



UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

FLÁVIA BALDISSARELLI MARCON

**AVALIAÇÃO DA PENETRAÇÃO E RESISTÊNCIA DE UNIÃO DO CIMENTO
BIOATIVO À DENTINA RADICULAR, APÓS DIFERENTES PROTOCOLOS DE
RETRATAMENTO ENDODÔNTICO EM CANAIS RADICULARES ACHATADOS**

RIBEIRÃO PRETO

2019

Flávia Baldissarelli Marcon

**AVALIAÇÃO DA PENETRAÇÃO E RESISTÊNCIA DE UNIÃO DO CIMENTO
BIOATIVO À DENTINA RADICULAR, APÓS DIFERENTES PROTOCOLOS DE
RETRATAMENTO ENDODÔNTICO EM CANAIS RADICULARES ACHATADOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de concentração Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Junior
Co-Orientador: Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto

RIBEIRÃO PRETO

2019

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento
Técnico da Biblioteca Central da UNAERP
- Universidade de Ribeirão Preto -

Marcon, Flávia Baldissarelli, 1983 -
M141i Avaliação da penetração e resistência de união do cimento bioativo à
dentina radicular, após diferentes protocolos de retratamento endodôntico em
canais radiculares achatados/ Flávia Baldissarelli Marcon. - Ribeirão Preto,
2019.

54 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Junior.
Co-orientador: Prof. Dr. Manoel Damião Sousa Neto
Tese (Doutorado) - Universidade de Ribeirão Preto,
UNAERP, Odontologia. Ribeirão Preto, 2019.

1. Achatamento radicular. 2. Retratamento. 3. Protocolos de irrigação. I. Título.

CDD 617.6



Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Pesquisas em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), e a Tese desenvolvida no âmbito do Doutorado Interinstitucional em Odontologia UNAERP-IMED.

DEDICATÓRIAS

A **Deus**, que no corre-corre da nossa vida diária, a Quem tantas vezes esquecemos de agradecer. Obrigado Senhor, pelos nossos pais e amigos, por todos aqueles que entraram na nossa história e nos fizeram crescer, e sermos mais humanos; pelo término desta longa jornada, o meu mais sincero agradecimento a Ti. Agradeço por colocar esperança, fé e amor no meu coração, por ser o principal responsável pela realização deste e de todos os demais trabalhos que chegaram ao final em minha vida e pelos que ainda estão por vir.

À minha mãe **Joice Maria Baldissarelli**, exemplo de força, coragem, honestidade, garra, superação, sem perder a doçura e principalmente com um coração enorme que transborda paz, que me apoiou e incentivou para que iniciasse e chegasse ao final de mais um estudo. Você é um exemplo a ser seguido, é possível reconhecer pelo número de elogios que recebo por ser sua filha. Amo muito você. Sou muito grata por tê-la em minha vida.

Ao meu marido, **Marcelo Marcon**, uma pessoa incrível que sempre esteve ao meu lado, incentivando e não medindo esforços para estar me apoiando. Como falo sempre, Deus me deu você exatamente do jeitinho que pedi!!Muito obrigada por tudo de coração.

Ao meu pai, **Flávio Antônio Baldissarelli** (*in memoriam*) por estar sempre presente em minhas memórias e coração. Muito obrigada pelo incentivo constante para que eu permanecesse estudando.

Ao meu irmão, **Joelson Baldissarelli** (*in memoriam*), por todo o carinho, amor, cuidados para comigo e inúmeros ensinamentos. Sempre em meu coração.

AGRADECIMENTOS

À **Universidade de Ribeirão Preto** juntamente com a **IMED/Faculdade Meridional** pela oportunidade de poder concretizar esse sonho.

À Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, **Profa. Dra. Yara Teresinha Corrêa Silva Sousa**, por toda gentileza, calma, para nos orientar, mesmo com uma vida extremamente corrida.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Junior**, que sempre com muita paciência, dedicação e competência, me transmitindo os conhecimentos necessários para o desenvolvimento desse trabalho. Obrigada pela compreensão e incentivo durante todo esse longo período.

Ao **Prof. Dr. Manoel Damião Sousa Neto**, meu co-orientador, Professor Titular do Departamento de Odontologia Restauradora da FORP-USP, pelos ensinamentos durante o andamento do curso, por nos mostrar como é o funcionamento e construção dos mais variados trabalhos experimentais e clínicos. Agradeço, também, por possibilitar a utilização dos equipamentos necessários para o desenvolvimento da parte experimental da minha Tese.

À **Profa. Dra. Érica Alves Gomes**, uma pessoa e professora extremamente querida e amável, que esteve conosco durante praticamente todo o Doutorado, sempre nos estimulando e orientando para realizarmos o melhor.

Ao **Prof. Dr. Silvio Rocha Corrêa da Silva**, pela atenção, ensinamentos e ajuda na análise estatística.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto: **Prof. Dr. Edson Alfredo, Profa. Dra. Larissa Moreira Castro Raucci, Prof. Dr. Walter Raucci Neto**, pelos conhecimentos transmitidos durante nosso Doutorado.

Aos meus colegas da turma de doutorado, **Alexandra Silveira, Anamaria Estacia, Carlos Rech, George Ruschel, Juliana Jetelina, Larissa Cé, Leandro Cericato, Leonardo Federizzi, Michelle, Nereu Dartora, Rhuy Dall'agnol**, pelo clima sempre de festa, pelos ensinamentos trocados, pelo maravilhoso convívio e companheirismo, meu muito obrigada.

À **Profa. Dra. Luciana Martins Domingues de Macedo**, pós-doutoranda da Universidade de Ribeirão Preto, pelo apoio incondicional durante toda a minha ausência e presença em Ribeirão Preto. Você foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao **Orestes Olivato Júnior**, aluno da graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, por todo o auxílio no laboratório e pela disponibilidade.

Aos meus compadres, amigos e colegas, **Prof. Dr. José Roberto Vanni, Prof. Dr. Volmir João Fornari e Prof. Dr. Mateus Silveira Martins Hartmann**, meu eterno, muito obrigada. Sem vocês, não saberia amar a Endodontia e não teria aprendido tanto, seja na vida profissional como na vida pessoal. Vocês são especiais e incríveis. São exemplos a serem seguidos.

À **Profa. Roberta Costella** por todos os ensinamentos de metodologia e língua portuguesa, além de amizade e muitas risadas.

Ao Cirurgião-Dentista **João Antônio Gregianin** pela parceria de trabalho e amizade. Muito obrigada pelo apoio diário na clínica.

À **Marina Lângaro** que foi minha aluna na especialização e que hoje faz parte da equipe de especialização do Ceom.

Ao amigo e colega de uma vida toda, **Láuter Teixeira**, por toda ajuda, ensinamentos e principalmente, por sempre estar disponível para o que eu precisasse.

Sumário

Resumo

Summary

1. Introdução	12
2. Proposição	16
3. Material e Métodos.....	17
4. Resultados.....	28
5. Discussão.....	38
6. Conclusões.....	44
7. Referências Bibliográficas.....	45

RESUMO

O presente estudo avaliou os protocolos de irrigação ultrassônica passiva (PUI) e XP-endo Finisher (XPF) na remoção do cimento AH Plus em canais achatados, e o impacto do remanescente na adesividade à dentina do GuttaFlow bioseal com diferentes técnicas obturadoras, por meio da microscopia confocal de varredura a laser (MCVL), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e *push out*. Sessenta raízes de pré molares com canais achatados foram preparadas com R25, obturadas por meio da condensação lateral com AH Plus acrescido de rodamina B 0,1% e distribuídas em grupos em função do protocolo de remoção do material obturador: Reciproc/ irrigação convencional, Reciproc/ PUI, Reciproc/ XP-endo Finisher e posteriormente em subgrupos em função da técnica obturadora: condensação lateral (CL) e cone único (CO). A nova obturação foi realizada com cimento GuttaFlow bioseal acrescido de fluoresceína 0,1%. Os espécimes foram seccionados em *slices* de 2 mm em máquina de corte. O primeiro *slice* de cada terço radicular foi submetido a MCVL e, em seguida, ao teste de *push out*. O segundo *slice* de cada terço foi submetido a microscopia eletrônica de varredura (MEV) para análise da interface material obturador/ dentina. A análise qualitativa da MCVL demonstrou maior remoção de material obturador e penetração do GuttaFlow bioseal quando houve complementação com PUI e XPF. A MEV evidenciou maior penetração do GuttaFlow bioseal para a técnica da condensação lateral. ANOVA *two way* complementado por Tukey para remanescente de material obturador (%) evidenciou que Reciproc/ irrigação convencional ($71,64 \pm 14,46$) propiciou os maiores valores de remanescente obturador, diferente ($p < 0,05$) de Reciproc/ PUI ($43,05 \pm 7,21$) e Reciproc/ XP-endo Finisher ($42,06 \pm 7,82$). Os terços cervical ($52,99 \pm 17,49$) e apical ($55,43 \pm 16,08$) obtiveram os maiores valores de remanescente obturador, diferentes ($p < 0,05$) do terço médio ($48,33 \pm 17,54$). Para RU (MPa) ANOVA *tree way* complementado por Tukey evidenciou maior valor ($p > 0,05$) para Reciproc/ PUI ($3,46 \pm 0,97$) e Reciproc/ XP-endo Finisher ($3,28 \pm 0,91$), diferentes ($p < 0,05$) do Reciproc/ irrigação convencional ($2,73 \pm 0,60$). Na interação técnica obturadora e terço radicular, Tukey evidenciou que na CL os terços cervical ($4,10 \pm 0,75$) e médio ($4,06 \pm 0,68$) foram estatisticamente semelhantes ($p > 0,05$), diferente ($p < 0,05$) do apical ($2,77 \pm 0,45$). Para a técnica do cone único o menor valor foi verificado para o terço apical ($2,13 \pm 0,32$) sendo diferente dos terços cervical ($2,97 \pm 0,45$) e médio ($2,91 \pm 0,075$). Concluiu-se que os protocolos de irrigação complementar, PUI e XPF, propiciaram menor porcentagem de remanescente do cimento AH Plus. Nenhum protocolo de irrigação complementar removeu totalmente o material obturador. Os protocolos de irrigação complementar, PUI e XPF, favoreceram a penetração e resistência de união do cimento GuttaFlow bioseal à dentina radicular. E ainda, a técnica obturadora da condensação lateral propiciou os maiores valores de penetração e resistência de união do cimento GuttaFlow bioseal à dentina radicular.

Palavras-chave: Canais achatados, Retratamento, Irrigação complementar.

SUMMARY

The present study evaluated the irrigation protocols passive ultrasonic irrigation (PUI) and XP-endo Finisher (XPF), in the removal of AH Plus sealer in root canal flattened, and the impact of the remnant on the dentin adhesion of GuttaFlow bioseal with different obturation techniques, by confocal laser scanning microscopy (MCVL), scanning electron microscopy (SEM) and push out. Sixty pre molar roots with flattened were prepared with R25, filled by lateral condensation with AH Plus added 0.1% rhodamine B and distributed in groups according to the protocol of removal of the filling material: Reciproc/ conventional irrigation, Reciproc/ PUI, Reciproc/ XP-endo Finisher and later in subgroups according to the obturator technique: lateral condensation (LC) and single cone (CO). The new obturation was performed with GuttaFlow bioseal sealer added 0.1% fluorescein. The specimens were sectioned into 2 mm slices. The first slice of each root third was submitted to MCVL and push out test. The second slice of each third was submitted to scanning electron microscopy (MEV) for analysis of the obturator material/ dentin interface. The qualitative analysis of MCVL demonstrated greater removal of filling material (AH Plus) and penetration of GuttaFlow bioseal when was irrigation protocols with PUI or XPF. MEV showed a greater penetration of GuttaFlow bioseal to the lateral condensation technique. Two-way ANOVA supplemented by Tukey for remaining of the filling material (%) showed that Reciproc/ conventional irrigation (71.64 ± 14.46) provided the highest values of filling material remnants ($p < 0.05$) of Reciproc/ PUI (43.05 ± 7.21) and Reciproc/ XP-endo Finisher (42.06 ± 7.82). The cervical (52.99 ± 17.49) and apical (55.43 ± 16.08) thirds had the highest values of remaining filling material, different ($p < 0.05$) from the middle third (48.33 ± 17.54). For the bond strength, ANOVA tree way complemented by Tukey showed a higher value ($p > 0.05$) for Reciproc/ PUI (3.46 ± 0.97) and Reciproc/ XP-endo Finisher (3.28 ± 0.91), different ($p < 0.05$) Reciproc/ conventional irrigation (2.73 ± 0.60). In the interaction obturator technique and root third, Tukey evidenced that in the CL the cervical thirds (4.10 ± 0.75) and middle (4.06 ± 0.68) were statistically similar ($p > 0.05$), different ($p < 0.05$) of the apical (2.77 ± 0.45). For the single cone technique, the lowest value was verified for the apical third (2.13 ± 0.32), different from cervical (2.97 ± 0.45) and middle (2.91 ± 0.075) thirds. It was concluded that the complementary irrigation protocol, PUI and XPF, provided a lower percentage of remaining AH Plus sealer. No irrigation protocols completely removed the filling material. The irrigation protocols, PUI and XPF, favored the penetration and bond strength of GuttaFlow bioseal sealer to root dentin. In addition, that the lateral condensation technique provided the highest values of penetration and bond strength of GuttaFlow bioseal sealer to root dentin.

Key words: Root canal Flatted, retreatment, complementary irrigation.

1. INTRODUÇÃO

O retratamento endodôntico envolve a remoção completa do material obturador do interior do canal radicular (STABHOLZ; FRIEDMAN, 1988) e a remodelagem do conduto, propiciando meio adequado para o preenchimento do canal radicular (GU et al., 2008). A adequada forma de modelagem do canal radicular, bem como sua manutenção na posição original são requisitos fundamentais para limpeza e obturação do sistema de canais radiculares (VERSIANI et al., 2008). No entanto a morfologia interna do sistema de canais radiculares pode dificultar a ação dos instrumentos às paredes do canal, tanto no tratamento endodôntico como no retratamento endodôntico (RECHENBERG; PAQUÉ, 2013; KELEŞ et al., 2014), devido ao sistema de canais radiculares apresentar diferentes secções transversais (circular, oval, oval longo ou achatado) (WU et al., 2001, WU et al., 2003, RECHENBERG; PAQUÉ, 2013).

A remoção do material obturador pode ser facilitada pelo *design* da secção transversal, conicidade e cinemática dos instrumentos endodônticos (GIULIANI et al., 2008). Instrumentos reciprocantes, como o sistema Reciproc (VDW, Munique, Alemanha), foram idealizados para o preparo biomecânico e são avaliados na remoção do material obturador durante o retratamento endodôntico (RÖDIG et al., 2014; ÜSTÜN et al., 2014), por possuir duas lâminas de corte e secção transversal em forma de “S” o que promove menor *stress* do instrumento à parede do canal radicular e conseqüentemente baixo risco de fadiga cíclica (SILVA et al., 2014; MONGUILHOTT CROZETA et al., 2016). Entretanto, em canais radiculares achatados a ação dos instrumentos na parede do canal radicular, após o preparo biomecânico, ocasiona um formato arredondado, o que origina áreas não tocadas, principalmente na direção bucolingual de canais radiculares achatados (WU; WESSELINK 2001, VERSIANI et al., 2011, VERSIANI et al., 2013), originando áreas polares no canal radicular com remanescente de material obturador após o retratamento endodôntico (RECHENBERG; PAQUÉ, 2013). Estudos *in vitro* têm relatado que tanto instrumentos rotatórios quanto reciprocantes tem dificuldade em tocar todas as paredes dos canais radiculares (HÜLSMANN et al., 2004; GU et al., 2008; TASDEMIR et al., 2008; TAKAHASHI et al., 2009; RACHED-JUNIOR et al., 2014).

