terço cervical e médio do espaço preparado para pino, WI proporcionou o menor valor de resistência de união em relação aos demais protocolos de preparo ($P < 0,05$), que foram similares entre si ($P > 0,05$). Por outro lado, no terço apical, CI proporcionou o maior valor de resistência de união em relação aos demais protocolos ($P < 0,05$), que foram similares entre si ($P > 0,05$).

A tabela 3 demonstra a média aritmética e desvio padrão (em MPa) da resistência de união do sistema de cimentação RelyX Ultimate, em função do protocolo de irrigação no preparo radicular para pino de fibra. A figura 3 demonstra a

frequência de incidência do padrão de fratura em função dos protocolos de preparo do espaço para pino e terço do espaço do pino de fibra.

Tabela 3. Média aritmética e desvio padrão da resistência de união (em MPa) do sistema de cimentação do pino de fibra (Scotchbond Universal e RelyX Ultimate), em função dos terços do substrato dentinário do espaço preparado para pino.

	WI	AI	CI
Terço	média (desvio padrão)	média (desvio padrão)	média (desvio)
Cervical	33.51 ^b (4.67)	43.20 ^a (6.05)	45.13 ^a (5.91)
Médio	33.17 ^b (7.68)	43.46 ^a (6.36)	44.25 ^a (4.05)
Apical	27.56 ^a (4.48)	30.40 ^a (10.44)	39.42 ^a (7.70)

^{ab} Letras diferentes na mesma linha indica diferença significantes ($P < 0.05$). WI: sem irrigação; AI: irrigação alternada; CI: irrigação contínua.

