

UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

JANAINA TOSTA GIBIN

AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE REMOÇÃO DE PASTA À BASE DE
HIDRÓXIDO DE CÁLCIO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE CIMENTOS
ENDODÔNTICOS À DENTINA RADICULAR

RIBEIRÃO PRETO

2018

Janaina Tosta Gibin

AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE REMOÇÃO DE PASTA À BASE DE HIDRÓXIDO DE
CÁLCIO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE CIMENTOS ENDODÔNTICOS À
DENTINA RADICULAR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Odontologia, área de concentração Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Walter Raucci Neto

Ribeirão Preto

2018

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento Técnico
da Biblioteca Central da UNAERP

- Universidade de Ribeirão Preto -

Gibin, Janaína Tosta, 1993-

Avaliação da técnica de remoção de pasta à base de hidróxido de cálcio na
resistência de união de cimentos endodônticos à dentina radicular

Janaína Tosta Gibin. - - Ribeirão Preto, 2018.

52 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Walter Raucci Neto.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP,
Odontologia, área de concentração: Endodontia. Ribeirão Preto, 2018.

Primeiramente a **Deus**, por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angustia.

A **Nossa Senhora Aparecida**, por ser minha proteção, meu colo nos momentos de medo, angustia, quando parecia que nada ia dar mais certo, Ela estava comigo.

Aos meus pais **Valdecir Gibin e Marlene Alves Tosta Gibin**, que sempre acreditaram no meu sonho desde de pequena de ser Cirurgiã-Dentista e não mediram esforços para realizá-lo, e que quando dei a notícia de que faria mestrado me apoiaram desde o início. Sem vocês eu não teria ido tão longe. Obrigada por passarem horas vendo e me ajudando a fazer meus experimentos, pelas noites acordada até tarde e mal dormidas, obrigada por aguentarem meus choros, meus medos, e também acompanharem minhas alegrias. Tudo isso só foi possível porque vocês estavam do meu lado, e sei que sempre vão estar... Obrigada, mil vezes obrigada. Amo vocês até o infinito!

A minha avó **Mercedes Batista da Silva Tosta**, que sempre esteve ali rezando todos os dias por mim, e dizendo que daria tudo certo, e da maneira mais simples e bonita possível me deu forças para seguir em frente. Te amo Vó!

Ao meu avô **Mauro Alves Tosta** (*in memoriam*), que me ensinou ainda vivo que o estudo é o maior bem que temos na vida, e ser honesto e ter caráter são como joias valiosas, e que esteve sempre junto de mim em pensamentos me dando forças. Obrigada Vô, Te Amo!

Aos meus padrinhos **Celso Silva de Oliveira e Celina Maria Costa de Oliveira**, que me apoiaram desde o início, que se tornaram um pedaço da minha família e que acreditaram junto comigo nesse sonho. Obrigada, amo vocês.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Walter Raucci Neto**, por toda paciência que teve comigo durante o desenvolvimento desse trabalho, pelo conhecimento e aprendizado que compartilhou, pelo seu carinho e amizade, e por todo profissionalismo. Suas atitudes e dedicação me impulsionaram nos momentos mais difíceis e ajudaram a terminar mais uma fase importante da minha carreira acadêmica e profissional.

A minha amiga e veterana **Ana Flavia Simões Barbosa**, pela disponibilidade em me ajudar com as análises das imagens, pelo apoio durante o trabalho, pelos dias de sono perdido por conta do meu trabalho, mas se não fosse você, eu estaria perdida. Muito Obrigada!

A minha amiga, companheira, dupla de faculdade, **Nathalia Cristina Tavella e Silva**, por ter me ajudado durante o meu trabalho, por ter me dado apoio quando mais precisei, por sempre estar do meu lado e dizendo que tudo daria certo no final. Obrigada

AGRADECIMENTOS

À Universidade de Ribeirão Preto, na pessoa da sua Magnífica Reitora **Profa. Dra. Elmara Lúcia de Oliveira Bonini**, personalidade constante e pioneira na educação nacional. Obrigada pela oportunidade de poder concretizar mais esse sonho.

À Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, **Profa. Dra. Yara T. C. Silva Sousa**, que desde a Graduação me incentivou a buscar conhecimentos, que apoiou a minha decisão de continuar na área acadêmica e que sempre foi uma mãe para todos os alunos da Pós-Graduação, ajudando de todas as formas possíveis a resolver problemas de maneira simples e eficiente. Obrigada por ser um dos meus exemplos como profissional e mulher.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto: **Profa. Dra. Andrea Marcia Marcaccini, Prof. Dr. Carlos Eduardo Saraiva Miranda, Prof. Ms. Celso Bernardo de Souza Filho, Prof. Dr. Edson Alfredo, Profa. Dra. Érica Alves Gomes, Profa. Dra. Larissa Moreira Spinola de Castro Raucci, Prof. Dr. Paulo Esteves Pinto Faria, Prof. Dr. Sílvio Rocha Correa da Silva e Prof. Dr. Walter Martins Júnior**, pela presteza, dedicação, atenção e suporte à aprendizagem de todos os alunos do curso, estando sempre à disposição para transmitir os seus conhecimentos.