Nesse sentido, com o intuito de favorecer a remoção do material obturador a literatura tem reportado a necessidade de protocolos de irrigação no retratamento endodôntico. Dentre estes, destaca-se a irrigação ultrassônica passiva que agita a solução irrigante contida no interior do canal radicular, por meio limas de pequeno calibre (WELLER et al., 1980) ou insertos ultrassônicos lisos (VANDER SLUIS; et al., 2005b) o que promove maior capacidade de remoção do material obturador das paredes radiculares (DE MELLO-JUNIOR et al., 2009; RACHED-JUNIOR et al.,

2014) quando comparada a irrigação convencional por meio de agulha adaptada a uma seringa associada à pressão apical positiva (RACHED-JUNIOR et al., 2014).

Ainda visando complementar a ação dos instrumentos utilizados no retratamento endodôntico e levando-se em consideração a necessidade de agitar a solução irrigadora, foi desenvolvido um instrumento com diâmetro 25 e sem conicidade denominado XP-endo Finisher, com o propósito de tocar as paredes por meio de sua ação mecânica de chicoteamento contra as paredes do canal radicular. Este instrumento, dito finalizador, é produzido com exclusiva liga de Ni-Ti MaxWire (MartensiteAustenite Electropolish-FleX), altamente flexível que tem sua forma alterada em diferentes temperaturas. Em temperatura abaixo de 30⁰C assume forma reta na sua fase martensita (fase-M) e, quando aquecido, ocorre alteração da sua forma devido a memória molecular da liga para a fase austenita (fase-A), assumindo uma conformação de semi-círculo. Dessa maneira quando esse instrumento é inserido e removido do interior do canal radicular, possibilita expansão e contração de sua liga metálica, o que promove o turbilhonamento da solução irrigadora e pode favorecer a remoção de debri e camada de *smear* (LEONI et al. 2017), bem como reduzir o remanescente de material obturador no caso de retratamento endodôntico (SILVA et al., 2018; DE-DEUS et al., 2019).

A redução do remanescente de material obturador, pode favorecer a limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares e conseqüentemente propiciar maior interação da nova obturação à dentina radicular. Esta interação pode ser favorecida por meio das técnicas obturadoras, bem como da composição química do novo cimento obturador selecionado. Dentre estas técnicas, a mais utilizada comumente é a condensação lateral, proposta por CALLAHAN em 1914, que consiste na inserção de cones acessórios de guta percha ao redor do cone principal, envolvidos por cimento obturador, em que é aplicada uma força perpendicular na massa obturadora em direção ao terço apical por meio de condensadores de Paiva aquecidos (JARRETT et al., 2004), possibilitando maior penetração e resistência de união do cimento obturador à dentina (MACEDO et al., 2017).

Entretanto, com o desenvolvimento de novos instrumentos e de cones principais de guta percha com conicidade correspondente ao diâmetro cirúrgico do canal radicular, a técnica de obturação cone único tem sido utilizada devido ao menor tempo de trabalho quando comparada a condensação lateral (SCHÄFER et al., 2013). A literatura reporta que esta técnica propicia maior quantidade de guta percha, adaptação do cone único ao diâmetro final realizado pelo preparo biomecânico e menor quantidade de cimento (GORDON et al., 2005). No entanto estudos têm relatado baixa penetração nos túbulos dentinários e menor resistência de união do cimento endodôntico à dentina radicular (MACEDO et al., 2017).

Paralelamente às técnicas obturadoras, outro fator que pode interferir na penetração e resistência do material obturador à dentina radicular diz respeito a composição e interação química dos cimentos obturadores utilizados no tratamento e retratamento endodôntico (RACHED-JUNIOR et al., 2014).

Nesse contexto, cimentos de diferentes composições químicas estão comercialmente disponíveis e têm sido utilizados na terapia endodôntica, como cimentos à base de óxido de zinco eugenol, que contêm ou não medicamentos, cimentos à base de hidróxido de cálcio, cimentos à base de ionômero de vidro, cimentos resinosos à base de resina epóxi e de metacrilato (VERSIANI et al., 2006; RESENDE et al., 2009; MARIN-BAUZA et al., 2010; FLORES et al., 2011) ou cimentos biocerâmicos e à base de silicone (CAMARGO et al., 2017; HOIKKALA et al., 2018; MENDES et al., 2018).

Dentre estes, destaca-se o AH Plus à base de resina epóxica com propriedades físico-químicas satisfatórias, como baixa solubilidade (SCHÄFER; ZANDBIGLARI, 2003; VERSIANI et al., 2006; DONNELLY et al., 2007; RESENDE et al., 2009; MARIN-BAUZA et al., 2010; FLORES et al., 2011; BORGES et al., 2012), radiopacidade adequada (BODRUMLU et al., 2007; CARVALHO-JUNIOR et al., 2007a; TANOMARU-FILHO et al., 2007; RESENDE et al., 2009; MARIN-BAUZA et al., 2010; FLORES et al., 2011; BORGES et al., 2012), penetração no interior dos túbulos dentinários (MACEDO et al., 2017; PRASAD et al., 2018) e resistência de união à dentina radicular (NUNES et al., 2008; VILANOVA et al., 2012; RACHED-JUNIOR et al., 2016; MACEDO et al., 2017).

Recentemente foi introduzido no mercado o cimento endodôntico GuttaFlow bioseal, desenvolvido a partir das formulações dos cimentos GuttaFlow e GuttaFlow 2, sendo considerado a terceira geração desses cimentos, à base de silicone (AKCAY et al., 2016; CAMARGO et al., 2017) e, segundo o fabricante, é considerado um cimento bioativo. Esse cimento possui, em sua formulação, os mesmos componentes que o GuttaFlow e o GuttaFlow 2, como guta percha em pó, polidimetilsiloxano, platina (agente catalítico), dióxido de zircônio, micropartículas (conservantes), corante e vidro cerâmico bioativo (AKCAY et al., 2016; CAMARGO et al., 2017). Além desses componentes, o silicato de cálcio foi adicionado à sua formulação com o intuito auxiliar na regeneração dos tecidos periapicais e promover bioatividade (HOIKKALA et al., 2018; GANDOLFI et al., 2016).

A bioatividade pode ser definida como a capacidade do cimento desenvolver ligação estável com a dentina por meio da deposição de hidroxiapatita (HOIKKALA et al., 2018), na qual se inicia com a liberação de íons, especialmente íons cálcio das partículas inorgânicas de silicato de cálcio, e continua com a formação de grupos Si-OH (silanóis) na superfície do material. Esta propriedade o

mecanismo fundamental para que ocorra resistência de união dos cimentos que contém silicato de cálcio à dentina radicular (COLEMAN et al., 2009; HAN; OKIJI, 2013; NIU et al., 2014; GANDOLFI et al., 2016).

Contudo a interação química dos cimentos obturadores à dentina está diretamente relacionada, no retratamento endodôntico, ao remanescente de material obturador aderido à parede do canal radicular (RACHED-JUNIOR et al., 2014) o qual pode dificultar a penetração da nova obturação nos túbulos dentinários, bem como interferir na resistência de união devido à interação química do cimento utilizado no tratamento endodôntico (RACHED-JUNIOR et al., 2014).

O remanescente de material obturador tem sido avaliado por meio das técnicas radiográficas (TAKASHASHI et al., 2009; ABRAMOVITZ et al., 2012), da clivagem do espécime e análise por microscopia óptica (SÓ et al., 2008; TAKASHASHI et al., 2009; FENOUL et al., 2010), da microscopia eletrônica de varredura (PIRANI et al., 2009; SHOKOUHINEJAD et al., 2010), da tomografia computadorizada (SCHIRRMEISTER et al., 2006), da microtomografia computadorizada (ROGGENDORF et al., 2010; RÖDIG et al., 2012) e da microscopia confocal de varredura a laser (RACHED-JUNIOR et al., 2014). A microscopia confocal de varredura a laser possibilita análise quali-quantitativa da penetração de cimentos endodônticos no interior dos túbulos dentinários sem que haja necessidade de processamento especial das amostras o que conseqüentemente diminui artefatos técnicos (GHARIB et al., 2007; ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009; MARCIANO et al., 2011; DE-DEUS et al., 2012) e ainda possibilita a reutilização dos espécimes em outra análise (RACHED-JUNIOR et al., 2014). Na literatura verifica-se escassos estudos sobre a influência do remanescente de material obturador na penetração (RACHED-JUNIOR et al., 2014) e resistência de união à dentina (YAVARI et al., 2017) após o retratamento endodôntico (RACHED-JUNIOR et al., 2014; YAVARI et al., 2017).

Desta forma, tendo em vista que a morfologia interna do sistema de canais radiculares pode dificultar a remoção de material obturador durante o retratamento endodôntico, assim como o remanescente de cimento pode interferir na penetração e resistência de união do cimento no retratamento, faz-se necessária a avaliação da efetividade de protocolos de irrigação para auxiliar na remoção do material obturador de canais achatados, com destaque para a interação química dos cimentos à base de resina epóxica e à base de silicato de cálcio no que diz respeito a análise da penetração e resistência de união dentina radicular.

2. PROPOSIÇÃO

O objetivo neste estudo foi avaliar a penetração e resistência de união do cimento bioativo GuttaFlow bioseal à dentina radicular após diferentes protocolos de retratamento endodôntico em canais radiculares achatados.

Objetivos específicos:

O presente estudo propôs-se avaliar:

- 1- A porcentagem de remanescente do cimento AH Plus ao redor da parede do canal radicular, por meio de microscopia de varredura confocal a laser, após utilização de dos protocolos de irrigação ultrassônica passiva e XP-endo Finisher.
- 2- Influência das técnicas obturadoras, condensação lateral e cone único na interface cimento/dentina, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), e na penetração do cimento GuttaFlow bioseal no interior dos túbulos dentinários por meio de microscopia confocal de varredura a laser (MCVL).
- 3- Impacto do remanescente de cimento à base de resina epóxica, após remoção complementar por meio da irrigação ultrassônica passiva e XP-endo Finisher, na resistência de união do cimento GuttaFlow bioseal por meio das técnicas obturadoras da condensação lateral e do cone único.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo está de acordo com a Resolução CNS/CONEP 466/12, sendo submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Ribeirão Preto (CAAE: 74990217.8.0000.5498).

3.1 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

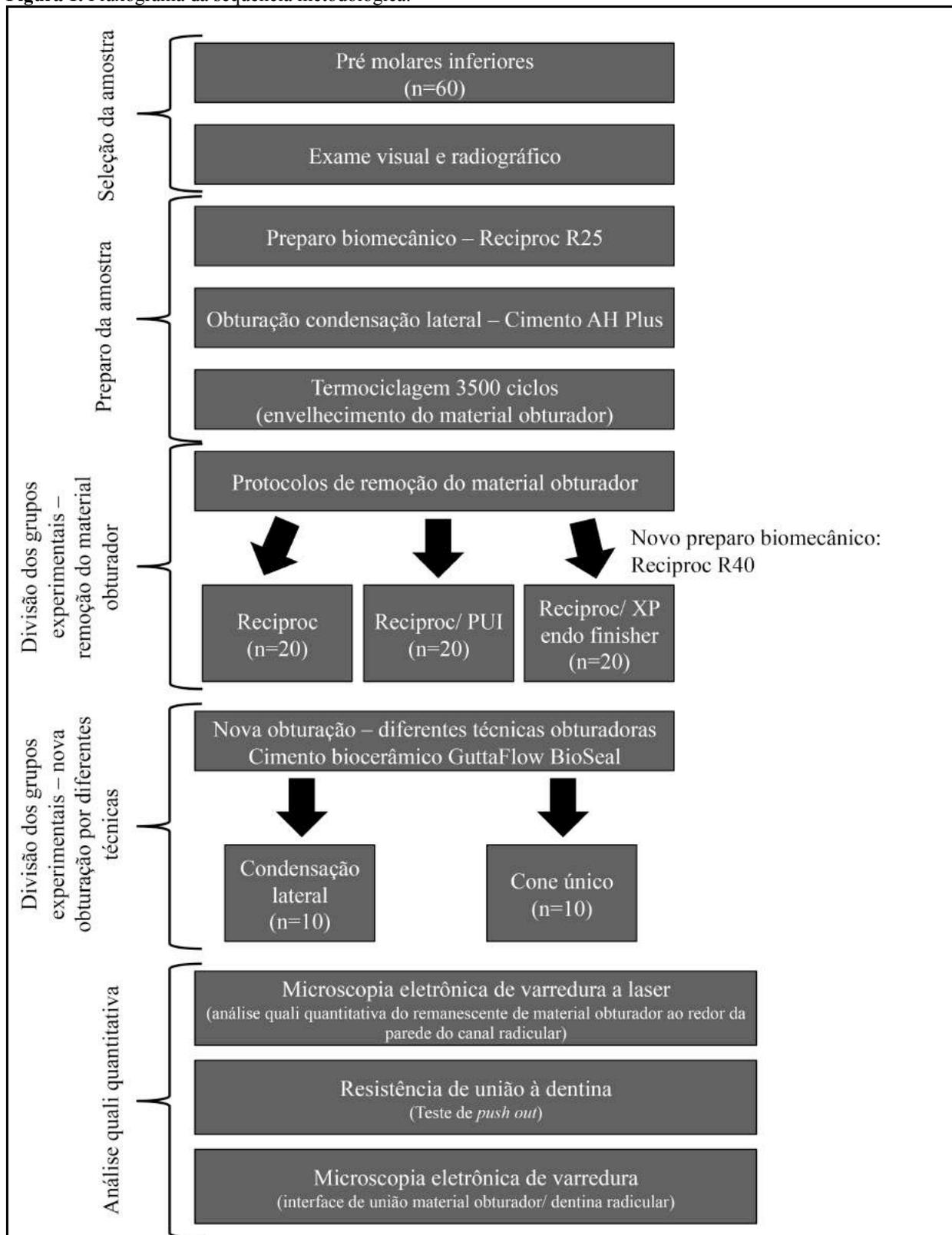
Os fatores em estudo foram os protocolos de remoção de material obturador em 3 níveis (Reciproc/ irrigação convencional, Reciproc/ PUI e Reciproc/ XP-endo Finisher) e obturação em 2 níveis (Condensação lateral e Cone Único). A amostra foi composta por 60 pré molares inferiores humanos (n=10). As variáveis de resposta foram: análise qualitativa do percentual de material obturador remanescente no interior dos túbulos dentinários ao redor da parede do canal radicular por meio de microscopia confocal de varredura a laser (MCVL), análise qualitativa da interface de união do material obturador/dentina por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e avaliação da resistência de união por meio do teste de *push out* do cimento obturador biocerâmico à dentina radicular após o retratamento do canal radicular.

Cento e cinquenta pré molares inferiores humanos pertencentes ao banco de dentes da Universidade de Ribeirão Preto, conservados em solução de timol 0,1% a 9°C, foram lavados em água corrente por 24 horas. Em seguida, suas superfícies radiculares externas foram limpas por meio de raspagem com ultrassom (Profi II Ceramic, Dabi Atlante Ltda., Ribeirão Preto, SP, Brasil) para, então, serem examinados macro e microscopicamente com auxílio de lupa estereoscópica em aumento de 25X e radiografados nos sentidos vestibulo lingual e mésio distal. Os critérios para inclusão foram presença de canal único e com achatamento, completa formação radicular, curvatura da raiz entre 15-20°, ausência de calcificações, de nódulos pulpare e reabsorção interna. E os critérios para exclusão foram: fratura radicular, tratamento endodôntico prévio e a presença de defeitos dentinários na morfologia externa das raízes.

Com o objetivo de diminuir interferências na seleção e padronização da amostra os dentes foram fixados em placas de acrílico com auxílio de cola quente (Hot Melt, Rhamos e Brito, São Paulo, SP, Brasil) e suas coroas removidas na junção amelocementária por meio de máquina de corte (Isomet 1000, Buehler, Hong Kong, China), com velocidade de 300 rpm sob refrigeração abundante de água.

O fluxograma (Figura 1) a seguir contém a representação esquemática da sequência metodológica utilizada nas etapas do presente estudo.

Figura 1. Fluxograma da sequência metodológica.