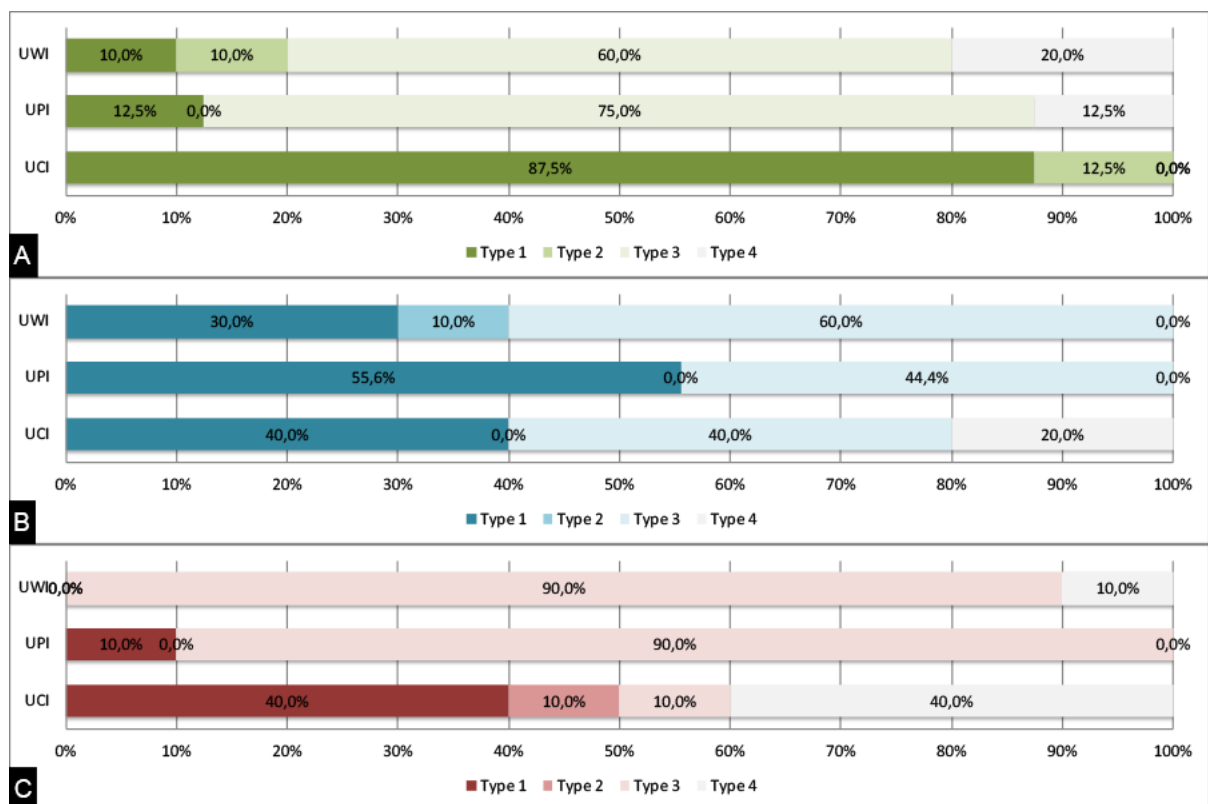


Figura 3. Frequência de incidência do padrão de fratura em função dos protocolos de preparo do espaço para pino e terço do espaço do pino de fibra. (A) Terço cervical; (B) Terço médio; (C) Terço apical. Tipo 1 (adesiva), pino de fibra / sistema de cimentação; Tipo 2 (adesiva), dentina / sistema de cimentação; Tipo 3 (coesiva), no sistema de cimentação e tipo 4 (mista), dois ou mais tipos de padrão de fratura.

DISCUSSÃO

Todos os protocolos de preparo do espaço para pino mantiveram a presença de resíduos sobre a superfície dentinária, que interferiram sobre a magnitude da resistência de união do sistema de cimentação com o adesivo autocondicionante (Scotchbond Universal) e cimento resinoso dual (RelyX Ultimate) na dentina radicular. Portanto, a hipótese nula foi rejeitada.

A presença de resíduos sobre a superfície da dentina do canal radicular pode interferir negativamente sobre a interface adesiva, podendo comprometer a adesão dos materiais envolvidos no substrato dentinário.^{5,27,30} Uma vez que a estabilização do pino de fibra tem relação direta com a qualidade da sua cimentação no canal radicular, é crucial que resíduos formados durante o preparo do espaço para pino, tanto originados do desgaste da dentina como também da remoção dos materiais da obturação endodôntica, não precipitem na dentina radicular.^{1,9,10}

Em nosso estudo, por meio da avaliação com microscopia eletrônica de varredura (100X), observamos que independentemente do terço ou protocolo de preparo utilizado, houve similar e intensa presença de resíduos sobre a dentina do espaço para pino. Dois fatores podem ter contribuído para que esta precipitação tenha ocorrido: a. uso de instrumentos rotatórios (Largo e DC1) para a remoção da obturação endodôntica e conformação radicular do espaço para pino; b. deficiência do método de irrigação no protocolo de preparo radicular.^{15,17-19}

Durante o preparo do espaço para pino com instrumentos rotatórios ocorre um aumento médio da temperatura local de 2,3°C até 15,6°C, com o maior incremento de temperatura detectado durante o uso das brocas de Peeso.^{16,17} Por outro lado, a guta percha alfa-phase sofre deformações em sua estrutura molecular quando a temperatura está próxima à 65°C e/ou após diversos ciclos de aquecimento e resfriamento.^{31,32}

Em nosso estudo, utilizamos as brocas de Largo e DC1 para o preparo do espaço para pino, que possuem morfologia similar à broca de Peeso.³⁻⁵ Adicionalmente, a guta percha utilizada para a obturação endodôntica foi a alfa-fase. Consequentemente, acreditamos que devido ao calor gerado por estes instrumentos rotatórios houve a deformação e plastificação da guta percha, que precipitou sobre a superfície dentinária, conforme observado na figura 1.^{18,19}

O método de irrigação também pode ter influenciado na presença de resíduos na dentina do espaço para pino.^{9,10} Apesar dos protocolos de preparo descritos em AI e CI serem realizados sob irrigação com água destilada, é possível que o método utilizado não tenha sido o suficientemente capaz de promover uma adequada refrigeração do local, o que facilitou a precipitação de resíduos, principalmente de guta percha, na dentina radicular.¹⁹

É importante ressaltar que, a solução de irrigação no AI pode também ter sofrido um aquecimento durante o preparo, pois ela foi apenas repostada em cada troca de instrumento rotatório. Em relação ao CI, apesar de ter sido com irrigação contínua durante a realização do preparo, é possível que a difusão da solução de irrigação não tenha sido o suficiente para proporcionar o resfriamento do local, devido à adaptação dos instrumentos rotatórios à anatomia do canal radicular.