Ao **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto**, coordenador do Programa de Pós Graduação do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, pelo suporte no desenvolvimento dos testes de *push out*.

À **Profa. Dra. Graziela Bianchi Leoni**, da Universidade de Ribeirão Preto, pelo suporte no delineamento do estudo e desenvolvimento das análises de microtomografia computadorizada.

À **Profa. Dra. Izabela Cristina Maurício Moris**, da Universidade de Ribeirão Preto, pelo suporte na tabulação e análise dos dados e acompanhamento das análises de microtomografia computadorizada.

Aos meus colegas de pós-graduação da **Turma 17**, pelos anos de convivência e experiências trocadas, obrigada.

Aos meus amigos do laboratório da pós-graduação, **Natalia Spadini, Luciana Martins Domingues de Macedo, Geraldo Monteiro Ribeiro, Thais Fantinato, Emily Carvalho**, pelos momentos de alegria nos dias dos meus experimentos, pela amizade, pelo conhecimento, pelo exemplo de pessoas que quero seguir, obrigada.

A todos os funcionários da Universidade de Ribeirão Preto, em especial, por todos os bons momentos em que estivemos juntos, pela atenção e carinho que tiveram por mim durante esses anos de convívio, desde a graduação.

Aos funcionários da Universidade de São Paulo, pelo auxílio do desenvolvimento do teste de resistência de união.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento deste projeto.

Às empresas **FKG Dentaire SA - Labordental e Helse Dental Technology**, pelo auxílio e disponibilização dos instrumentos utilizados no desenvolvimento deste projeto.

“O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.”

Fernando Pessoa

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a irrigação convencional por seringa e agulha (IC), a irrigação ultrassônica passiva (IU) e o instrumento XP endo Finisher (XP) na remoção de pasta à base de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e na resistência de união (RU) de um cimentos à base de resina epóxi (AH Plus) e à base de agregado trióxido mineral (MTA Fillapex) à dentina radicular. Oitenta pré-molares inferiores humanos hígidos foram instrumentados empregando-se o sistema ProTaper Universal e divididos em um grupo controle (CT) e três grupos experimentais, de acordo com a técnica de remoção da pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (IC, IU e XP). Para os grupos IC, IU e XP os canais radiculares foram preenchidos com uma pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, mantidas por 7 dias. O grupo CT permaneceu sem a pasta. O volume de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ removido após a técnica de preparo foi quantificado por microtomografia computadorizada (micro-CT). Cada grupo, foi subdividido de acordo com o cimento obturador: AH Plus ou MTA Fillapex (n=10) e os espécimes obturados pela técnica de compactação lateral e mantidos em umidade relativa a 37°C por 24 horas e então seccionados transversalmente para avaliação da RU em máquina universal de ensaio e padrão de falha com lupa estereoscópica. Os dados de volume total de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ removido por tratamento foram submetidos aos testes ANOVA *one way* e Tukey ($\alpha = 5\%$). Os dados de volume de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ removido por terço e tratamento foram submetidos aos testes Kruskal-Wallis e Dunn ($\alpha = 5\%$). Os dados de resistência de união foram submetidos aos testes ANOVA *two way* e Tukey ($\alpha = 5\%$) e os dados de padrão de falha analisados qualitativamente. Foi observado menor remoção de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ por IC ($p < 0,05$) seguido de IU e XP, que foram semelhantes entre si ($p > 0,05$). IU e XP apresentaram porcentagem de remoção significativamente maior no terço médio em comparação ao terço cervical ($p < 0,05$) e semelhante ao terço apical ($p > 0,05$). Para RU foram observados valores significativamente maiores do cimento AH Plus, em comparação a MTA Fillapex, para todos as técnicas de remoção de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e terços radiculares ($p < 0,05$). Para o cimento AH Plus, observou-se valores de RU significativamente maiores para CT em comparação ao IC em todos os terços radiculares ($p < 0,05$). No terço médio, CT e XP apresentaram valores semelhantes entre si ($p > 0,05$) e maiores que IC e IU ($p < 0,05$). No terço apical apenas XP apresentou valores semelhantes ao CT ($p = 0,144$). Para o cimento MTA Fillapex, foram observados valores de resistência de união semelhantes entre todos os subgrupos nos terços cervical e apical ($p > 0,05$). No terço médio, CT, IU e XP apresentaram valores semelhantes entre si ($p > 0,05$) e superiores ao IC ($p > 0,05$). A análise do tipo de falha mostrou predominância de falhas coesivas para o cimento AH Plus nos grupos CT, IU e XP. O cimento MTA Fillapex apresentou predominância de falhas adesivas nos grupos CT e IU. Pode-se concluir que as técnicas IU e XP apresentaram maior eficiência na remoção de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, principalmente nos terços médio e apical e IC proporcionou redução dos valores de RU do cimento AH Plus.