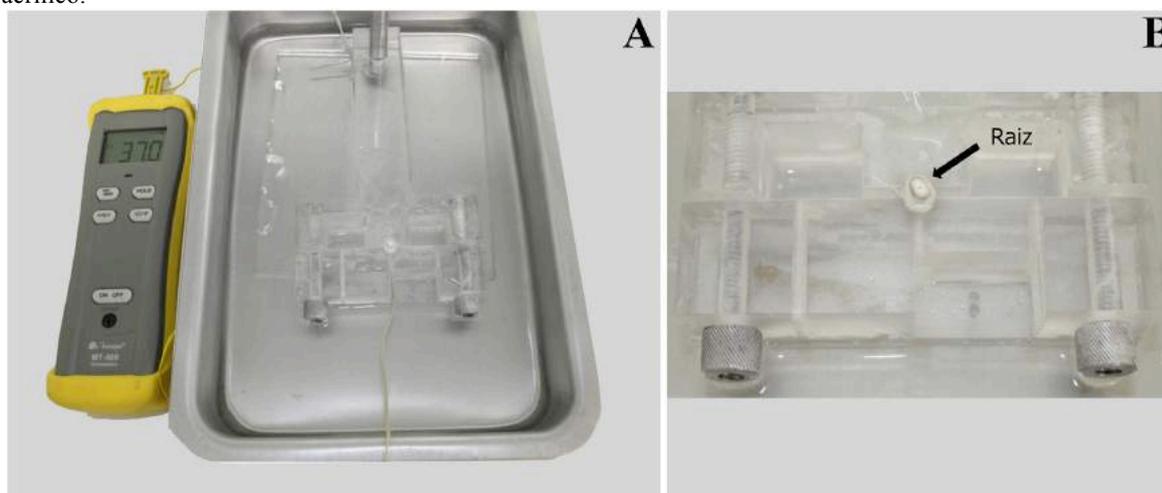
Fonte: autor.

3.2 - PREPARO BIOMECÂNICO E OBTURAÇÃO

As raízes foram fixadas em morsa e o comprimento de trabalho foi estabelecido introduzindo-se uma lima tipo K #10 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) no interior do canal até que sua ponta ativa fosse visualizada no forame apical e recuada 1 mm. O ápice radicular das raízes foi selado com cola quente (Hot Melt, Rhamos e Brito, São Paulo, SP, Brasil), com o intuito de evitar extravasamento da solução irrigante e os canais foram irrigados com 2 mL de NaOCl 2,5%, por meio de agulha NaviTip branca (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) adaptada a seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA).

Previamente ao preparo biomecânico, em todos os grupos, foi utilizado para simular a temperatura bucal, um recipiente em aço inóx (36 X 27 X 6cm) preenchido com água a 37°C, no qual foi imerso um dispositivo acrílico com orifício para fixação da raiz 1 mm abaixo da embocadura do canal radicular (Figura 2). Para estabilizar a temperatura da água foi utilizado um termostato (Vigoar, GPD LTDA, Hong Kong, China), com aquecedor e temperatura ajustável, o qual ficou submerso na água durante todo o preparo biomecânico.

Figura 2. A) Dispositivo acrílico imerso em água a 37°C no recipiente metálico. B) Raiz fixada ao dispositivo acrílico.



Fonte: autor.

O preparo biomecânico foi realizado com o instrumento R25 do sistema Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) (Figura 3A) acoplado ao motor elétrico X-Smart Plus (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) (Figura 3B) no modo “*reciprocation*”, responsável pelo movimento recíprocante no sentido anti-horário (corte) e horário (liberação do instrumento).

Figura 3. A) Instrumento R25 do sistema Reciproc. B) Motor elétrico e contra ângulo X-Smart Plus utilizado no preparo biomecânico.

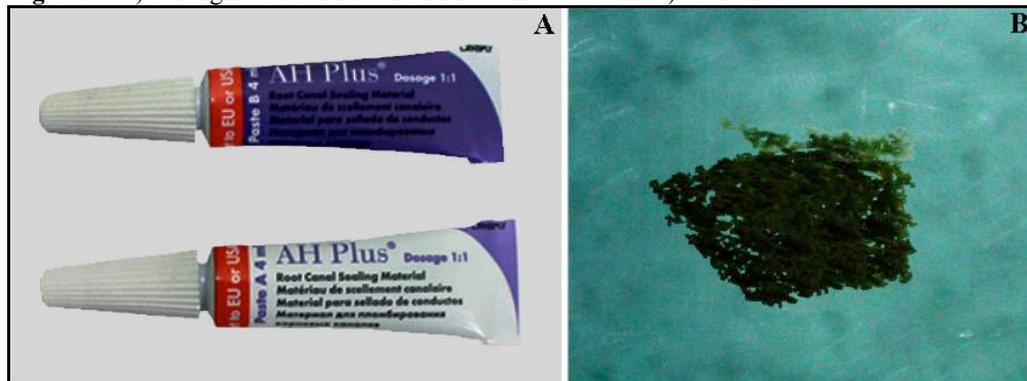


Fonte: autor.

O instrumento foi inserido no canal radicular com movimento de inserção/ remoção com amplitude controlada de aproximadamente 3 mm e leve pressão contra as paredes, conforme preconizado pelo fabricante. Após o terceiro movimento, o instrumento foi removido do canal radicular, limpo com gaze esterilizada e o canal radicular irrigado com 4 mL de NaOCl 2,5% por meio de seringa descartável e agulha NaviTip. Vale ressaltar que esse procedimento foi repetido até que o instrumento alcançasse o comprimento de trabalho. Posteriormente foi realizada irrigação com 5 mL de EDTA 17% por 5 min. Ao final, os canais foram irrigados com 5 mL de água destilada e deionizada, e após a aspiração, foram secos com cones de papel absorvente (Dentsply, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil).

A obturação das sessenta raízes foi realizada com cimento AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha), cone principal R25 (VDW, Munique, Alemanha) e acessórios XF (Dentsply-Maillefer, Petrópolis, RJ, Rio de Janeiro) de guta percha, por meio da técnica da condensação lateral. Durante a manipulação do cimento AH Plus foi acrescentado rodhamina B a 0,1% (Figura 4) e levado ao interior do canal radicular com auxílio de lentulo e, posteriormente, o cone principal de guta percha R25 foi inserido até o comprimento de trabalho. Em seguida, o espaçador digital C (azul) (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi inserido, adjacente ao cone principal e removido, obtendo-se espaço para inserção dos cones acessórios XF. Os cones foram cortados com instrumento aquecido e compactados com uso dos compactadores de Paiva (Maillefer, Ballaigues, Suíça) e o excesso de cimento removido com pensos de algodão (Roeko, Langenau, Alemanha). Concluída a obturação, as raízes foram restauradas com material restaurador provisório (Cavit, Premier, Norristown, PA, EUA), radiografadas no sentido vestibulo-lingual e mantidas a 37°C por período correspondente a três vezes o tempo de endurecimento do cimento AH Plus (480 min) (RESENDE et al., 2011).

Figura 4. A) Bisnagas A e B do cimento obturador AH Plus. B) Fluorescente rodhamina B.



Fonte: autor.

As raízes foram, então, submetidas a termociclagem com 3500 ciclos, com o objetivo de mimetizar o envelhecimento do material obturador por período correspondente a 42 meses. A termociclagem foi realizada com água destilada e deionizada com temperatura variável de 5° e 55° C, durante 7 dias. O tempo de imersão para cada espécime foi de 30 s, sendo o tempo de transferência entre cada temperatura de 2 s (BOTEGA et al., 2008).

As sessenta raízes obturadas foram aleatoriamente distribuídas em três grupos de acordo com o protocolo de irrigação complementar: GI- Reciproc/ irrigação convencional; GII- Reciproc/ PUI e GIII- Reciproc/ XP-endo Finisher.

3.3 – RETRATAMENTO

3.3.1 - DESOBTURAÇÃO DOS CANAIS RADICULARES

Grupo I – Reciproc/ irrigação convencional

A remoção do material obturador foi realizada com o instrumento R40 do sistema Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) (Figura 5A), acoplado ao motor elétrico motor elétrico X-Smart Plus (Figura 5B).

Figura 5. A) Instrumento R40 do sistema Reciproc. B) Motor elétrico e contra ângulo X-Smart Plus utilizado na desobturação.



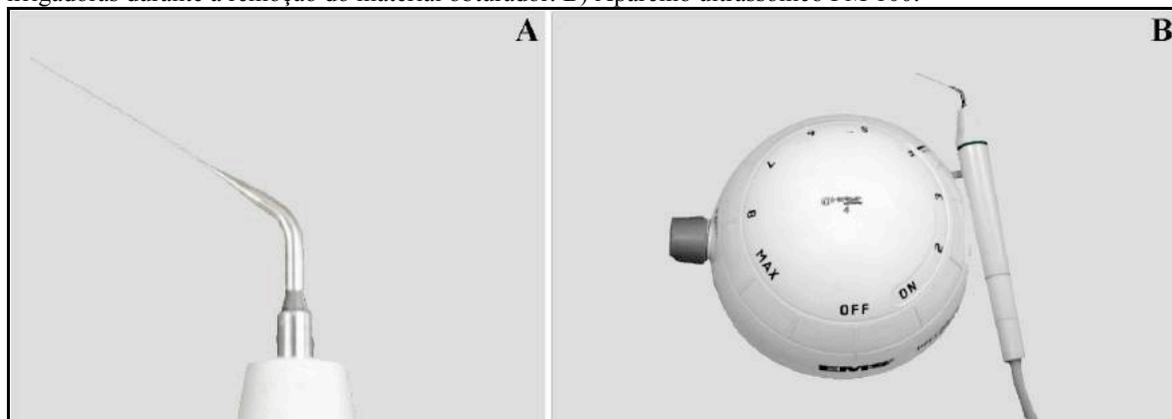
Fonte: autor.

O instrumento foi inserido com movimento de inserção/ remoção na massa obturadora, com amplitude controlada de aproximadamente 3 mm e leve pressão contra as paredes conforme preconizado pelo fabricante. Após o terceiro movimento, o instrumento foi removido do canal radicular, limpo com gaze estéril e o canal radicular irrigado com 2 mL de solução de NaOCl 2,5%. Este procedimento foi repetido até que o instrumento alcançasse o comprimento de trabalho e saísse desprovido de material obturador. Os canais foram, então, inundados com 5 mL de EDTA 17% durante 5 min, para ao final serem irrigados com 5 mL de água destilada e deionizada, aspirados e secos com cones de papel absorvente.

Grupo II- Reciproc/ PUI

A remoção do material obturador, neste grupo, foi iniciada conforme descrição do grupo I, seguida da complementação com irrigação ultrassônica passiva. O canal radicular foi irrigado com 2 mL NaOCl 2,5% por meio de seringa descartável e agulha NaviTip e, em seguida, a solução irrigadora foi agitada com inserto não cortante (#20, taper 0.01) de 18 mm de aço inoxidável (E1-Irrisonic, Helse Dental Technology, Santa Rosa de Viterbo, SP, Brasil) (Figura 6A), acionado por 20 s por meio de unidade ultrassônica piezoelétrica (PM100, EMS – Electro Medical System, Suíça) (Figura 6B) na potência de 10%, a 1 mm do CT, em suaves movimentos de inserção/remoção evitando-se tocar as paredes do canal, no sentido vestibulo-lingual. Este procedimento foi repetido mais 2 vezes, totalizando 6 mL de NaOCl 2,5% e tempo de agitação de 60 s. Os canais radiculares foram irrigados com 5 mL EDTA 17% por 5min, lavados com 5 mL de água destilada e deionizada e secos com cones de papel absorvente.

Figura 6. Irrigação ultrassônica passiva (IPU). A) Ponta ultrassônica E1 utilizada para agitação das soluções irrigadoras durante a remoção do material obturador. B) Aparelho ultrassônico PM 100.



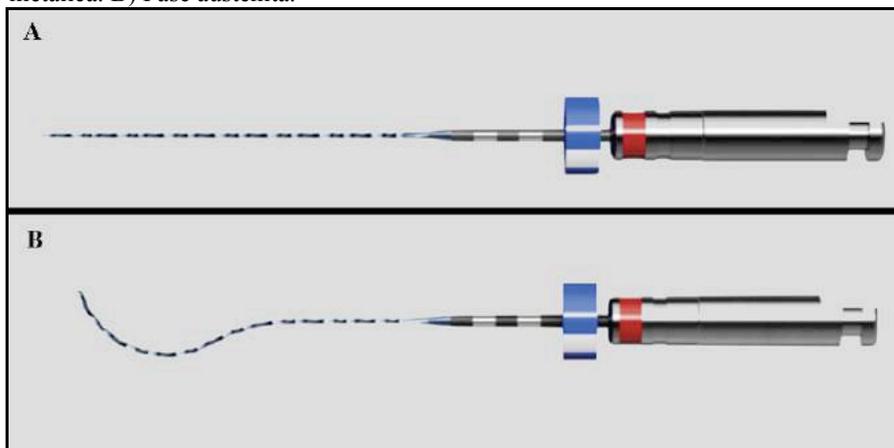
Fonte: autor.

Grupo III- Reciproc/ XP-endo Finisher.

Neste grupo a remoção do material obturador foi iniciada conforme descrição do grupo I, seguida da complementação com o instrumento finalizador XP-endo Finisher (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça), sendo que ainda no interior do seu tubo plástico, o instrumento foi conectado ao contra ângulo redutor Sirona 6:1 e resfriado por meio do spray refrigerante à base de butano (Endo Ice Spray Maquira, Maringá, PR, Brasil) por 5 s para, então, ser removido em rotação (800 rpm e torque de 1 Ncm) do tubo e a rotação cessada. Com o canal radicular inundado com NaOCl 2,5 %, o instrumento foi inserido no interior do canal e acionado durante 60 s com movimentos longitudinais de inserção/ remoção com amplitude de 7 - 8 mm, contra as paredes laterais até o comprimento de trabalho, seguido de irrigação com 2 mL de NaOCl 2,5 %. Vale salientar que este instrumento foi utilizado seguindo o protocolo do fabricante. A irrigação final foi realizada com 6 mL de NaOCl 2,5 %, seguido de irrigação com 5 mL de EDTA 17 % por 5 min, lavados com 5 mL de água destilada e deionizada e secos com cones de papel absorvente.

Vale salientar que durante todo o processo da remoção do material obturador foi utilizado o mesmo recipiente em aço inóx (36 X 27 X 6 cm), utilizado durante o tratamento endodôntico, preenchido com água a 37° C, no qual foi imerso um dispositivo acrílico com orifício para fixação da raiz 1 mm abaixo da embocadura do canal radicular. Para estabilizar a temperatura da água foi utilizado um termostato, com aquecedor e temperatura ajustável, o qual ficou submerso na água, em todos os grupos experimentais.

Figura 7. Instrumento finalizador XP-endo Finisher. A) Fase martensita da liga metálica. B) Fase austenita.



Fonte: autor.

3.3.2 - OBTURAÇÃO

Após a remoção do material obturador as raízes foram distribuídas em dois subgrupos (n=10), em função da nova técnica obturadora: Condensação lateral e Cone único.

As raízes foram obturadas com cimento GuttaFlow bioseal acrescido de fluoresceína 0,1% e, manipulado seguindo as orientações do fabricante, de acordo com as diferentes técnicas obturadoras estudadas.

Figura 8. A) Bisnaga única do cimento obturador GuttaFlow bioseal. B) Fluorescente fluoresceína.



Fonte: autor.

3.3.2.1 - Técnica da condensação lateral

Para esta técnica obturadora foi utilizado o cone principal R40 (VDW, Munique, Alemanha) e acessórios XF de guta percha, por meio da técnica da condensação lateral. O cimento GuttaFlow bioseal foi levado ao interior do canal radicular com auxílio de lentulo e, posteriormente, o cone principal de guta percha R40 juntado com cimento foi inserido até o comprimento de trabalho. Em seguida, o espaçador digital C (azul) foi inserido, adjacente ao cone principal e removido, obtendo-se espaço para inserção dos cones acessórios XF. Os cones foram cortados com auxílio do Hollenback 3S aquecido ao rubor, compactados com uso dos compactadores de Paiva e o excesso de cimento removido com pensos de algodão.

3.3.2.2 - Técnica do Cone único

O cimento obturador foi levado ao interior do canal radicular com auxílio de broca lentulo e, posteriormente, foi inserido o cone único principal de guta percha Reciproc R40 até o comprimento de trabalho. O excesso de guta percha foi removido, adjacente à embocadura do canal radicular, com auxílio do Hollenback 3S aquecido ao rubor, compactados com uso dos compactadores de Paiva e o excesso de cimento removido com pensos de algodão.