Entretanto, quando a dentina foi avaliada com maior magnificação (2.000X), foi também possível quantificar a eventual presença de túbulos dentinário abertos, ou seja, desobstruídos. Nos terços cervical e médio do espaço para pino, WI demonstrou a menor quantidade de túbulos dentinário abertos em relação aos demais protocolos de preparo. Nós acreditamos que, ainda que precariamente, a irrigação tenha permitido uma discreta limpeza da superfície dentinária e/ou menor precipitação de resíduos na embocadura dos túbulos dentinários, como observado nas situações de retratamento dos canais radiculares.^{19,20}

Já no terço apical, todos os protocolos foram similares entre si, possivelmente devido à maior dificuldade do método e/ou da solução irrigadora atingir este local, uma vez que é a região mais crítica para a limpeza do canal radicular.²⁰ Uma observação curiosa do perfil de desgaste da dentina e dos resíduos, seguindo o sentido de rotação do instrumento rotatório, como demonstrado na figura 2, sugere que houve a discreta participação da irrigação nos terços cervical e médio, seja alternada ou contínua, endossando a nossa hipótese de que a solução irrigadora praticamente não atingiu o terço apical.

O sistema de cimentação utilizado em nosso estudo foi constituído por um adesivo universal (Scotchbond Universal) e cimento resinoso dual (RelyX Ultimate). A escolha para esta seleção em nosso estudo foi devido ao seu bom comportamento na interface adesiva no canal radicular.^{1,7,24-26} Como o mecanismo de adesão deste tipo de adesivo envolve reações químicas entre os monômeros acídicos e íons

metálicos, principalmente o cálcio do substrato dentinário, é crucial que a superfície dentinária esteja a mais isenta possível de resíduos.^{25,29}

Embora na análise da presença de resíduos, não tenha havido diferenças entre os protocolos de preparo, uma maior exposição da dentina nestes terços foi observada por meio da análise da incidência de túbulos dentinários abertos. Portanto, acreditamos que nos terços cervical e médio do espaço para pino, tenha ocorrido uma melhor interação com o sistema de cimentação com o substrato dentinário adjacente, justificando os maiores valores de resistência de união nestes terços.

Entretanto, devido à maior dificuldade na irrigação do terço apical no protocolo com a AI, como anteriormente discutido, o protocolo de preparo com a CI favoreceu o maior valor de resistência de união em relação aos demais grupos. Resultados análogos são observados nas obturações de canais radiculares após diversos protocolos de irrigação endodôntica.³⁰

Sendo assim, diante dos resultados obtidos em nosso estudo, acreditamos que existe uma íntima relação entre o protocolo de preparo para o espaço de pino de fibra, sob diferentes métodos de irrigação, e a retenção do sistema de cimentação com cimentos resinosos, por efeitos direto sobre a interface adesiva com o substrato dentinário.

CONCLUSÃO

O protocolo de preparo do espaço para pino sem irrigação favoreceu a presença de resíduos sobre a superfície dentinária do canal radicular, com menor incidência de túbulos dentinários abertos, comprometendo negativamente a interface de adesão com o sistema de cimentação com o adesivo autocondicionante (Scotchbond Universal) e cimento resinoso dual (RelyX Ultimate).