Palavras-chave: endodontia, canal radicular, hidróxido de cálcio.

SUMMARY

The aim of the present study was to evaluate the conventional irrigation by syringe and needle (CI), the passive ultrasonic irrigation (UI) and the XP endo Finisher (XP) instrument in the removal of Ca(OH)₂ based paste and in the bond strength (BS) of an epoxy (AH Plus) and mineral trioxide aggregate (MTA Fillapex) based sealers to root dentin. Eight sound human lower premolars were instrumented using the ProTaper Universal system and divided into a control group (CT) and three experimental groups according to the Ca(OH)₂ paste removal method (IC, IU and XP). For the IC, IU and XP groups the root canals were filled with a Ca(OH)₂ paste, maintained for 7 days. The CT group remained without the paste. The Ca(OH)₂ removed volume was quantified by microcomputed tomography (micro-CT). Each group was subdivided according to the sealer: AH Plus or MTA Fillapex (n = 10) and the specimens were filled by the lateral compaction technique and maintained at 37°C relative humidity for 24 hours. The teeth were cross-sectioned for evaluation of the BS in universal test machine and failure pattern was assessed with stereoscopic loupe. The total volume data of Ca(OH)₂ removed by treatment were submitted to ANOVA one way and Tukey tests ($\alpha = 5\%$). The volume data of Ca(OH)₂ removed per third and treatment were submitted to the Kruskal-Wallis and Dunn tests ($\alpha = 5\%$). The BS data were submitted to ANOVA two way and Tukey tests ($\alpha = 5\%$) and failure pattern data was qualitatively analyzed. Lower Ca(OH)₂ removal was observed by CI (p <0.05) followed by UI and XP, which were similar to each other (p > 0.05). UI and XP had a significantly higher removal percentage in the middle third compared to the cervical third (p <0.05) and similar to the apical third (p > 0.05). For BS, significantly higher values of AH Plus sealer compared to MTA Fillapex were observed for all removal methods and root thirds (p <0.05). For AH Plus, significantly higher BS values were found for CT compared to CI in all root thirds (p <0.05). In the middle third, CT and XP presented similar values (p > 0.05) and higher values than CI and UI (p <0.05). In the apical third only the XP presented values similar to CT (p = 0.144). For MTA Fillapex, similar BS values were observed between all subgroups in the cervical and apical thirds (p > 0.05). In the middle third, CT, UI and XP presented values similar to each other (p > 0.05) and higher than CI (p > 0.05). The failure pattern analysis showed a predominance of cohesive failures for the AH Plus cement in the CT, UI and XP groups. The MTA Fillapex cement showed predominance of adhesive failures in the CT and UI groups. It can be concluded that the UI and XP methods presented higher efficiency in the removal of Ca(OH)₂, mainly in the middle and apical thirds, and CI provided a reduction in the RU values of the AH Plus sealer.

Key-words: endodontic, root canal, calcium hydroxide.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 PROPOSIÇÃO	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3. 1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	18
3. 2 SELEÇÃO E PREPARO DAS AMOSTRAS.....	19
3. 3 PREPARO BIOMECÂNICO DOS CANAIS RADICULARES.....	20
3. 4 EXAME MICROTOMOGRÁFICO APÓS O PREPARO BIOMECÂNICO.....	22
3. 5 PREENCHIMENTO DO CANAL COM PASTA DE Ca(OH) ₂	24
3. 6 AVALIAÇÃO DO VOLUME INICIAL DE Ca(OH) ₂ POR MEIO DE MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA.....	25
3. 7 REMOÇÃO DA PASTA DE Ca(OH) ₂	26
3. 8 AVALIAÇÃO DO VOLUME REMOVIDO DE Ca(OH) ₂ POR MEIO DE MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA.....	28
3. 9 OBTURAÇÃO DO CANAL RADICULAR.....	29
3. 10 ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO.....	30
3. 11 ANÁLISE DOS DADOS.....	32
4 RESULTADOS	33
4. 1 DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS	33
4. 2 PREENCHIMENTO DOS CANAIS COM Ca(OH) ₂	33
4. 3 VOLUME DE Ca(OH) ₂ REMOVIDO	37
4. 4 RESISTÊNCIA DE UNIÃO	38