4 – PREPARO DOS CORPOS DE PROVA

Secção das raízes

Decorridos três vezes o tempo de endurecimento do cimento GuttaFlow bioseal os espécimes foram fixados em placas de acrílico com auxílio de cola quente (Hot Melt, Rhamos e Brito, São Paulo, SP, Brasil) e seccionados em máquina de corte Isomet 1000 (Buehler, Hong Kong, China), com velocidade de 300 rpm sob refrigeração, em *slices* de 2 mm.

5 – AVALIAÇÃO POR MEIO DA MICROSCOPIA CONFOCAL DE VARREDURA A LASER

O primeiro *slice* de cada terço, de cada raiz, foi analisado por meio do microscópio confocal invertido Leica TCS-SPE (Leica, Mannheim, Alemanha) utilizando o modo de epifluorescência com comprimentos de ondas de absorção e emissão para a rodhamina B de 540/ 590 nm e 536/ 617 nm para fluoresceína. As amostras foram analisadas 10 µm abaixo da superfície amostral utilizando lente com aumento de 5X. Foram obtidas imagens digitais com resolução de 512X512 *pixels*.

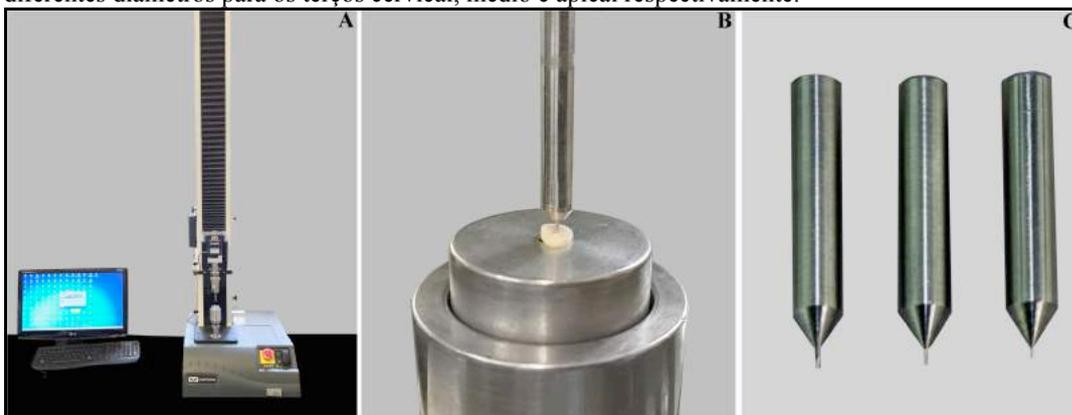
O cálculo da porcentagem de remanescente do cimento AH Plus na dentina radicular foi realizado com auxílio do *software* Image Tool v3 (Universidade do Texas, San Antonio, TX, EUA). Inicialmente, o perímetro do canal radicular foi contornado e mensurado e, em seguida, foram contornadas e quantificadas as regiões da dentina radicular onde havia presença de remanescente do cimento AH Plus. Desta forma, a porcentagem da parede do canal com remanescente do cimento AH Plus, nesta secção, foi estabelecida (ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009).

6 – AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO POR MEIO DO TESTE DE PUSH OUT

O mesmo *slice* utilizado para avaliar a porcentagem de remanescente do cimento obturador por meio de microscopia confocal de varredura a laser foi utilizado para o teste de resistência de união. O teste de *push out* será realizado em máquina universal de ensaios Instron (Instron Corporation, Canton, MA, EUA) (Figura 11A) com velocidade de 0,5 mm/min. Um dispositivo de aço inoxidável foi utilizado para o posicionamento dos corpos de prova, de modo que a face com menor diâmetro do canal radicular ficasse voltada para cima e centralizada em relação à haste empregada para pressionar o material obturador até que este fosse deslocado do corpo de prova. Foram utilizadas hastes de 4 mm de comprimento com 1,0 mm de diâmetro, para o deslocamento dos corpos de prova do terço cervical; 0,6 mm de diâmetro, para o terço médio e de 0,4 mm de diâmetro, para o terço apical (Figura 11B). Esse procedimento assegurou o alinhamento preciso da haste e a reprodutibilidade do teste, uma

vez que a haste utilizada tocou o centro do *slice*, sobre o material obturador, e não entrou em contato com a camada de dentina quando o material obturador foi pressionado e deslocado do canal radicular.

Figura 9. A) Máquina universal de ensaios Instron 3345 acoplada ao computador. B) Corpo de prova posicionado em dispositivo de aço inoxidável, alinhado à haste para o teste de *push out*. C) Hastes de diferentes diâmetros para os terços cervical, médio e apical respectivamente.



Fonte: autor.

A força necessária para o deslocamento do material obturador (F), em quilonewtons (kN), foi convertida em tensão (σ), em megapascal (MPa), empregando-se a fórmula: $\sigma = F/A$, para a qual A é a área de adesão do cimento que foi obtida pela equação: $A = 2 \pi R_e h$, sendo $R_e = (R_m + r_m)/2$, então: $A = \pi(R_m + r_m)h$, para a qual: $\pi = 3,1416$; R_m = raio médio do canal coronário calculado, r_m = raio médio do canal apical calculado e h = espessura do corpo de prova.

Para verificar o padrão de falha após o teste de *push out*, as amostras foram analisadas com lupa estereoscópica (Leica microsystem LTD, Wetzlar, Alemanha) com aumento de 40X e classificadas quanto ao tipo de falha em: adesiva, quando as paredes do canal estavam completamente livres de material obturador; coesiva, quando as paredes do canal estavam completamente cobertas pelo material obturador e, mista quando estavam parcialmente cobertas pelo material obturador.

7 - ANÁLISE DA INTERFACE DE UNIÃO POR MEIO DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

O segundo *slice* de cada terço, de cada raiz, foi selecionado para análise da interface em MEV. As amostras foram inseridas em resina acrílica para, então, seguirem o seguinte protocolo: polimento com lixas d'água de granulação decrescente (400, 600 e 1200), desidratação em graduação crescente de álcool 25%, 50%, 75%, 95% (por 20 min de imersão

em cada solução) e 100% por 1 h, lavagem em cuba ultrassônica com água destilada por 20 min. Os espécimes foram submetidos à desmineralização superficial com ácido clorídrico 6 mol/litro por 2 min e desproteinização em solução de hipoclorito de sódio 2,5% por 10 min finalizando com lavagem em cuba ultrassônica com água destilada por 10 min. Em seguida os espécimes foram secos a 37°C por 24 h e metalizados em câmara de vácuo com uma camada de ouro de aproximadamente 300Å (Bal-Tec SCD 005, Bal-tec Co., EUA).

As análises foram realizadas em microscópio eletrônico de varredura modelo JSM 5410 (JEOL Ltd, Tóquio, Japão) com 15kV por 3 examinadores calibrados e com experiência na área. Os espécimes foram analisados em visão panorâmica (15×) para localização das áreas representativas e, posteriormente, em aumentos de 500×.

8 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados do remanescente de material obturador ao redor da parede do canal radicular (%) do cimento AH Plus e da resistência de união (MPa) do cimento GuttFlow bioseal foram submetidos a testes estatísticos preliminares, com objetivo de verificar a normalidade da distribuição amostral. Após confirmação da homogeneidade (teste de Levene) e normalidade (teste de Kolmogorov-Smirnov), foram empregados os testes estatísticos paramétricos de Análise de Variância para verificar a existência de diferença entre os fatores analisados, e o teste complementar de Tukey, para verificar a diferença entre os grupos, com nível de significância de 5% ($\alpha= 0,05$). A análise estatística foi realizada com auxílio do *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*; SPSS Inc., Ill., EUA).

4. RESULTADOS

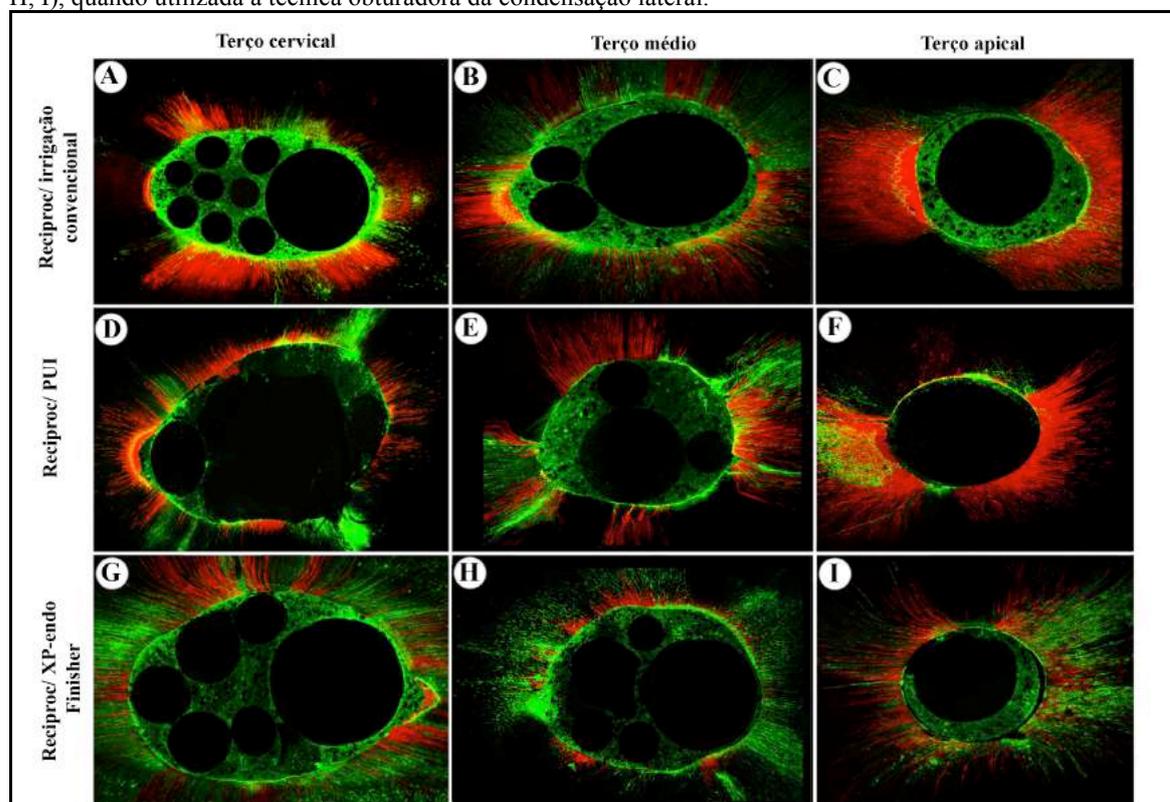
4.1 - ANÁLISE QUALITATIVA DO REMANESCENTE DE MATERIAL OBTURADOR

Na análise das histotomografias foi observado de maneira geral, remanescente de material obturador ao redor e no interior dos túbulos dentinários, após a utilização dos diferentes protocolos finalizadores.

Nos espécimes do grupo Reciproc/ irrigação convencional, quando foi utilizada a técnica obturadora da condensação lateral, observou-se no terço cervical (Figura 10A), presença de remanescente do cimento AH Plus no interior dos túbulos dentinários (vermelho), e poucas regiões com penetração do cimento GuttaFlow bioseal (verde), diferentemente do terço médio (Figura 10B), no qual notou-se menor quantidade de remanescente do cimento AH Plus e maior penetração do GuttaFlow bioseal. Já no terço apical (Figura 10C) observa-se na área polar do canal radicular a presença de material obturador AH Plus/ guta percha (vermelho) aderido à parede do canal radicular e, ainda nota-se no interior dos túbulos dentinários, em menor evidência, penetração do cimento GuttaFlow bioseal.

Nas histotomografias do grupo Reciproc/ PUI, quando a técnica obturadora da condensação lateral foi utilizada, observa-se nos terços cervical (Figura 10D) e médio (Figura 10E), menor quantidade de *tags* do cimento AH Plus (vermelho) no interior dos túbulos dentinários e maior presença de *tags* marcados em verde do cimento GuttaFlow bioseal (verde). No entanto, no terço apical (Figura 10F) observou-se em maior evidência a presença de *tags* do AH Plus (vermelho) e escassos *tags* do Guttaflow bioseal (verde) no interior dos túbulos dentinários quando comparados aos terços cervical e médio. Já no grupo do Reciproc/ XP-endo Finisher, quando a técnica obturadora da condensação lateral foi utilizada, foi observado que houve maior evidência de *tags* do cimento Gutta Flow bioseal nos terços cervical (Figura 10G), médio (Figura 10H) e apical (Figura 10I), quando comparado aos demais grupos experimentais.

Figura 10. Histotomografias representativas dos terços radiculares (cervical, médio e apical) dos protocolos de remoção Reciproc/ irrigação convencional (A, B, C), Reciproc/ PUI (D, E, F) e Reciproc/ XP-endo Finisher (G, H, I), quando utilizada a técnica obturadora da condensação lateral.



Fonte: autor.

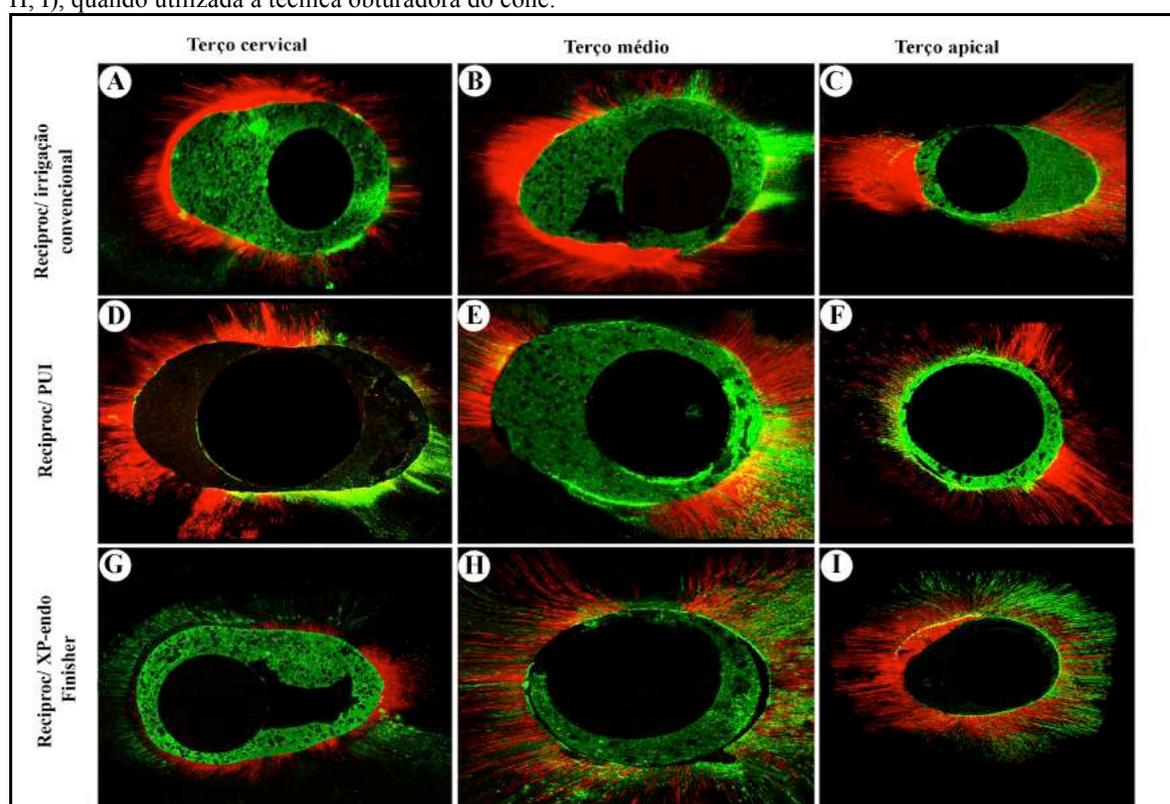
De maneira geral, quando foi utilizada técnica obturadora do cone único, verificou-se menor penetração do cimento GuttaFlow bioseal no interior dos túbulos dentinários, quando comparada às histotomografias da técnica obturadora da condensação lateral.