REFERENCIAS

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

2. Victorino KR, Kuga MC, Duarte MA, Cavenago BC, Só MV, Pereira JR. The effects of chlorhexidine and ethanol on push-out bond strength of fiber posts. *J Conserv Dent*. 2016;19:96-100.
3. Ramos ATPR, Belizário LG, Jordão-Basso KCF, Shinohara AL, Kuga MC. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface using two fiber posts cementation systems. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2018;24:136-141.
4. Ramos ATPR, Garcia Belizário L, Venção AC, Fagundes Jordão-Basso KC, de Souza Rastelli AN, de Andrade MF, et al. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface of fiber posts cementation protocols. *J Endod*. 2018;44:173-178.
5. Belizário LG, Kuga MC, Castro-Núñez GM, Escalante-Otárola WG, Só MVR, Pereira JR. Effects of different peracetic acid formulations on post space radicular dentin. *J Prosthet Dent*. 2018;120:92-8.
6. Pereira JR, Rosa RA, Só MV, Afonso D, Kuga MC, Honório HM, et al. Push-out bond strength of fiber posts to root dentin using glass ionomer and resin modified glass ionomer cements. *J Appl Oral Sci*. 2014;22:390-6.
7. Shafiei F, Mohammadparast P, Jowkar Z. Adhesion performance of a universal adhesive in the root canal: Effect of etch-and-rinse vs. self-etch mode. *PLoS One*. 2018;9;13:e0195367.
8. Haralur SB, Alasabi ANA, Al Qahtani SAA, Alqahtani SMS. Influence of irrigating agents on fiber post push-out bond strength to radicular dentin sections with the different adhesive system. *Eur J Dent*. 2017;11:380-4.
9. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004;97:381-7.
10. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Monticelli F, Goracci C, Ferrari M. Ultrasound effects after post space preparation: An SEM study. *J Endod*. 2006;32:549-52.
11. Escalante-Otárola WG, Castro-Núñez GM, Jordão-Basso KCF, Guimarães BM, Palma-Dibb RG, Kuga MC. Evaluation of dentin desensitization protocols on the dentinal surface and their effects on the dentin bond interface. *J Dent*. 2018;75:98-104.
12. Morais JMP, Victorino KR, Escalante-Otárola WG, Jordão-Basso KCF, Palma-Dibb RG, Kuga MC. Effect of the calcium silicate-based sealer removal protocols and time-point of acid etching on the dentin adhesive interface. *Microsc Res Tech*. 2018;81:914-20.
13. Seballos VG, Barreto MS, Rosa RAD, Machado E, Valandro LF, Kaizer OB. Effect of post-space irrigation with NaOCl and CaOCl at different concentrations on the bond strength of posts cemented with a self-adhesive resin cement. *Braz Dent J*. 2018;29:446-51.
14. Elnaghy AM. Effect of QMix irrigant on bond strength of glass fibre posts to root dentine. *Int Endod J*. 2014;47:280-9.
15. Kilic K, Er O, Kilinc HI, Aslan T, Bendes E, Sekerci AE, Aslantas V. Infrared thermographic comparison of temperature increases on the root surface during dowel space preparations using circular versus oval fiber dowel systems. *J Prosthodont*. 2013;22:203-7.
16. García-Cuerva M, Horvath L, Pinasco L, Ciparelli V, Gualtieri A, Casadoumécq et al. Root surface temperature variation during mechanical removal of root canal filling material. An in vitro study. *Acta Odontol Latinoam*. 2017 Apr;30(1):33-38.