5 DISCUSSÃO.....	41
6 CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS.....	47

1. INTRODUÇÃO

O preparo biomecânico é a etapa do tratamento endodôntico que tem por objetivo alcançar a limpeza, modelagem e a desinfecção do sistema de canais radiculares (SCR) (ACKAY; SEN, 2012; MOREIRA et al., 2017). Entretanto, a complexa anatomia desta estrutura, que inclui ramificações, canais laterais e deltas apicais, limita sua completa desinfecção (TUNCER; TUNCER, 2012). De fato, o controle microbiano é essencial no prognóstico do tratamento endodôntico (SUNDQVIST et al., 1998; SIQUEIRA et al., 2008; HOLLAND et al., 2017; MOREIRA et al., 2017), a persistência de bactérias intrarradiculares pode ser o principal fator de insucesso do tratamento com a formação de patologias apicais e periapicais (NAIR et al., 2005). Neste sentido, além do preparo biomecânico do sistema de canais radiculares (SCR), que consiste na ação mecânica da instrumentação e físico-química da irrigação, indica-se o uso de medicação intracanal com ação antibacteriana (FERREIRA et al., 2007; HOLLAND et al., 2017).

Medicações à base de hidróxido cálcio (Ca(OH)_2) são amplamente utilizadas por possuir propriedades desejáveis para descontaminação do SCR e favorecer o reparo da região periapical (ESTRELA, 2004; HOLLAND et al., 2017). Ao ser inserido no canal, o Ca(OH)_2 se dissocia e libera íons hidroxila (OH^-) na dentina tornando o pH local mais alcalino e íons cálcio (Ca^{2+}) que apresentam efeitos biológicos (HOLLAND et al., 2017). A alcalinidade é responsável pela grande parte das propriedades do Ca(OH)_2 , tais como: atividade antimicrobiana e inibição do processo de reabsorção (NERWICH; FIGDOR; MESSER, 1993; FREEMAN et al., 1994; KONTAKIOTIS et al., 1995; LIMA et al., 2012; SLUTZKY-GOLDBERG et al., 2013). O Ca^{2+} pode estimular a produção de fosfatase alcalina e fibronectina, importantes para o reparo da região periapical (HOLLAND et al., 2017).

Para tornar viável o uso do Ca(OH)_2 como medicação endodôntica, uma vez que a apresentação pura se encontra na forma de pó, este deve ser associado a outra substância que permita sua veiculação para o interior do SCR na forma de pasta (MOHAMMADI, DUMMER, 2011). O veículo utilizado para a obtenção da pasta deve possibilitar a dissociação iônica do Ca(OH)_2 em Ca^{2+} e OH^- , sendo que esta dissociação poderá ocorrer de diferentes formas, grau e intensidade, dependendo de outras substâncias que entrem na composição da pasta (SATHORN et al., 2007). Os veículos aquosos (água destilada, soro fisiológico, soluções anestésicas e solução de metilcelulose) permitem rápida dissociação iônica com maior difusão e, conseqüentemente, maior ação por contato dos íons com os

tecidos e microrganismos. A rápida diluição da pasta do interior do canal radicular, principalmente quando empregada como medicação nos casos de necrose pulpar e lesão perirradicular, exige recolocações sucessivas para que o efeito da medicação seja obtido. Os veículos viscosos (glicerina, polietilenoglicol e o propilenoglicol), embora sejam solúveis em água em qualquer proporção, tornam a dissociação do hidróxido de cálcio mais lenta, o que tem sido relacionado ao seus elevados pesos moleculares (SATHORN et al., 2007; MOHAMMADI, DUMMER, 2011).

Deve-se ressaltar que, independente do veículo utilizado, o Ca(OH)_2 é insolúvel, o que associado à complexidade do SCR limita sua completa remoção (HOSOYA et al., 2004). Neste sentido, observa-se que a possibilidade de manutenção de resíduos do Ca(OH)_2 no interior dos canais radiculares, previamente à obturação, pode comprometer o adequado selamento deste sistema (KIM; KIM, 2002). HOSOYA et al. (2004) observaram que resíduos de Ca(OH)_2 podem reduzir significativamente o tempo de presa e escoamento do cimento, o que aumenta o risco de formação de espaços vazios entra a guta percha, cimento e dentina.

De fato, considerando-se o tipo de cimento utilizado, remanescentes de Ca(OH)_2 na dentina radicular podem interferir na adaptação do material às paredes dos canais e preenchimento dos túbulos dentinários, além de prejudicar sua interação com o colágeno dentinário limitando a formação de uma adesão estável a este substrato (HEDGE ; ARORA, 2015). Cimentos a base de resina epóxi, como o AH Plus (Dentsply-Sirona, Ballaigues, Suíça) são amplamente utilizados em virtude dos resultados superiores de resistência de união em comparação com cimentos de diferentes composições (RACHED-JUNIOR et al., 2016; WIESSE et al., 2018), por apresentar ligação covalente ao colágeno dentinário e capacidade de penetração nos túbulos dentinários (HARAGUSHIKU et al., 2012; SILVA et al., 2016). Neste sentido, resíduos de Ca(OH)_2 poderiam prejudicar sua interação com a dentina radicular.