No entanto no grupo Reciproc/ irrigação convencional foram observados nos terços radiculares cervical (Figura 11A) e médio (Figura 11B), maior presença de *tags* do cimento AH Plus e remanescente de material obturador em área polar, destacados na cor vermelho. No terço apical (Figura 11C) nas áreas polares foi observado remanescente de material obturador (AH Plus/ guta percha) aderido à parede do canal radicular, como também *tags* do cimento AH Plus (vermelho) e pouca penetração do cimento GuttaFlow bioseal (verde).

Quando o protocolo de irrigação PUI foi utilizado verificou-se nos terços cervical (Figura 11D) e médio (Figura 11E) menor remanescente de AH Plus (vermelho) no interior dos túbulos dentinários e conseqüentemente maior penetração do cimento GuttaFlow bioseal (verde). No terço apical (Figura 11F) não foi observado nas áreas polares do canal radicular remanescente de material obturador, entretanto foi verificado *tags* remanescentes do cimento AH Plus (vermelho) e pouca penetração do cimento GuttaFlow bioseal (verde).

No grupo do Reciproc/ XP-endo Finisher nos terços cervical (Figura 11G) e médio (Figura 11H), menor remanescente do cimento AH Plus (vermelho) no interior dos túbulos dentinários, bem como maior penetração do cimento GuttaFlow bioseal (verde). No terço apical (Figura 11I) foi verificado em área polar, remanescente de material obturador aderido à parede do canal radicular, remanescente do cimento AH Plus (vermelho) no interior dos túbulos dentinários, como também tags do cimento GuttaFlow bioseal (verde).

Figura 11. Histotomografias representativas dos terços radiculares (cervical, médio e apical) dos protocolos de remoção Reciproc/ irrigação convencional (A, B, C), Reciproc/ PUI (D, E, F) e Reciproc/ XP-endo Finisher (G, H, I), quando utilizada a técnica obturadora do cone.



Fonte: autor.

4. 2 - ANÁLISE QUANTITATIVA DO REMANESCENTE DE MATERIAL OBTURADOR

Na análise qualitativa do remanescente de material obturador, a Análise de Variância (ANOVA) (Tabela I) a 2 critérios verificou-se haver diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os protocolos de remoção e terço radicular. No entanto não se observou diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) na interação entre esses fatores.

Tabela I. Resultados da análise de variância para a comparação entre os protocolos remoção e terços radiculares.

Fonte de variação	Soma de Quadr.	G. L.	Quadr. Médios	(F)	p
Protocolos de remoção	27100,166	2	13550,083	264,013	0,000
Terço radicular	1248,716	2	624,358	12,165	0,000
Protocolos de remoção/Terço radicular	246,175	4	61,544	1,199	0,315
Resíduo	6466,774	126			
Varição total	435402,635	144			

No teste de Tukey (Tabela II) foi revelado que os maiores valores de remanescente de material obturador foram obtidos quando foi utilizado somente o protocolo Reciproc/irrigação convencional ($71,64 \pm 14,46$), sendo estatisticamente diferente do protocolo Reciproc/PUI ($43,05 \pm 7,21$) e Reciproc/XP-endo Finisher ($42,06 \pm 7,82$) que foram semelhantes entre si ($p > 0,05$).

Tabela II. Teste de Tukey para o fator de variação protocolo de remoção no remanescente de material obturador (%).

Protocolo de remoção	Média ± D. P.	Valor crítico ($\alpha = 0,05$)
Reciproc/irrigação convencional	$71,64 \pm 14,46$ A	
Reciproc/ PUI	$43,05 \pm 7,21$ B	3,75
Reciproc/ XP-endo Finisher	$42,06 \pm 7,82$ B	

* Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Em relação aos terços radiculares, o teste de Tukey (Tabela III) demonstrou que os terços cervical ($52,99 \pm 17,49$) e apical ($55,43 \pm 16,08$) apresentaram os maiores valores de remanescente de material obturador, sendo estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$). O terço médio ($48,33 \pm 17,54$) apresentou os menores valores de remanescente sendo estatisticamente diferente ($p < 0,05$) do terço apical.

Tabela III. Teste de Tukey para o fator de variação terço radicular para o remanescente de material obturador (%).

Terço radicular	Média ± D. P.	Valor crítico ($\alpha = 0,05$)
Cervical	$52,99 \pm 17,49$ A	
Médio	$48,33 \pm 17,54$ B	4,78
Apical	$55,43 \pm 16,08$ A	

* Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

4.3 - PENETRAÇÃO DO CIMENTO OBTURADOR

A Análise de Variância (ANOVA) (Tabela IV) a 2 critérios demonstrou haver diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para o terço radicular e técnica obturadora.

Tabela IV. Resultados da análise de variância para a comparação entre os protocolos remoção e terços radiculares.

Fonte de variação	Soma de Quadr.	G. L.	Quadr. Médios	(F)	p
Técnica obturadora	3757,179	1	3757,179	73,206	0,000
Terço radicular	1248,716	2	624,358	12,165	0,000
Terço radicular/técnica obturadora	246,175	4	61,544	1,199	0,315
Resíduo	6466,74	126			
Variação total	425402,35	144			

O teste de Tukey (Tabela V) evidenciou que a técnica da condensação lateral apresentou os maiores valores médio de penetração ao redor da parede do canal radicular e foi estatisticamente diferente ($p < 0,05$) da técnica do cone único.

Tabela V. Teste de Tukey para o fator de variação técnica obturadora na penetração (%) do cimento obturador ao redor da parede do canal radicular.

Terço radicular	Média ± D. P.	Valor crítico ($\alpha = 0,05$)
Condensação lateral	57,36 ± 19,63 A	2,56
Cone único	47,14 ± 12,53 B	

* Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Em relação aos terços radiculares o teste de Tukey (Tabela VI) demonstrou que o terço médio apresentou os maiores valores médios (51,67 ± 17,54) de penetração ao redor da parede do canal radicular, sendo estatisticamente diferente ($p < 0,05$) dos terços cervical (47,01 ± 17,49) e apical (44,57 ± 16,08), os quais foram estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$).

Tabela VI. Teste de Tukey para o fator de variação terço radicular na penetração (%) do cimento obturador ao redor da parede do canal radicular.

Terço radicular	Média ± D. P.	Valor crítico ($\alpha = 0,05$)
Cervical	47,01 ± 17,49 B	4,78
Médio	51,67 ± 17,54 A	
Apical	44,57 ± 16,08 B	

* Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

4. 4 - RESISTÊNCIA DE UNIÃO DO MATERIAL OBTURADOR À DENTINA

A Análise de Variância (Tabela VII) a três critérios demonstrou haver diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os protocolos de remoção, terços radiculares e técnica de obturação. Foi também observado interação entre os fatores terço radicular e técnica de obturação ($p < 0,05$). ANOVA revelou semelhança estatística significativa ($p > 0,05$) nas interações: protocolo de remoção/ terço radicular, protocolo de remoção/ técnica de obturação e terço radicular/ técnica de obturação/ protocolo de remoção.

Tabela VII. Resultados da análise de variância para a comparação entre os protocolos remoção, terços radiculares e técnica obturadora.

Fonte de variação	Soma de Quadr	GL	Quadr Médios	(F)	p
Protocolos de remoção	14,153	2	7,076	35,805	0,000
Terço radicular	35,858	2	17,929	90,719	0,000
Técnica de obturação	34,038	1	34,038	172,225	0,000
Terço/ Técnica de obturação	1,953	2	0,977	4,941	0,009
Protocolos de remoção/Terço radicular	1,115	4	0,279	1,411	0,234
Téc. obturação/ protocolos de remoção	1,722	2	0,861	4,357	0,159
Terço/ protocolo de remoção/ Téc. obturação	0,643	4	0,161	0,814	0,519
Resíduo	24,902	126	0,198		
Varição total	1548,963	144			

O teste de Tukey (Tabela VIII) mostrou que os maiores valores de resistência de união (MPa) foram obtidos quando os protocolos Reciproc/ PUI ($3,46 \pm 0,97$) e Reciproc/ XP-endo Finisher ($3,28 \pm 0,91$) foram utilizados, sendo estes estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$) e diferentes ($p < 0,05$) do Reciproc/ irrigação convencional ($2,73 \pm 0,60$) que obteve os menores valores médios.

Tabela VIII. Teste de Tukey para o fator de variação protocolo de remoção.

Protocolo de remoção	Média ± D. P.	Valor crítico ($\alpha = 0,05$)
Reciproc/irrigação convencional	$2,73 \pm 0,60$ B	
Reciproc/ PUI	$3,46 \pm 0,97$ A	0,328
Reciproc/ XP-endo Finisher	$3,28 \pm 0,91$ A	

* Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Em relação aos terços radiculares o teste de Tukey (Tabela IX) demonstrou que os maiores valores médios de resistência de união a dentina radicular foram obtidos nos terços cervical ($3,54 \pm 0,85$) e médio ($3,48 \pm 0,83$), sendo estes estatisticamente semelhantes entre si

($p > 0,05$) e diferente ($p < 0,05$) do teço apical ($2,45 \pm 0,51$) que apresentou os menores valores médios.

Tabela IX. Teste de Tukey para o fator de variação terço radicular.

Terço radicular	Média ± D. P.	Valor crítico ($\alpha = 0,05$)
Cervical	$3,53 \pm 0,85$ A	0,264
Médio	$3,48 \pm 0,83$ A	
Apical	$2,45 \pm 0,51$ B	

* Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Para a técnica obturadora, o teste de Tukey (Tabela X) demonstrou que a condensação lateral ($3,64 \pm 0,89$) apresentou os maiores valores médios de resistência de união à dentina sendo estatisticamente diferente ($p < 0,05$) da técnica de cone único ($2,67 \pm 0,59$).

Tabela X. Teste de Tukey para o fator de variação técnica obturadora.

Técnica obturadora	Média ± D. P.	Valor crítico ($\alpha = 0,05$)
Condensação lateral	$3,64 \pm 0,89$ A	0,180
Cone único	$2,67 \pm 0,59$ B	

* Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Na interação terço radicular e técnica obturadora, o teste de Tukey (Tabela XI) demonstrou que terço cervical/ condensação lateral ($4,10 \pm 0,75$) e terço médio/ condensação lateral ($4,06 \pm 0,68$) apresentaram os maiores valores médios de resistência de união, sendo estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$). Terço cervical/ cone único ($2,97 \pm 0,45$) e terço médio/ cone único ($2,91 \pm 0,75$) apresentaram valores médios intermediários e foram estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$) e diferentes ($p < 0,05$) das demais interações. Os menores valores médios foram obtidos na interação terço apical/ cone único ($2,13 \pm 0,32$), sendo diferente do terço apical/ condensação lateral ($2,77 \pm 0,45$).

Tabela XI. Teste de Tukey. Interação entre os fatores técnica obturadora e terço radicular.

Terço radicular	Condensação lateral	Cone único
Cervical	$4,10 \pm 0,75$ A, a	$2,97 \pm 0,45$ A, b
Médio	$4,06 \pm 0,68$ A, a	$2,91 \pm 0,75$ A, b
Apical	$2,77 \pm 0,45$ B, a	$2,13 \pm 0,32$ B, b

* Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística ($p \leq 0,05$). Valor crítico: 0,454.

4. 4. 1 - ANÁLISE DO TIPO DE FALHA

A análise do tipo de falha ocorrida após o teste de *push out* (Tabela XII) demonstrou que ao serem empregados a técnica obturadora da condensação lateral e o protocolo Reciproc/ irrigação convencional foram observadas falhas do tipo coesiva no terço cervical, coesiva e mista no terço médio e mista no terço apical. Nos protocolos Reciproc/ PUI e Reciproc/ XP-endo Finisher, ocorreu predomínio de falhas do tipo coesiva nos três terços radiculares. Na técnica do cone único, quando o protocolo Reciproc/ irrigação convencional foi utilizado observou-se predomínio de falhas do tipo mista. No protocolo Reciproc/ PUI observou-se predomínio de falhas dos tipos mistas e coesivas. Para o protocolo Reciproc/ XP-endo Finisher, ocorreu predomínio de falhas do tipo mista e coesiva nos terços radiculares cervical e médio, enquanto que, no terço apical, observaram-se falhas do tipo mista.

Tabela XII. Tipos de falha após teste de *push out*, em cada terço, nos diferentes grupos experimentais (valores percentuais).

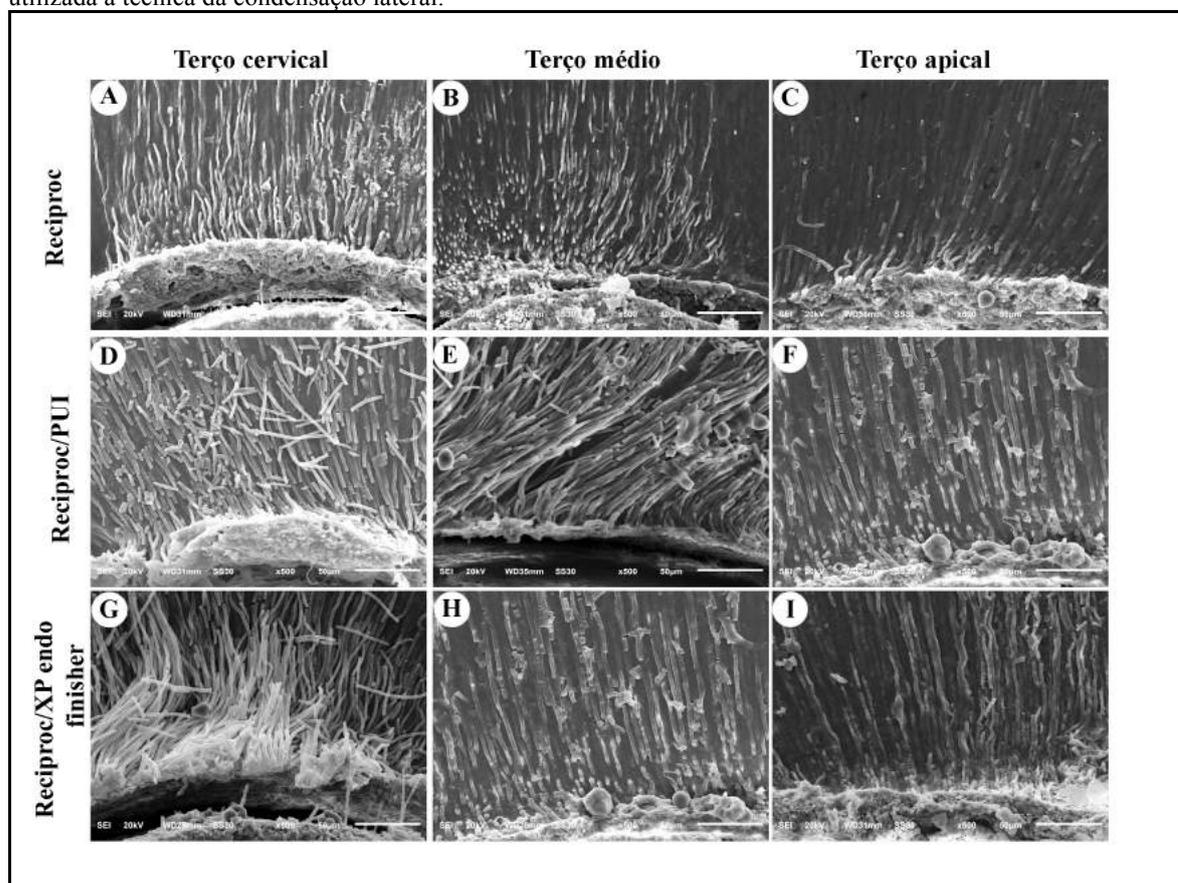
Tipos de falhas	Condensação lateral									Cone único								
	Reciproc			Reciproc/ PUI			Reciproc/XP endo Finisher			Reciproc			Reciproc/ PUI			Reciproc/ XP endo Finisher		
	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A
Adesiva	30	20	20	10	20	10	20	20	10	30	20	30	20	20	20	10	10	30
Mista	20	40	50	40	30	40	40	30	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Coesiva	50	40	30	50	50	50	50	50	50	30	30	30	40	40	40	50	50	30

* C= terço cervical; M= terço médio; A= terço apical.