17. Tjan AH, Abbate MF. Temperature rise at root surface during post-space preparation. *J Prosthet Dent*. 1993 Jan;69(1):41-5.
18. Duarte MA, Só MV, Cimadon VB, Zucatto C, Vier-Pelisser FV, Kuga MC. Effectiveness of rotary or manual techniques for removing a 6-year-old filling material. *Braz Dent J*. 2010;21:148-52.
19. Só MV, De Figueiredo JA, Freitas Fachin EV, Húngaro Duarte MA, Pereira JR, Kuga MC et al. Clinical microscopic analysis of ProTaper retreatment system efficacy considering root canal thirds using three endodontic sealers. *Microsc Res Tech*. 2012;75:1233-6.
20. Rodrigues CT, Duarte MAH, Guimarães BM, Vivan RR, Bernardineli N. Comparison of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment. *Braz Oral Res*. 2017; 18;31:e113.
21. Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Vitorino KR, Chávez-Andrade GM, Duarte MA, Bonetti-Filho I, et al. Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer. *Microsc Res Tech*. 2013;76:533-7.
22. Ubaldini ALM, Benetti AR, Sato F, Pascotto RC, Medina Neto A, Baesso ML, et al. Challenges in luting fibre posts: Adhesion to the post and to the dentine. *Dent Mater*. 2018;34:1054-62.
23. Almulhim KS, Oliveira-Haas L, Farhangpour A. Effect of resin cement, aging process, and root level on the bond strength of fiber-posts: An in vitro study. *Am J Dent*. 2016;29:255-60.
24. Rodrigues RV, Sampaio CS, Pacheco RR, Pascon FM, Puppini-Rontani RM, Giannini M. Influence of adhesive cementation systems on the bond strength of relined fiber posts to root dentin. *J Prosthet Dent*. 2017;118:493-9.
25. Akimoto N, Sakamoto T, Kubota Y, Kondo Y, Momoi Y. A novel composite-to-composite adhesive bond mechanism. *Dent Mater J*. 2011;30:523-7.
26. Oliveira B, Ubaldini A, Baesso ML, Andrade L, Lima SM, Giannini M, Hernandez L, Pascotto RC, et al. Chemical interaction and interface analysis of self-etch adhesives containing 10-MDP and methacrylamide with the dentin in noncarious cervical lesions. *Oper Dent*. 2018;43:E253-E265.
27. Guiotti FA, Kuga MC, Duarte MA, Sant'Anna AJ, Faria G. Effect of calcium hydroxide dressing on push-out bond strength of endodontic sealers to root canal dentin. *Braz Oral Res*. 2014;28
28. Gonçalves Galoza MO, Fagundes Jordão-Basso KC, Escalante-Otárola WG, Victorino KR, Rached Dantas AA, Kuga MC. Effect of cleaning protocols on bond strength of etch-and-rinse adhesive system to dentin. *J Conserv Dent*. 2018;21:602-6.
29. Lorenzoni E Silva F, Pamato S, Kuga MC, Só MV, Pereira JR. Bond strength of adhesive resin cement with different adhesive systems. *J Clin Exp Dent*. 2017;1;9:e96-e100.
30. Magro MG, Kuga MC, Aranda-Garcia AJ, Victorino KR, Chávez-Andrade GM, Faria G, et al. Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer. *Int Endod J*. 2015;48:478-83.
31. Briseño Marroquín B, Wolf TG, Schürger D, Willershausen B. Thermoplastic properties of endodontic gutta-percha: a thermographic in vitro study. *J Endod*. 2015;41:79-82.

32. Cheng YA, Huang SH, Hsien HC, Chiang YC, Lin CP. Influence of cyclic heating on physical property and biocompatibility of α - and β -form gutta-percha. J Formos Med Assoc. 2014;113:498-505.

4 CONCLUSÃO

Não foi encontrado diferenças em relação a presença de resíduos, independente do protocolo de irrigação no preparo do canal radicular.

Contudo em geral podemos identificar um maior número de túbulos dentinários desobstruídos, expostos nos terços cervical e médio, principalmente nos protocolos com algum tipo de irrigação, alternada ou contínua, o que certamente justifica uma melhor interação dos sistemas de cimentação com o substrato dentinário, resultando em maiores valores de resistência de união nestes terços.