Os cimentos à base de materiais biocerâmicos, como o MTA Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brasil), representam uma estratégia de obturação com o objetivo de garantir efeito antibacteriano (principalmente para *Enterococcus faecalis*), biocompatibilidade, e estímulo na formação de tecido mineralizado (GOMES FILHO et al., 2011), e que, segundo AMIN et al. (2012), os resíduos de Ca(OH)_2 poderiam aumentar a fricção e/ou interagir quimicamente com o cimento biocerâmico e dentina melhorando sua resistência ao deslocamento. Considerando as diferentes composições destes cimentos, observa-se maiores valores de resistência de união do cimento AH Plus comparado ao MTA Fillapex (GOKTURK et al., 2017; WIESSE et al., 2018). Entretanto, deve-se destacar que a

informação disponível sobre a qualidade e estabilidade do selamento destes cimentos em relação ao uso de medicação de Ca(OH)_2 é limitada e contrastante (BARBIZAM et al., 2008; BÖTTCHER et al., 2010; AMIN et al., 2012; GOKTURK et al., 2017).

Considerando as técnicas de remoção de medicação à base de Ca(OH)_2 , a complexidade do SCR torna sua remoção, principalmente no terço apical, ainda mais crítica quando somente a técnica convencional de irrigação por seringa e agulha é utilizada (RÖDIG et al. 2011). De fato, observa-se que a instrumentação e a irrigação convencional não garante a completa limpeza das paredes do canal radicular, devido à presença de remanescentes em suas irregularidades ou extensões (CAPAR et al., 2014; WIGLER et al., 2016). Neste sentido, a irrigação ultrassônica passiva (PUI) tem sido utilizada para complementar a limpeza dos canais radiculares durante o preparo biomecânico, sendo observado resultados favoráveis para a remoção de debris, *smear layer* (ARSLAN et al., 2014) e Ca(OH)_2 (KESKIN et al., 2017). O contato do inserto ultrassônico com a solução irrigante leva a formação de microbolhas e ondas acústicas, que imprimem força de cisalhamento contra as paredes do canal radicular, favorecendo a remoção de resíduos de Ca(OH)_2 do SCR (WIGLER et al., 2016).

O sistema XP-endo Finisher (XP) (FKG Dentaire, La Chaux de Fonds, Suíça) foi desenvolvido para favorecer a limpeza de áreas de difícil acesso aos instrumentos convencionais sem alterar o formato original do canal (ALVES et al., 2016). Este instrumento é confeccionado a partir de um liga de NiTi com tratamento MaxWire (Martensita-Austenita Electropolish-FleX) extremamente flexível e que reage a diferentes níveis de temperatura, podendo ampliar seu alcance em 6 mm de diâmetro, ou 100 vezes o alcance de uma lima endodôntica de mesmo calibre, o que, segundo o fabricante, torna possível realizar a limpeza mecânica de canais ovais, em C, em 8 e ístimos. O instrumento apresenta dimensão reduzida (ISO 25) e sua conicidade nula garante além da flexibilidade, resistência à fadiga cíclica superior à instrumentos de aço inoxidável. Em seu estado martensítico (M), que ocorre com o resfriamento, a liga é retificada e ao ser exposta à temperatura corporal (o canal), ela se transforma devido à sua memória molecular da fase austenítica (A) (HAMDAN et al., 2017). Em rotação, a forma da fase-A permite que a lima alcance e limpe áreas até então impossíveis de atingir com instrumentos convencionais. Por estas características, o XP-endo Finisher também tem sido avaliado quanto à sua capacidade de remover resíduos de Ca(OH)_2 (WIGLER et al., 2016; KESKIN et al., 2017). Entretanto, deve-se destacar que nenhum estudo até o momento conseguiu avaliar a relação, sobre a técnica de remoção de Ca(OH)_2 do canal radicular e sua influência na resistência de união de diferentes cimentos endodônticos.

Portanto, considerando a dificuldade de remoção de pastas a base de Ca(OH)_2 e a possibilidade de alteração das propriedades de selamento do SCR com cimentos a base de resina epóxi e materiais biocerâmicos, torna-se necessário identificar a melhor estratégia de remoção da medicação a base de Ca(OH)_2 e seu real efeito na RU do SCR.

2. PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a técnica de remoção de uma pasta à base de Ca(OH)_2 e seu efeito na resistência de união do material obturador à dentina radicular.

Objetivos específicos:

-Avaliar quantitativamente, por microtomografia computadorizada, o percentual de volume de Ca(OH)_2 removido, de todo o canal e por terços, de pré-molares inferiores utilizando irrigação convencional por seringa e agulha, irrigação ultrassônica passiva e o instrumento XP endo Finisher.

-Avaliar quantitativamente, pelo teste de *push out*, o efeito das técnicas de remoção de Ca(OH)_2 , na resistência de união de um cimento à base de resina epóxi e de agregado trióxido mineral à dentina radicular.