4.5 - AVALIAÇÃO ULTRAESTRUTURAL POR MEIO DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

A análise das eletromicrografias demonstra, de maneira geral, presença de *tags* em ambas as técnicas obturadoras, no entanto em maior evidência para a técnica da condensação lateral. No protocolo de remoção do material obturador Reciproc/ irrigação convencional, a técnica da condensação lateral no terço cervical e médio apresentou presença de *tags* em maior número visual, quando comparado ao terço apical. Reciproc/ PUI e Reciproc/ XP-endo Finisher, na técnica da condensação lateral, apresentaram *tags* em maior número nos terços cervical e médio quando comparados ao terço apical. Nestes dois protocolos foi observado que no terço apical os *tags* de cimento estão em maior evidência quando comparados ao mesmo terço radicular no protocolo de remoção Reciproc/ irrigação convencional.

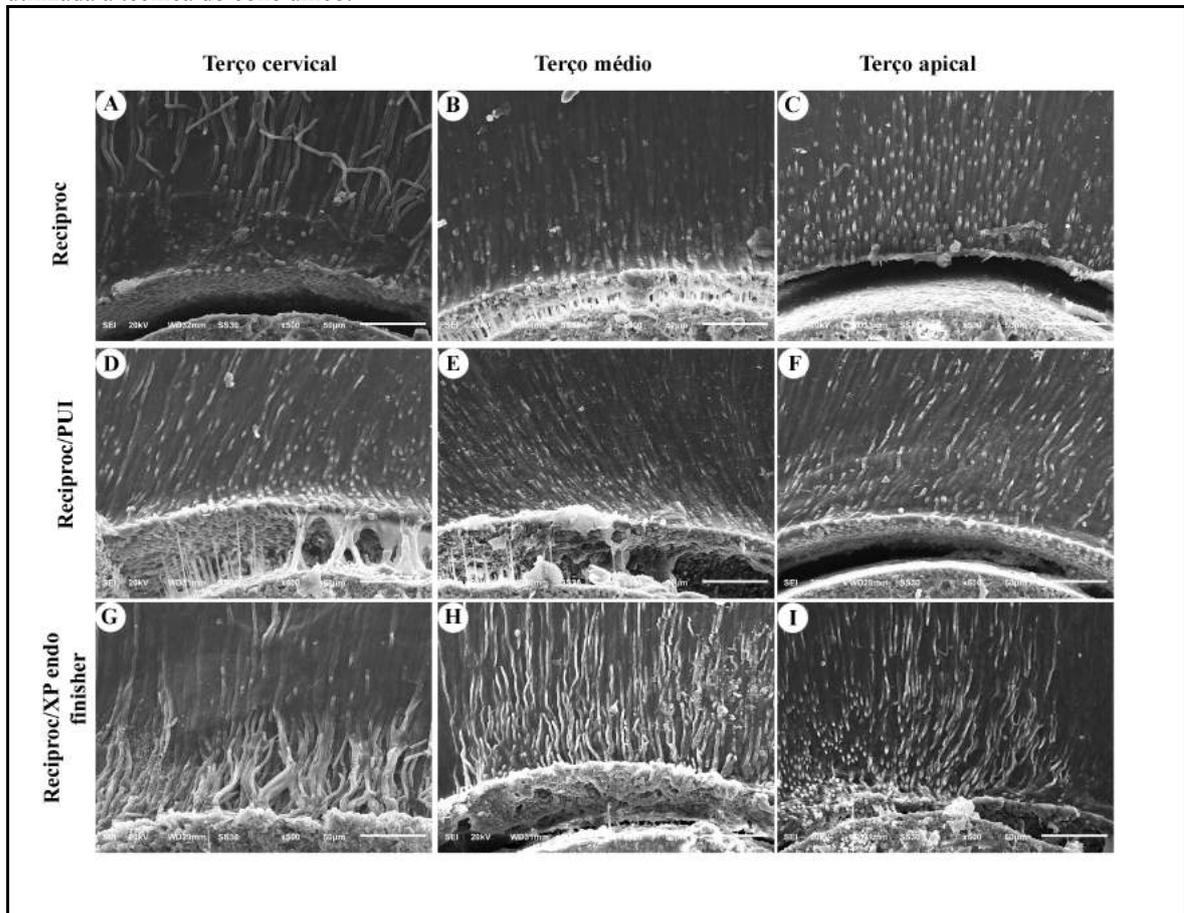
Figura 12. Eletromicrografias representativas dos terços radiculares (cervical, médio e apical) dos protocolos Reciproc/ irrigação convencional (A,B,C), Reciproc/ PUI (D,E,F) e Reciproc/ XP-endo Finisher (G,H,I), quando utilizada a técnica da condensação lateral.



Fonte: autor.

Em relação a técnica obturadora do cone único, as eletromicrografias de maneira geral revelaram menor quantidade de *tags*, sendo estes curtos nos terços cervical, médio e apical nos protocolos de remoção Reciproc/ irrigação convencional e Reciproc/ PUI, quando comparadas às eletromicrografias da técnica da condensação lateral. Para o grupo Reciproc/ XP-endo Finisher quando comparado à Reciproc/ PUI, observou-se uma maior formação de *tags* nos terços radiculares, os quais são mais longos e volumosos.

Figura 12. Eletromicrografias representativas dos terços radiculares (cervical, médio e apical) dos protocolos Reciproc/ irrigação convencional (A,B,C), Reciproc/ PUI (D,E,F) e Reciproc/ XP-endo Finisher (G,H,I), quando utilizada a técnica do cone único.



Fonte: autor.

5. DISCUSSÃO

A morfologia interna do sistema de canais radiculares pode dificultar a ação dos instrumentos rotatórios e reciprocantes às paredes do canal, tanto no tratamento endodôntico como na remoção do material obturador, principalmente em canais achatados (RECHENBERG; PAQUÉ, 2013; BRASIL et al., 2017; MOE et al., 2018), ovais (KELEŞ et al., 2014; BRASIL et al., 2017; MOE et al., 2018), ou ainda ovais longo (RECHENBERG; PAQUÉ, 2013; BRASIL et al., 2017; MOE et al., 2018), que possuem como desafio as áreas polares (BRASIL et al., 2017; MOE et al., 2018). O remanescente de material obturador no interior dos canais radiculares, além de abrigar restos de tecidos necróticos e bactérias (SÓ et al., 2008), pode propiciar interação química com a nova obturação, o que dependendo da composição química dos cimentos utilizados, pode interferir na penetração e resistência de união à dentina radicular (RACHED-JUNIOR et al., 2014). Neste contexto pesquisas *in vitro* tem relatado a necessidade de remoção do material obturador remanescente por meio de instrumentos finalizadores (DE MELLO JUNIOR et al., 2009; RACHED-JUNIOR et al., 2014; BRASIL et al., 2017; MOE et al., 2018; SILVA et al., 2018; DE-DEUS et al., 2019).

No presente estudo avaliou-se a eficácia da agitação ultrassônica e do instrumento finalizador XP-endo Finisher na remoção do material obturador, bem como analisou-se o impacto do remanescente do cimento AH Plus na penetração e resistência de união do cimento GuttaFlow bioseal à dentina radicular.

Para melhor compreensão dos resultados obtidos, alguns aspectos relacionados a metodologia empregada neste estudo merecem ser destacados. Para realização deste estudo foram selecionados pré molares inferiores com achatamento mésio distal, por conter áreas polares que dificultam o toque do instrumento durante o preparo biomecânico (WU et al., 2001, WU et al., 2003, RECHENBERG; PAQUÉ, 2013) e consequentemente pode favorecer a presença de remanescente de material obturador.

Outros aspectos metodológicos dizem respeito à escolha dos cimentos obturadores AH Plus e GuttaFlow bioseal e à manipulação destes com os fluorescentes rodamina B e fluoresceína, respectivamente. Com relação a escolha do AH Plus utilizado na primeira obturação, em estudos prévios (VERSIANI et al., 2006; MARIN-BAUZA et al., 2010; FLORES et al., 2011) têm sido demonstrado que esse cimento apresenta satisfatórias propriedades físico químicas como tempo de endurecimento, radiopacidade, escoamento e solubilidade de acordo com a especificação nº 57 da ANSI/ADA (2000), além de possuir capacidade de penetração no interior dos túbulos dentinários (CHANDRA et al., 2012;

MACEDO et al., 2017) e resistência de união à dentina (JAINAEN et al., 2007; CARNEIRO et al., 2012; MACEDO et al., 2017), sendo atualmente considerado padrão ouro pela literatura. Neste estudo optou-se por utilizar no retratamento endodôntico, o cimento GuttaFlow bioseal por conter em sua formulação silicato de cálcio que favorece a bioatividade (GANDOLFI et al., 2016) à dentina e por possuir, também, em sua composição nanopartículas de prata que acreditamos ser uma propriedade relevante para o processo reparador devido ao seu efeito antimicrobiano (CAMARGO et al., 2017).

A adição dos fluorescentes na massa dos cimentos permitiu a determinação do percentual de remanescente do cimento AH Plus ao redor da parede do canal radicular e no interior dos túbulos dentinários após diferentes protocolos de retratamento endodôntico, bem como verificar a capacidade de penetração no interior dos túbulos dentinários do cimento GuttaFlow bioseal na presença ou não do remanescente do AH Plus, por meio da microscopia confocal de varredura a laser. Desta maneira, a rodamina B e a fluoresceína foram utilizados como marcadores quali-quantitativos da penetração dos cimentos obturadores no interior dos túbulos dentinários (ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009; MARCIANO et al., 2010; RACHED-JUNIOR et al., 2014; MACEDO et al., 2017), por não terem a capacidade de alterar as propriedades físico-químicas dos cimentos obturadores (MARCIANO et al., 2010) e pelos cimentos selecionados não necessitarem de água durante o seu processo de endurecimento. Cumpre salientar que devido a rodamina B ter baixa afinidade com íons cálcio presente em alguns cimentos endodônticos (JEONG et al., 2017), esta foi inserida exclusivamente no cimento AH Plus que não contém íons cálcio em sua composição (VERSIANI et al., 2006; MARIN-BAUZA et al., 2010; FLORES et al., 2011), além de não necessitar de umidade para que ocorra sua polimerização (VERSIANI et al., 2006; FLORES et al., 2011; RACHED-JUNIOR et al., 2014) e deste modo a rodamina B conseguiu interagir com os compósitos do cimento e, conseqüentemente, não interferiu nos resultados obtidos neste trabalho.

A microscopia confocal de varredura a laser em comparação com a MEV, possui a vantagem de fornecer informações detalhadas sobre a presença e distribuição dos cimentos ou adesivos odontológicos no interior dos túbulos dentinários, ao redor das paredes do canal radicular, em baixa ampliação por meio da utilização de fluorescentes (ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009a; ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009b; MARCIANO et al., 2010) e possibilita ainda a reutilização do corpo de prova em outra análise experimental (RACHED-JUNIOR et al., 2014; MACEDO et al., 2017).

Assim, no presente estudo, os mesmos corpos de prova, analisados por microscopia confocal de varredura a laser foram submetidos à avaliação da resistência de união à dentina radicular por meio do teste de *push out*, o que possibilitou verificar possível relação da presença de remanescente do cimento AH Plus na penetração e resistência de união do cimento GuttaFlow bioseal à parede radicular.

A análise qualiquantitativa das histotomografias no presente estudo demonstrou menor remanescente de AH Plus na parede do canal radicular quando os protocolos de remoção Reciproc/ PUI e Reciproc/ XP-endo Finisher foram utilizados. Isso pode ser explicado devido a agitação mecânica das soluções irrigadoras promovida tanto pelo PUI quanto pelo XP-endo Finisher associada ao instrumento endodôntico. A irrigação ultrassônica passiva baseia-se na transmissão de energia acústica de um inserto a uma solução irrigadora no canal radicular por meio de ondas ultrassônicas a qual promove turbilhonamento da solução e concomitantemente aumento e redução na pressão hidrostática, promovendo formação de bolhas de cavitação que implodem e produzem aumento da temperatura das soluções (VAN DER SLUIS et al., 2005; VAN DER SLUIS et al., 2007; JIANG et al., 2011), favorecendo a limpeza da parede do canal radicular (VAN DER SLUIS et al., 2005; VAN DER SLUIS et al., 2007).

Em relação ao protocolo Reciproc/ XP-endo Finisher especula-se que este tenha sido eficaz na remoção do material obturador devido à capacidade de contração e expansão promovido por sua liga especial de NiTi Max Wire, que quando em contato com a temperatura corporal, adapta-se às paredes internas do canal radicular, favorecendo o toque do instrumento nas paredes do canal radicular, criando espaço para o movimento hidrodinâmico e turbilhonamento da solução irrigadora no interior do canal radicular (AZIM et al., 2017). Assim, durante a ação do instrumento finalizador XP-endo Finisher no interior do canal radicular, sua parte elíptica (semi circular), é comprimida por meio da resistência imposta pela anatomia interna do canal, o que consequentemente força o instrumento contra as paredes do canal radicular, favorecendo sua ação mecânica no material obturador das paredes do canal radicular de áreas nas quais o instrumento Reciproc não foi capaz de deslocar, devido provavelmente ao achatamento do canal radicular. DE-DEUS et al. (2019) utilizaram o XP endo Finisher R e reportaram que foi mais eficaz em remover o material obturador (AH Plus/ gutta percha) do interior do canal radicular quando comparado à irrigação ultrassônica passiva.

Tal divergência de resultados pode ser explicado por diferenças metodológicas entre este estudo e o DE-DEUS et al. (2019), que não simularam a temperatura corporal para a utilização do instrumento XP-endo Finisher R no retratamento endodôntico. Segundo

TROPE; DEBELIAN (2015) e ELNAGHY et al. (2017) o sistema XP-endo requer temperatura superior a 30⁰C para aumentar a amplitude de suas partes ativas e, assim, favorecer o toque nas paredes do canal radicular. Desta maneira, no presente estudo, todos os espécimes de todos os grupos experimentais, foram alojados em dispositivo que possibilitou a imersão dos espécimes em água destilada e deionizada a 37⁰C, simulando a temperatura corporal, impondo as mesmas condições metodológicas para todos os grupos, não sendo um fator de variação. Outro aspecto metodológico que poderia explicar os resultados diferentes daqueles obtidos por DE-DEUS et al. (2019) diz respeito ao próprio instrumento do sistema XP endo. Neste estudo foi utilizado o instrumento finalizador XP-endo Finisher, diferentemente de DE-DEUS et al. (2019) que utilizaram o XP-endo Finisher R. Esses instrumentos finalizadores, segundo SILVA et al. (2018) possuem características similares em relação a liga metálica MaxWire, no entanto diferem no tamanho de sua ponta: enquanto XP-endo Finisher apresenta ponta 25, o XP-endo Finisher R possui ponta 30, o que poderia propiciar maior capacidade de remoção do material obturador. Entretanto, apesar desta diferença na característica desses instrumentos SILVA et al. (2018) verificaram que ambos instrumentos do sistema XP-endo tiveram comportamento similar em relação a remoção do material obturador do interior dos canais radiculares, sugerindo que esses instrumentos, apesar de tocarem as paredes do canal radicular, sua liga metálica não tem força suficiente para deslocar o cimento AH Plus aderido à dentina radicular.

No presente estudo os terços cervical e apical apresentaram os maiores valores médios de remanescente de material obturador, sendo diferente estatisticamente do terço médio. Especula-se que os menores valores de remanescente no terço médio tenham ocorrido em virtude, principalmente do movimento de amplitude do instrumento finalizador XP-endo Finisher, no qual é inserido e removido do canal radicular com amplitude de 7 a 8 mm, possibilitando a expansão e contração de sua liga metálica. Desta maneira, supõe-se que no terço médio tenha ocorrido ação da parte ativa do instrumento, bem como da parte semicircular diferentemente dos terços cervical e apical. No terço apical, provavelmente, só tenha ocorrido ação da parte ativa do instrumento e no terço cervical somente da semicircular, o que pode ter dificultado a remoção do material obturador.