REFERÊNCIAS*

1. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Oper Dent*. 2014; 39(1): 31-44.
2. Victorino KR, Kuga MC, Duarte MA, Cavenago BC, Só MV, Pereira JR. The effects of chlorhexidine and ethanol on push-out bond strength of fiber posts. *J Conserv Dent*. 2016; 19: 96-100.
3. Ramos ATPR, Belizário LG, Jordão-Basso KCF, Shinohara AL, Kuga MC. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface using two fiber posts cementation systems. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2018; 24: 136-41.
4. Ramos ATPR, Garcia Belizário L, Venção AC, Fagundes Jordão-Basso KC, de Souza Rastelli AN, de Andrade MF, et al. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface of fiber posts cementation protocols. *J Endod*. 2018; 44: 173-8.
5. Belizário LG, Kuga MC, Castro-Núñez GM, Escalante-Otárola WG, Só MVR, Pereira JR. Effects of different peracetic acid formulations on post space radicular dentin. *J Prosthet Dent*. 2018; 120: 89-92
6. Pereira JR, Rosa RA, Só MV, Afonso D, Kuga MC, Honório HM, et al. Push-out bond strength of fiber posts to root dentin using glass ionomer and resin modified glass ionomer cements. *J Appl Oral Sci*. 2014; 22: 390-6.
7. Lipski M, Mrozek J, Drozdziak A. Influence of water cooling on root surface temperature generated during post space preparation. *J Endod*. 2010; 36: 713-6.
8. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004; 97: 381-7.
9. 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: 549-52.
10. Escalante-Otárola WG, Castro-Núñez GM, Jordão-Basso KCF, Guimarães BM, Palma-Dibb RG, Kuga MC. Evaluation of dentin desensitization protocols on the

* 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-junho-2015.pdf>

dentinal surface and their effects on the dentin bond interface. J Dent. 2018; 75: 98-104.

11. Morais JMP, Victorino KR, Escalante-Otárola WG, Jordão-Basso KCF, Palma-Dibb RG, Kuga MC. Effect of the calcium silicate-based sealer removal protocols and time-point of acid etching on the dentin adhesive interface. Microsc Res Tech. 2018; 81: 914-20.
12. Brown WS, Dewey WA, Jacobs HR. Thermal properties of teeth. J Dent Res 1970; 49: 752-5.
13. Saunders EM. *In vivo* findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha 1. Temperature levels at the external surface of the root. Int Endod J 1990; 23: 263-7.
14. Chauhan A, Nilker V, Mandke LP. Effect of temperature rise on periodontal tissue during endodontic treatment: an in vitro study. Indian J Oral Health Res. 2015; 1(2): 66-71.
15. Duarte MA, Só MV, Cimadon VB, Zucatto C, Vier-Pelisser FV, Kuga MC. Effectiveness of rotary or manual techniques for removing a 6-year-old filling material. Braz Dent J. 2010; 21: 148-52.
16. Só MV, De Figueiredo JA, Freitas Fachin EV, Húngaro Duarte MA, Pereira JR, Kuga MC, et al. Clinical microscopic analysis of ProTaper retreatment system efficacy considering root canal thirds using three endodontic sealers. Microsc Res Tech. 2012; 75: 1233-6.
17. Rodrigues CT, Duarte MAH, Guimarães BM, Vivan RR, Bernardineli N. Comparison of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment. Braz Oral Res. 2017; 18;31: 113.
18. Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Vitorino KR, Chávez-Andrade GM, Duarte MA, Bonetti-Filho I, et al. Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer. Microsc Res Tech. 2013; 76: 533-7.

ANEXO A – COMISSÃO DE ÉTICA

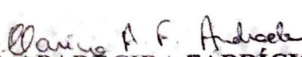


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Araraquara
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

**CERTIFICADO**

Certificamos que a proposta intitulada ***"EFEITOS DO MÉTODO DE IRRIGAÇÃO DURANTE O PREPARO DO ESPAÇO PROTÉTICO SOBRE A INTERFACE DE ADESÃO DO SISTEMA DE CIMENTAÇÃO DE PINO DE FIBRA NA DENTINA RADICULAR"***, registrada com o nº 26/2017, sob a responsabilidade do(a) **Prof(a). Dr(a). Milton Carlos Kuga** – 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 28/11/2017.

Finalidade	() Ensino (X) Pesquisa Científica
Vigência do Projeto	Julho/2020
Espécie/linhagem	Gado
Nº de animais	90 dentes bovinos
Peso/Idade	-
Sexo	-
Origem	Délio Ximenes Verdan


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

Não autorizo a publicação deste trabalho pelo prazo de 18/03/2021.

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 18 de março de 2019.

Anna Thereza Peroba Rezende Ramos