A hipótese nula a ser testada foi não observar diferenças no volume removido de Ca(OH)_2 entre as diferentes técnicas de remoção ou nos valores de resistência de união entre as diferentes técnicas de remoção de Ca(OH)_2 e/ou cimentos à dentina radicular.

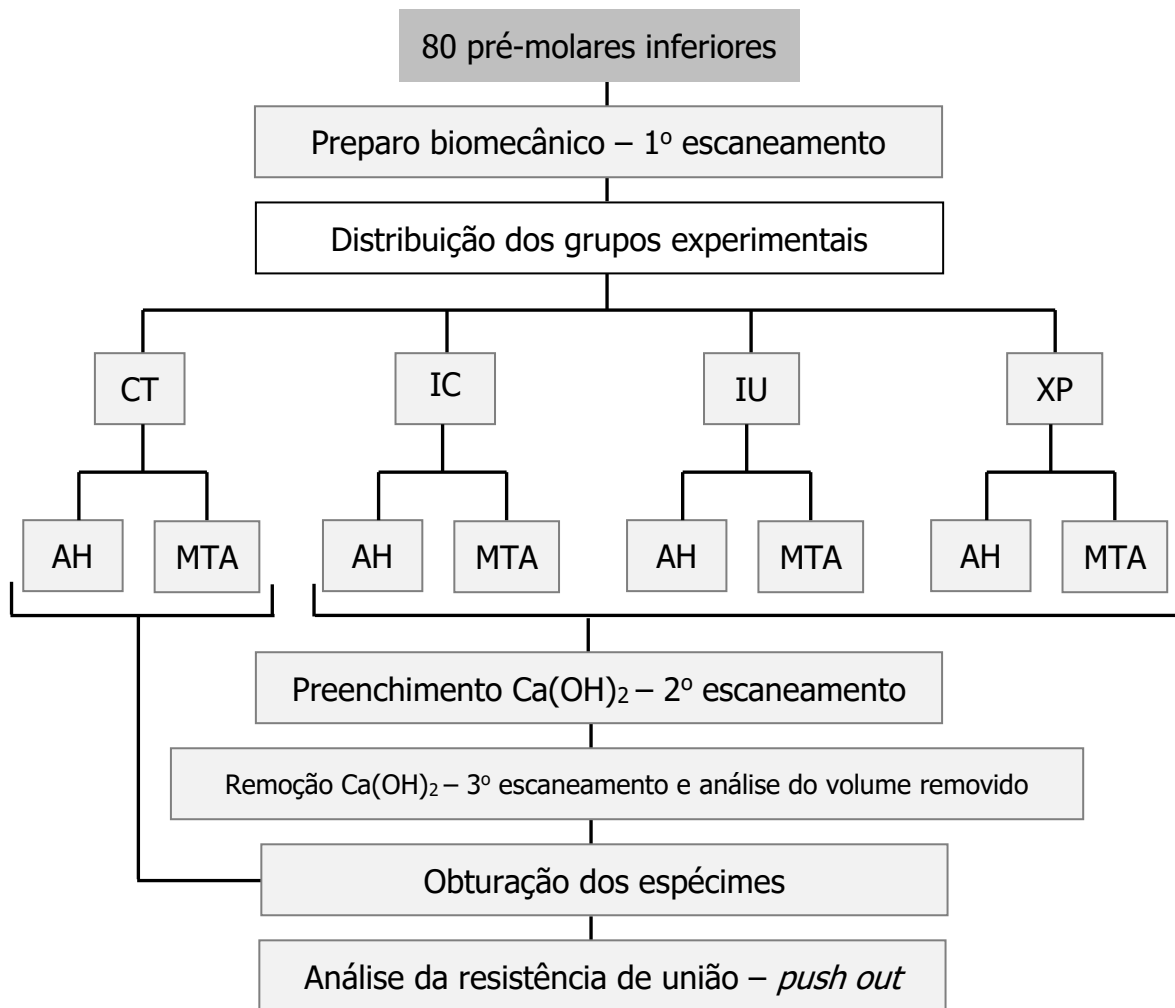
3. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Ribeirão Preto (CAAE 67795817.4.0000.549).

3.1 Delineamento experimental

Os fatores de estudo envolvidos neste trabalho foram: técnicas de remoção da pasta de Ca(OH)_2 , em quatro níveis (Controle, sem preenchimento com Ca(OH)_2 – CT; Irrigação convencional por seringa e agulha - IC; irrigação ultrassônica passiva - IU; XP-endo Finisher - XP; e resistência de união dos cimentos às paredes do canal radicular, em dois subníveis (AH Plus - AH; MTA Fillapex - MTA). A amostra desse experimento teve 80 corpos-de-prova divididos de acordo com a técnica de remoção da pasta de Ca(OH)_2 em quatro grupos (CT, IC, IU e XP) e subdivididos de acordo com o cimento obturador em dois subgrupos (AH e MTA). O estudo foi realizado com dez repetições de cada subgrupo experimental ($n = 10$) (Figura 1). O número de dentes está embasado na análise de estudos anteriores que apresentam a repetição mínima de dez dentes por grupo e/ou subgrupo analisado (WIGLER et al., 2016; KESKIN; SARIYILMAZ; SARIYILMAZ, 2017).