O remanescente de material obturador no interior do canal radicular (RACHED-JUNIOR et al., 2014) e a técnica obturadora (MACEDO et al., 2017) podem interferir na penetração e resistência de união do material obturador à dentina (RACHED-JUNIOR et al., 2014; MACEDO et al., 2017). Em relação à penetração e resistência de união à dentina radicular do cimento GuttaFlow bioseal, no presente estudo, a técnica obturadora da

condensação lateral propiciou maiores valores médios de penetração e adesividade quando comparada à técnica do cone único nos grupos em que houve agitação mecânica da solução irrigadora. Segundo HATTON et al. (1988) e MACEDO et al. (2017) no momento do preenchimento do canal radicular, os cones de guta percha exerçam pressão contra as paredes intrarradiculares e promovem maior interação do cimento com a dentina radicular.

A técnica obturadora do cone único, neste estudo, foi realizada com cone R40 do sistema Reciproc que, segundo o fabricante, possui a mesma conicidade do canal radicular após o preparo biomecânico com o instrumento R40, promovendo deposição de uma fina camada de cimento aos redor do cone de guta percha. Entretanto foi verificado a presença de uma espessa camada de cimento ao redor do cone de guta percha, conforme observado nas histotomografias, o que corrobora com os resultados obtidos por MACEDO et al. (2017). A espessa camada de cimento entre o cone único de guta percha e a parede do canal radicular favorece falhas do tipo adesiva na interface de união e interfere negativamente na resistência de união à parede intrarradicular (JANAIEEN et al., 2007; MACEDO et al., 2017). No momento do preenchimento do canal radicular, o cone único exerce pressão somente na direção apical, não ocorrendo pressão lateral, o que provavelmente propiciou baixos valores de penetração do cimento nos túbulos dentinários e de resistência de união à dentina radicular (MACEDO et al., 2017). Neste estudo tal fato foi mais notório, também, em virtude da anatomia interna do canal radicular com achatamento, que propicia a formação de espessa camada de cimento ao redor do cone de guta percha, como observado nas histotomografias da microscopia confocal de varredura a laser.

Na técnica da condensação lateral, foram utilizados cones acessórios de guta percha e espaçadores digitais após a inserção do cone principal, o que pode ter gerado uma combinação de forças, na direção lateral e apical no momento do preenchimento do canal radicular, como constatado por MACEDO et al. (2017), favorecendo a penetração e resistência de união do cimento GuttaFlow bioseal à dentina radicular, bem como sua interação química com a dentina, propiciando o aparecimento da bioatividade.

A ligação estável promovida pela bioatividade, por meio da deposição de hidroxiapatita, é essencial para que ocorra resistência de união à dentina de materiais considerados bioativos (COLEMAN et al., 2009; HAN; OKIJI, 2013; NIU et al., 2014; GANDOLFI et al., 2016). O GuttaFlow bioseal, segundo GANDOLFI et al. (2016), é um cimento obturador que possui bioatividade, por liberar íons de cálcio e silicatos quando em contato com fluidos, sendo esses íons fundamentais para estabelecer ligação com a dentina (COLEMAN et al., 2009; HAN; OKIJI, 2013; OLIVEIRA et al., 2013; NIU et al., 2014).

Levando em consideração tal conjectura neste estudo os menores valores de resistência de união à dentina foram obtidos quando o sistema Reciproc foi utilizado sem complementação pelo PUI ou XP endo Finisher, reforçando dessa maneira a ideia do mecanismo de adesão à dentina do cimento GuttaFlow bioseal. Ou seja, quando foi observada a presença de remanescente do cimento AH Plus, supõe-se que não ocorreu interação química do cimento GuttaFlow bioseal à dentina, bem como ao remanescente do cimento AH Plus, o que resultou em baixos valores de resistência de união. O sistema Reciproc, possui duas lâminas de corte e secção transversal em forma de “S”, promovendo menor tensão do instrumento às paredes do canal radicular (DE-DEUS et al., 2010; VARELA-PATIÑO et al., 2010). Essa característica pode explicar a dificuldade de remoção do material obturador mesmo com o alargamento promovido pelo instrumento R40. MONGUILHOTT CROZETA et al. (2016) verificaram que a utilização de somente um único instrumento, para a remoção do material obturador, levou a um alto percentual de remanescente de material obturador no interior do canal radicular, o que corrobora com os resultados obtidos no presente estudo.

A utilização do protocolo de irrigação PUI ou do instrumento finalizador XP-endo Finisher contribuiu para a obtenção de maiores valores de resistência de união, quando a técnica da condensação lateral foi utilizada. Sugere-se que o fato de que o emprego desses protocolos tenham assegurado a remoção de maior quantidade de material obturador da parede do canal radicular, como observado nas histotomografias, associado às forças geradas durante a obturação com essa técnica, conforme discutido anteriormente, tenha propiciado maior interação do cimento GuttaFlow bioseal com a dentina radicular, favorecendo, conseqüentemente a resistência de união. A análise qualitativa da microscopia eletrônica de varredura, bem como a análise do tipo de falhas ocorridas após o teste de *push out*, reforçam a ideia da importância da interação desse cimento com a dentina promovida pela técnica da condensação lateral. Na microscopia eletrônica de varredura foi observado *tags* mais volumosos, longos e em maior número do cimento GuttaFlow bioseal quando utilizada a técnica da condensação lateral, quando comparada à técnica do cone único. Na análise do tipo de falhas foi observado predomínio de falhas coesivas e mistas, diferente das obtidas na técnica do cone único na qual observou-se predomínio de falhas mistas.

Tendo em vista os resultados obtidos e relatos na literatura em que tanto a irrigação ultrassônica passiva (GUTARTS et al., 2005; PASSARINHO-NETO et al. 2006; VAN DER SLUIS et al., 2007; LEONI et al., 2017) quanto a agitação das soluções irrigadoras por meio do instrumento finalizador XP-endo Finisher ainda não removem completamente a camada de *smear* e *debris* do interior dos canais radiculares achatados (LEONI et al., 2017) e não

promoveram canais radiculares totalmente livres de material obturador, faz-se necessário o estudo de novas estratégias que superem os desafios impostos pela diversidade da morfologia interna do sistema de canais radiculares no retratamento endodôntico.

6. CONCLUSÕES

Diante da metodologia utilizada e dos resultados obtidos foi possível concluir que:

1. Nenhum protocolo de irrigação removeu totalmente o material obturador do interior do canal radicular achatado.
2. Os protocolos de irrigação ultrassônica passiva e XP-endo Finisher, propiciaram menor remanescente do cimento AH Plus no interior dos canais achatados e favoreceram a penetração e resistência de união do cimento GuttaFlow bioseal à dentina radicular.
3. A técnica obturadora da condensação lateral propiciou maior penetração e resistência de união do cimento GuttaFlow bioseal à dentina radicular.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMOVITZ, I.; RELLES-BONAR, S.; BARANSI, B.; KFIR, A. The effectiveness of a self-adjusting file to remove residual gutta-percha after retreatment with rotary files. **Int. Endod. J.**, v. 45, n. 4, p. 386-392, 2012.
- AKCAY, M.; ARSLAN, H.; DURMUS, N.; MESE, M.; CAPAR, I. D. Dentinal tubule penetration of AH Plus, iRoot SP, MTA fillapex, and guttaflow bioseal root canal sealers after different final irrigation procedures: a confocal microscopic study. **Lasers. Surg. Med.**, v. 48, n. 1, p. 70-76, 2016.
- AKSEL, H.; KÜÇÜKKAYA EREN, S.; ASKERBEYLI ÖRS, S.; SERPER, A.; OCAK, M.; ÇELİK, H. H. Micro-CT evaluation of the removal of root fillings using the ProTaper Universal Retreatment system supplemented by the XP-Endo Finisher file. **Int. Endod. J.**, v. 52, n. 7, p. 1070-1076, 2019.
- ANSI/ADA Specification n. 57, section 5.8. American Dental Association (2000) Laboratory Testing Methods: Endodontic Filling and Sealing Materials.
- ARI, H.; BELLI, S.; GUNES, B. Sealing ability of Hybrid Root SEAL (MetaSEAL) in conjunction with different obturation techniques. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 109, n. 6, p. 113-116, 2010.
- AZIM, A. A.; PIASECKI, L.; SILVA-NETO, U. X.; CRUZ, A. T. G.; AZIM, K. A. XP Shaper, A novel adaptive core rotary instrument: Micro- computed tomographic analysis of its shaping abilities. **Int. Endod. J.**, v. 43, n. 9, p. 1532-8, 2017.
- BETTI, L. V.; BRAMANTE, C. M.; DE MORAES, I. G.; BERNARDINELI, N.; GARCIA, R. B. Comparison of GPX with or without solvent and hand files in removing filling materials from root canals—An ex vivo study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 110, n. p. 675-680, 2010.
- BRASIL, S. C.; MARCELIANO-ALVES, M. F.; MARQUES, M. L.; GRILLO, J. P.; LACERDA, M. F. L. S.; ALVES, F. R. F.; SIQUEIRA-JUNIOR, J. F.; PROVENZANO, J. C. Canal Transportation, Unprepared Areas, and Dentin Removal after Preparation with BT-RaCe and ProTaper Next Systems. **J. Endod.**, v. 43, n. 10. p. 1683-1687, 2017.
- BODRUMLU, E.; SUMER, A. P.; GUNGOR, K. Radiopacity of a new root canal sealer, Epiphany. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 104, n. 5, p. 58-61, 2007.

BORGES, R. P.; SOUSA-NETO, M. D.; VERSIANI, M. A.; RACHED-JUNIOR, F. A.; DE-DEUS G.; MIRANDA, C. E.; PÉCORÁ, J. D. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. **Int. Endod. J.**, v. 45, n. 5, p. 419-428, 2012.

BOTEGA, D. M.; SANCHEZ, J. L.; MESQUITA, M. F.; HENRIQUES, G. E.; CONSANI, R. L. Effects of Thermocycling on the Tensile Bond Strength Of Three Permanent Soft Denture Liners. **J. Prosthodont.**, v. 17, n. 7, p. 550-554, 2008.

BUENO, C. E.; DELBONI, M. G.; DE ARAÚJO, R. A.; CARRARA, H. J.; CUNHA, R. S. Effectiveness of rotary and hand files in gutta-percha and sealer removal using chloroform or chlorhexidine gel. **Braz. Dent. J.**, v. 17, n. 2, p. 139-143, 2006.

CAMARGO, R. V.; SILVA-SOUSA, Y. T. C.; ROSA, R. P. F.; MAZZI-CHAVES, J. F.; LOPES, F. C.; STEIER, L.; SOUSA-NETO, M. D. Evaluation of the physicochemical properties of silicone- and epoxy resin-based root canal sealers. **Braz. Oral Res.**, v. 31, p. 1-9, 2017.

CARNEIRO, S. M.; SOUSA-NETO, M. D.; RACHED-JUNIOR, F. A.; MIRANDA, C. E.; SILVA, S. R.; SILVA-SOUSA, Y. T. Push-out strength of root fillings with or without thermomechanical compaction. **Int. Endod. J.**, v. 45, n. 5, p. 821-828, 2012.

CARVALHO-JUNIOR, J. R.; CORRER-SOBRINHO, L.; CORRER, A. B.; SINHORETI, M. A.; CONSANI, S.; SOUSA-NETO, M. D. Radiopacity of root filling materials using digital radiography. **Int. Endod. J.**, v. 40, n. 7, p. 514-520, 2007.

CHANDRA, S. S.; SHANKAR, P.; INDIRA, R. Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal tubules: A Confocal microscopic study. **J. Endod.**, v. 38, n. 10, p. 1412-1416, 2012.

COLEMAN, N. J.; AWOSANY, A. K.; NICHOLSON, J. W. Aspects of the in vitro bioactivity of hydraulic calcium (alumino) silicate cement. **J. Biomed. Mater. Res. A.**, v. 90, n. 1, p. 166-174, 2009.

DE DEUS, G.; BRANDÃO, M. C.; LEAL, F.; REIS, C.; SOUZA, E. M.; LUNA, A. S.; PACIORNIK, S.; FIDEL, S. Lack of correlation between sealer penetration into dentinal tubules and sealability in nonbonded root fillings. **Int. Endod. J.**, v. 45, n. 7, p. 642-651, 2012.

DE-DEUS, G.; BELLADONNA, F. G.; ZUOLO, A. S.; CAVALCANTE, D. M.; CARVALHAL, J. C. A.; SIMÕES-CARVALHO, M.; SOUZA, E. M.; LOPES, R. T.; SILVA, E. J. N. L. XP-endo

- Finisher R instrument optimizes the removal of root filling remnants in oval-shaped canals. **Int. Endod. J.**, v. 52, n. 6, p. 899-907, 2019.
- DE MELLO JUNIOR, J. E.; CUNHA, R. S.; BUENO, C. E.; ZUOLO, M. L. Retreatment efficacy of gutta-percha removal using a clinical microscope and ultrasonic instruments: Part I - an ex vivo study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 108, n. 1, p. 59-62, 2009.
- DE SIQUEIRA ZUOLO, A.; ZUOLO, M. L.; DA SILVEIRA, BUENO, C. E.; CHU, R.; CUNHA, R. S. Evaluation of the Efficacy of TRUShape and Reciproc File Systems in the Removal of Root Filling Material: An Ex Vivo Micro-Computed Tomographic Study. **J. Endod.**, v. 42, n. 2, P. 315-319, 2016.
- DONNELLY, A.; SWORD, J.; NISHITANI, Y.; YOSHIYAMA, M.; AGEE, K.; TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Water sorption and solubility of methacrylate resin-based root canal sealers. **J. Endod.**, v. 33, n. 8, p. 990-994, 2007.
- DUARTE, M. A.; SÓ, M. V.; CIMADON, V. B.; ZUCATTO, C.; VIER-PELISSER, F. V.; KUGA, M. C. Effectiveness of Rotary or Manual Techniques for Removing a 6-Year-Old Filling Material. **Braz. Dent. J.**, v. 21, n. 2, p. 148-152, 2010.
- ECONOMIDES, N.; GOGOS, C.; KODONAS, K.; BELTES, C.; KOLOKOURIS, I. An ex vivo comparison of the push out bond strength of a new endodontic filling system and various gutta-percha filling techniques. **Odontol.**, v. 100, n. 2, p. 187-191, 2012.
- ELNAGHY, A. M.; MANDORAH, A.; ELSAKA, S. E. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. **Odontol.**, v. 105, n.2, p. 178-183, 2017.
- FENOUL, G.; MELESS, G. D.; PÉREZ, F. The efficacy of R-Endo® rotary NiTi and stainless steel hand instruments to remove gutta-percha and Resilon. **Int. Endod. J.**, v. 43, n. 2, p. 135-141, 2010.
- FLORES, D. S.; RACHED-JUNIOR, F. J.; VERSIANI, M. A.; GUEDES, D. F.; SOUSA-NETO, M. D.; PÉCORA, J. D. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. **Int. Endod. J.**, v. 44, n. 2, p. 126-135, 2011.
- GANDOLFI, M. G.; SIBONI, F.; PRATI, C. Properties of a novel polysiloxane-guttapercha calcium silicate-bioglass-containing root canal sealer. **Dent. Mater.**, v. 32, n. 5, p. 113-126, 2016.
- GHARIB, S. R.; TORDIK, P. A.; IMAMURA, G. M.; BAGINSKI, T. A.; GOODELL, G. G. A confocal laser scanning microscope investigation of the epiphany obturation system. **J. Endod.**, v. 33, n. 8, p. 957-961, 2007.

- GIULIANI, V.; COCCHETTI, R.; PAGAVINO, G. Efficacy of ProTaper Universal Retreatment Files in Removing Filling Materials during Root Canal Retreatment. **J. Endod.**, v. 34, n. 11, p. 1381-1384, 2008.
- GORDON, M. P. J.; LOVE, R. M.; CHANDLER, N. P. An evaluation of 0.06 tapered gutta-percha cones for filling of 0.06 taper prepared curved root canals. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 2, p. 87-96, 2005.
- GU, L. S.; LING, J. Q.; WEI, X.; HUANG, X. Y. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. **Int. Endod. J.**, v. 41, n. 4, p. 288-295, 2008.
- GUIMARÃES, B. M.; AMOROSO-SILVA, P. A.; ALCALDE, M. P.; MARCIANO, M. A.; ANDRADE, F. B.; DUARTE, M. A. H. Influence of Ultrasonic Activation of 4 Root Canal Sealers on the Filling Quality. **J. Endod.**, v. 40, n. 7, p. 964-968, 2014.
- GUTARTS, R.; NUSSEIN, J.; READER, A.; BECK M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. **J. Endod.**, v. 31, n. 3, p. 166-170, 2005.
- HAN, L.; OKIJI, T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. **Int. Endod. J.**, v. 46, n. 9, p. 808-814, 2013.
- HATTON, J. F.; FERRILLO, P. J.; WAGNER, G.; STEWART, P. The effect of condensation pressure on the apical seal. **J. Endod.**, v. 14, n. 6, p. 305-308, 1988.
- HOIKKALA, N. P. J.; WANG, X.; HUPA, L.; SMÅTT, J. H.; PELTONEN, J.; VALLITTU, P. K. Dissolution and mineralization characterization of bioactive glass ceramic containing endodontic sealer Guttaflow Bioseal. **Dent. Mat.**, v. 37, n. 6, p. 988-994, 2018.
- HÜLSMANN, M.; BLUHM, V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. **Int. Endod. J.**, v. 37, n. 7, p. 468-476, 2004.
- JAINAEN, A.; PALAMARA, J. E. A.; MESSER, H. H. Push out bond strenghts of dentine-sealer interface with and without a main cone. **Int. Endod. J.**, v. 40, n. 11, p. 882-890, 2007.
- JARRETT, I. S.; MARX, D.; COVEY, D.; KARMAZIN M.; LAVIN, M.; GOUND, T. Percentage of canals filled in apical cross sections: an in vitro study of seven obturation techniques. **Int. Endod. J.**, v. 37, n. 6, 392-398, 2004.

- JEONG, J. W.; DEGRAFT-JOHNSON, A.; DORN, S. O.; DI FIORE P. M. Dentinal tubule penetration of a calcium silicate-based root canal sealer with different obturation methods. **J. Endod.**, v. 43, n. 4, p. 633-637, 2017.
- KALOUSTIAN, M. K.; NEHME, W.; EL HACHEM, C.; ZOGHEIB, C.; GHOSN, N.; MALLET, J. P.; DIEMER, F.; NAAMAN, A. Evaluation of two shaping systems and two sonic irrigation devices in removing root canal filling material from distal roots of mandibular molars assessed by micro CT. **Int. Endod. J.**, *in press*, 2019.
- KARTAL, N.; YANIKOGLU, F. C. Root canal morphology of mandibular incisors. **J. Endod.**, v. 18, n. 11, p. 562-564, 1992.
- KELEŞ, A.; ŞİMŞEK, N.; ALÇIN, H.; AHMETOĞLU, F.; YOLOĞLU, S. Retreatment of flat-oval root canals with a self-adjusting file: an SEM study. **Dent. Mater. J.**, v. 33, n. 6, p. 786-791, 2014.
- KUMAR, R. V.; SHRUTHI, C. Evaluation of the sealing ability of resin cement used as a root canal sealer: An in vitro study. **J. Conserv. Dent.**, v. 15, n. 3, p. 274-277, 2012.
- KYAW-MOE, M. M.; HA, J. H.; JIN, M. U.; KIM, Y. K.; KIM, S. K. Root Canal Shaping Effect of Instruments with Offset Mass of Rotation in the Mandibular First Molar: A Micro-computed Tomographic Study. **J. Endod.**, v. 44, n. 5, p. 822-827, 2018.
- LEONI, G. B.; VERSIANI, M. A.; SILVA-SOUSA, Y. T.; BRUNIERA, J. F. B.; PECORA, J. D.; SOUSA-NETO, M. D. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. **Int. Endod. J.**, v. 50, p. 398-406, 2017.
- MACEDO, L. M. D.; SILVA-SOUSA, Y.; SILVA, S. R. C. D.; BARATTO, S. S. P.; BARATTO-FILHO, F.; ABI RACHED-JÚNIOR, F. J. Influence of Root Canal Filling Techniques on Sealer Penetration and Bond Strength to Dentin. **Braz. Dent. J.**, v. 28, n. 3, p. 380-384, 2017.
- MARCIANO, M. A.; BRAMANTE, C. M.; DUARTE, M. A. H.; DELGADO, R. J. R.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; GARCIA, R. B. Evaluation of single root canals filled using the lateral compaction, Tagger's Hybrid, Microseal and Gutta-flow techniques. **Braz. Dent. J.**, v. 21, n. 5, p. 411-415, 2010.
- MARCIANO, M. A.; GUIMARÃES, B. M.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; BRAMANTE, C. M.; CAVENAGO, B. C.; GARCIA, R. B.; BERNARDINELI, N.; ANDRADE, F. B.; MORAES, I. G.; DUARTE, M. A. Physical properties and interfacial adaptation of three epoxy resin-based sealers. **J. Endod.**, v. 37, n. 10, p. 1417-1421, 2011.

MARIN-BAUZA, G. A.; RACHED-JUNIOR, F. J.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; SOUSA-NETO, M. D.; MIRANDA, C. E.; SILVA-SOUSA, Y. T. Physicochemical properties of methacrylate resin-based root canal sealers. **J. Endod.**, v. 36, n. 9, p. 1531-1536, 2010.

MARTOS, J.; BASSOTTO, A. P.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M. P.; FERRER-LUQUE, C. M. Dissolving efficacy of eucalyptus and orange oil, xylol and chloroform solvents on different root canal sealers. **Int. Endod. J.**, v. 44, n. 11, p. 1024-1028, 2011.

MONGUILHOTT CROZETA, B.; DAMIÃO DE SOUSA-NETO, M.; BIANCHI LEONI, G.; FRANCISCO MAZZI-CHAVES, J.; TEREZINHA CORRÊA SILVA-SOUSA, Y.; BARATTO-FILHO, F. A micro-computed tomography assessment of the efficacy of rotary and reciprocating techniques for filling material removal in root canal retreatment. **Clin. Oral Investig.**, v. 20, n. 8, p. 2235-2240, 2016.

NIU, L. N.; JIAO, K.; WANG, T. D.; ZHANG, W.; CAMILLERI, J.; BERGERON, B. E.; FENG, H. L.; MAO, J.; CHEN, J. H.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. A review of the bioactivity of hydraulic calcium silicate cements. **J. Dent.**, v. 42, n. 5, p. 517-533, 2014.

NUNES, V. H.; SILVA, R. G.; ALFREDO, E.; SOUSA-NETO, M. D.; SILVA-SOUSA, Y. T. C. Adhesion of Epiphany and AH Plus sealers to human root dentin treated with different solutions. **Braz. Dent. J.**, v. 19, n. 1, p. 46-50, 2008.

ORDINOLA-ZAPATA, R.; BRAMANTE, C. M.; GRAEFF, M. S.; DEL CARPIO PEROCHENA, A.; VIVAN, R. R.; CAMARGO, E. J.; GARCIA, R. B.; BERNARDINELI, N.; GUTMANN, J. L.; DE MORAES, I. G. Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 108, n. 3, p. 450-457, 2009.

PASSARINHO-NETO, J. G.; MARCHESAN, M. A.; FERREIRA, R. B.; SILVA, R. G.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. In vitro evaluation of endodontic debris removal as obtained by rotary instrumentation coupled with ultrasonic irrigation. **Aust. Endod. J.**, v. 32, n. 3, p. 123-128, 2006.

PEREIRA R.D.; BRITO-JÚNIOR M.; LEONI G. B.; ESTRELA C.; DE SOUSA-NETO M. D. Evaluation of bond strength in single-cone fillings of canals with different cross-sections. **Int. Endod. J.**, v. 50, n. 2, p. 177-83, 2017.

PINHEIRO, B. C.; BRAMANTE, A. S.; HUSSNE, R. P. Influência da penetração de instrumentos, empregados na condensação lateral ativa, na qualidade da obturação de canais radiculares. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 11, n. 3, p. 186-191, 2003.

PIRANI, C.; PELLICIONI, G. A.; MARCHIONNI, S.; MONTEBUGNOLI, L.; PIANA, G.; PRATI, C. Effectiveness of Three Different Retreatment Techniques in Canals Filled With Compacted Gutta-Percha or Thermafil: A Scanning Electron Microscope Study. **J. Endod.**, v. 35, n. 10, p. 1433-1440, 2009.

RACHED-JÚNIOR FA, SOUSA-NETO MD, BRUNIERA JF, DUARTE MA, SILVA-SOUSA YT. Confocal microscopy assessment of filling material remaining on root canal walls after retreatment. **Int. Endod. J.**, v. 47, n. 5, p. 463-469, 2014.

RECHENBERG, D. K.; PAQUÉ, F. Impact of cross-sectional root canal shape on filled canal volume and remaining root filling material after retreatment. **Int. Endod. J.**, v. 46, n. 6, p. 547-555, 2013.

RESENDE, L. M.; RACHED-JUNIOR, F. J.; VERSIANI, M. A.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; MIRANDA, C. E.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany and Epiphany SE root canal sealers. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 9, p. 785-793, 2009.

RIOS, M. D. E.; VILLELA, A. M.; CUNHA, R. S.; VELASCO, R. C.; DE MARTIN, A. S.; KATO, A. S.; BUENO, C. E. Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. **J. Endod.**, v. 40, n. 4, p. 543-546, 2014.

RÖDIG, T.; REICHERTS, P.; KONIETSCHKE, F.; DULLIN, C.; HAHN, W.; HÜLSMANN M. Efficacy of reciprocating and rotary NiTi instruments for retreatment of curved root canals assessed by micro-CT. **Int. Endod. J.**, v. 47, n. 10, p. 942-948, 2014.

ROGGENDORF, M. J.; LEGNER, M.; EBERT, J.; FILLERY, E.; FRANKENBERGER, R.; FRIEDMAN, S. Micro-TC evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with NiTi instruments. **Int. Endod. J.**, v. 43, n. 3, p. 200-209, 2010.

SCHÄFER, E.; ZANDBIGLARI, T. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. **Int. Endod. J.**, v. 36, n. 10, p. 660-669, 2003.

SCHILDER, H. Filling root canals in three dimensions. **J. Endod.**, v. 32, n. 4, p. 281-290, 2006.

- SCHIRRMEISTER, J. F.; WRBAS, K. T.; MEYER, K. M.; ALTENBURGER, M. J.; HELLWIG, E. Efficacy of different rotary instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. **J. Endod.**, v. 32, n. 5, p. 469-472, 2006.
- SHOKOUHINEJAD, N.; SABETI, M. A.; HASHEMINASAB, M.; SHAFIEI, F.; SHAMSHIRI, A. R. Push-out bond strength of resilon/ Epiphany self-etch to intraradicular dentin after retreatment: A preliminary study. **J. Endod.**, v. 36, n. 3, p. 493-496, 2010.
- SILVA, E. J.; SÁ, L.; BELLADONNA, F. G.; NEVES, A. A.; ACCORSI-MENDONÇA, T.; VIEIRA, V. T.; DE-DEUS, G.; MOREIRA, E. J. Reciprocating versus rotary systems for root filling removal: assessment of the apically extruded material. **J. Endod.**, v. 40, n. 12, p. 2077-2080, 2014.
- SILVA, E. J. N. L.; BELLADONNA, F. G.; ZUOLO, A. S.; RODRIGUES, E.; EHRHARDT, I. C.; SOUZA, E. M.; DE-DEUS, G. Effectiveness of XP-endo Finisher and XP-endo Finisher R in removing root filling remnants: a micro-CT study. **Int. Endod. J.**, v. 51, n. 1, p. 86-91, 2018.
- SÓ, M. V.; SARAN, C.; MAGRO, M. L.; VIER-PELISSER, F. V.; MUNHOZ, M. Efficacy of ProTaper retreatment system in root canals filled with gutta-percha and two endodontic sealers. **J. Endod.**, v. 34, n. 10, p. 1223-1225, 2008.
- STABHOLZ, A.; FRIEDMAN, S. Endodontic retreatment-case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. **J. Endod.**, v. 14, n. 12, p. 607-614, 1988.
- TANOMARU-FILHO, M.; GOUVEIA-JORGE, E. G.; TANOMARU, J. M. G.; GONCALVES, M. Radiopacity evaluation of new root canal filling materials by digitalization of images. **J. Endod.**, v. 33, n. 3, p. 249-251, 2007.
- TASDEMIR, T.; ER, K.; YILDIRIM, T.; ÇELIK, D. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. **Int. Endod. J.**, 41, n. 3, p. 191-196, 2008.
- TROPE, M.; DEBELIAN, G. XP-3D Finisher file-the next step in restorative endodontics. **Endod. Pract.**, v. 8, p. 22-24, 2015.
- TAKAHASHI, C. M.; CUNHA, R. S.; DE MARTIN, A. S.; FONTANA, C. E.; SILVEIRA, C. F.; DA SILVEIRA BUENO, C. E. In vitro evaluation of the effectiveness of ProTaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. **J. Endod.**, v. 35, n. 11, p. 1580-1583, 2009.

ÜSTÜN, Y.; TOPÇUOĞLU, H. S.; DÜZGÜN, S.; KESİM, B. The effect of reciprocation versus rotational movement on the incidence of root defects during retreatment procedures. **Int. Endod. J.**, v. 48, n. 10, p. 952-958, 2015.

VARELA-PATIÑO, P.; IBAÑEZ-PÁRRAGA, A.; RIVAS-MUNDIÑA, B.; CANTATORE, G.; OTERO, X. L.; MARTIN-BIEDMA, B. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. **J. Endod.**, v. 36, n. 1, p. 157-159, 2010.

VAN DER SLUIS, L. W.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 10, p. 764-768, 2005.

VAN DER SLUIS, L. W. M.; VERSLUIS, M.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. **Int. Endod. J.**, v. 40, n. 6, p. 415-426, 2007.

VERSIANI, M. A.; CARVALHO-JUNIOR, J. R.; PADILHA, M. I. A. F.; LACEY, S.; PASCON, E. A.; SOUSA-NETO, M. D. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealants. **Int. Endod. J.**, v. 39, n. 6, p. 464-471, 2006.

VERSIANI, M. A.; PASCON, E. A.; DE SOUSA, C. J.; BORGES, M. A.; SOUSA-NETO, M. D. Influence of shaft design on the shaping ability of 3 nickel-titanium rotary systems by means of spiral computerized tomography. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 105, n. 6, p. 807-813, 2008.

VERSIANI, M. A.; PÉCORÁ, J. D.; SOUSA-NETO, M. D. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. **J. Endod.**, v. 37, n. 7, p. 1002-1007, 2011.

VERSIANI, M. A.; LEONI, G. B.; STEIER, L.; DE-DEUS, G.; TASSANI, S.; PÉCORÁ, J. D.; DE SOUSA-NETO, M. D. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and ProTaper universal systems. **J. Endod.**, v. 39, n. 8, p. 1060-1066, 2013.

VILANOVA, W. V.; CARVALHO-JUNIOR, J. R.; ALFREDO, E.; SOUSA-NETO, M. D.; SILVA-SOUSA, Y. T. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. **Int Endod J.**, v. 45, n. 5, p. 42-48, 2012.

WU, M.K.; SCHWARTZ, F. B.; VAN DER SLUIS, L. W.; WESSELINK, P. R. The quality of root fillings remaining in mandibular incisors after root-end cavity preparation. **Int. Endod. J.**, v. 34, n. 8, p. 613-619, 2001.

WU M. K.; VAN DER SLUIS L. W.; WESSELINK P. R. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. **Int. End. J.**, v. 36, n. 3, p. 218-224, 2003.

WU, M. K.; DUMMER, P. M. H.; WESSELINK, P. R. Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. **Int. Endod. J.**, v. 39, n. 5, p. 343-356, 2006.

YELTON, C.; WALKER, M. P.; LEE, C.; DRYDEN, J. A.; KULILD, J. C. Assessment of a thermoplasticized gutta-percha delivery system to effectively obturated canals with varying preparation dimensions. **J. Endod.**, v. 33, n. 2, p. 156-159, 2007.