Figura 1. Diagrama esquemático do delineamento experimental.



Fonte: Autor.

3.2 Seleção e preparo das amostras

Foram utilizados 80 pré-molares inferiores humanos hígidos, provenientes de uma coleção de dentes do Laboratório de Pesquisa em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, obtidos previamente à resolução 466/12.

Foram selecionados pré-molares semelhantes em relação à forma, comprimento radicular, fechamento do forame apical, canal único e diâmetro médio do canal ($\leq 2,0$ mm avaliados por exame radiográfico digital). Para esta análise, inicialmente os dentes foram limpos com curetas periodontais (SS White Duflex, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil) e água deionizada, para remover todo e qualquer resíduo de tecido periodontal aderido à superfície radicular. Posteriormente, foram examinados sob lupa estereoscópica com aumento de 10 \times , descartando-se aqueles com trincas, anomalias de estrutura e/ou fechamento incompleto do forame apical. A desinfecção dos dentes foi realizada com solução de Timol 0,1% (pH 7,0)

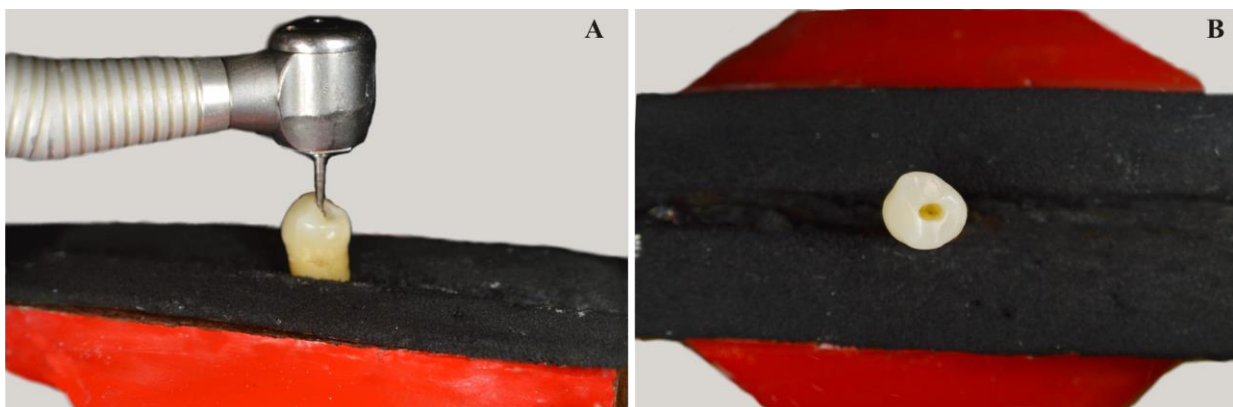
(Sigma-Aldrich, Darmstádio, Hessen, Alemanha) preparada com tampão fosfato (ThermoFischer Scientific, Waltham, Massachusetts, EUA), na qual ficaram imersos durante 24 horas. Posteriormente lavados com água deionizada pelo mesmo período (24 horas) e então armazenados em água destilada e deionizada a 4°C durante todo o período de preparação dos espécimes.

Os dentes foram avaliados por imagens radiográficas, no sentido vestibulo lingual e méso distal, para análise anatômica e morfológica, verificação de presença de istmos, deltas apicais, canais em forma de C e 8. Foram selecionados dentes com diâmetro e características anatômicas do canal principal semelhantes, sendo estes identificados numericamente.

3.3 Preparo biomecânico dos canais radiculares

Todos os procedimentos do tratamento endodôntico foram realizados por um único operador experiente que foi calibrado para a técnica de instrumentação utilizada no presente estudo. As raízes foram seladas na porção apical com cola de silicone aquecida (HK-HM 60, Hikari, Planalto Paulista, São Paulo, Brasil) e fixadas em uma morsa de bancada (Mini Torno – Base Fixa, Western, Mumbai, Maharashtra, Índia) para padronização do posicionamento durante o preparo biomecânico. A cavidade de acesso, ovóide no sentido vestibulo lingual, foi obtida com broca esférica nº 3 (Dentsply-Sirona, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil) e EndoZ (Dentsply-Sirona, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil) adaptadas em alta rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) sob refrigeração ar/água (Figura 2).

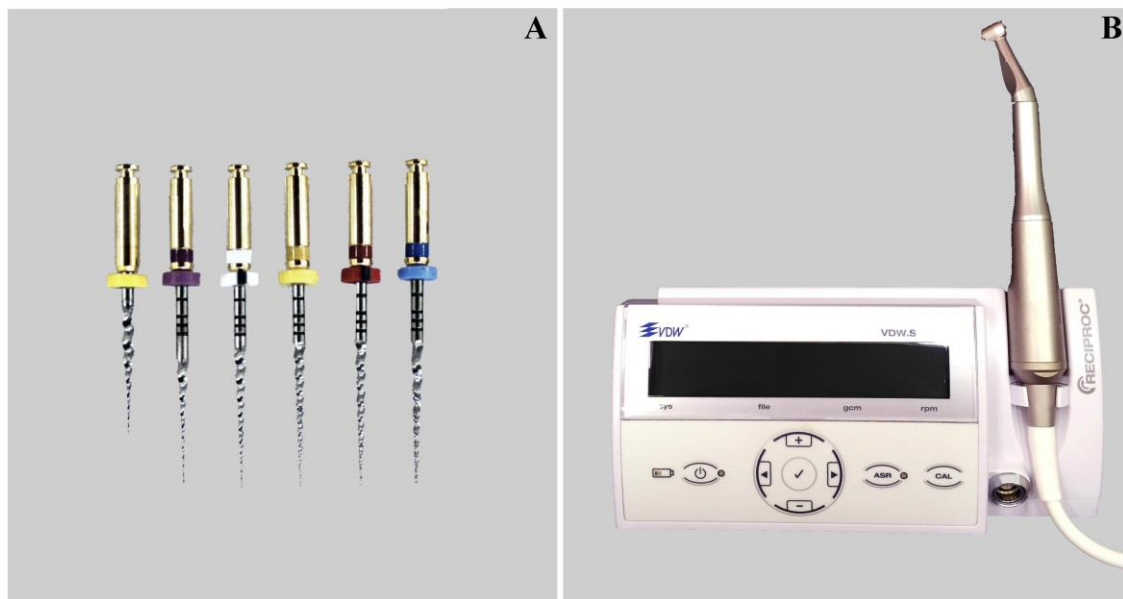
Figura 2. A-preparo para cavidade de acesso. B-vista oclusal da cavidade de acesso endodôntico realizada.



Fonte: Autor.

A exploração do canal e confirmação do comprimento radicular foi realizada com lima tipo K 10 (Dentsply-Sirona, Ballaigues, Vaud, Suíça) introduzida até sua visualização no ápice radicular e o comprimento de trabalho determinado recuando 1 mm aquém do ápice. O comprimento de trabalho e o ponto de referência coronário de cada elemento dental foi anotado para os procedimentos seguintes. Realizou-se o selamento na porção apical com cola de silicone (Tilibra, Bauru, São Paulo, Brasil), para evitar extravasamento de substâncias e/ou materiais, e o preparo biomecânico do canal radicular foi realizado com instrumentos manuais tipo K 15 e sistema rotatório ProTaper Universal (Dentsply-Sirona, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil), obedecendo a sequência: SX (torque de 300 g/cm e 350 rpm) no terço cervical; S1 (torque de 300 g/cm e 350 rpm) e S2 (torque de 100 g/cm e 250 rpm), no terço cervical, médio e no comprimento de trabalho; F1 (torque de 250 g/cm e 300 rpm), F2 (torque de 200 g/cm e 250 rpm) e F3 (torque de 200 g/cm e 250 rpm) no comprimento de trabalho. Os instrumentos de NiTi foram adaptados a um contra ângulo de um motor elétrico (VDW Silver, GmbH, Munique, Baviera, Alemanha) (Figura 3). Os instrumentos foram introduzidos no canal com movimento de inserção/remoção, com amplitude controlada de aproximadamente 3 mm e leve pressão contra as paredes. A cada troca de instrumento, foi realizado o processo de irrigação-aspiração do canal radicular com 2 mL de NaOCl a 2,5% (Asfer, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) e cânula de aspiração e limpeza do instrumento com gaze. A limpeza final do canal foi realizada com a inundação de 2mL de EDTA a 17% (Da Terra, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil), por 5 minutos, seguida de 2 mL de NaOCl a 2,5% e 10 mL de água destilada.

Figura 3. Instrumentos de NiTi (A) e motor elétrico (B) utilizados no preparo biomecânico.



Fonte: Autor.

Os dentes tiveram a porção cervical selada com algodão estéril e material restaurador provisório sem eugenol (Villevie, Nova Brasília, Joinville, Santa Catarina, Brasil) para o preenchimento da câmara pulpar e mantidas em umidade relativa a 37°C até as próximas etapas.

3.4 Exame microtomográfico após o preparo biomecânico

Com o objetivo de melhorar a seleção e distribuição da amostra entre os grupos, foi realizado um escaneamento preliminar para avaliação da morfologia interna dos canais radiculares após o preparo biomecânico. Assim, os espécimes foram escaneados no microtomógrafo SkyScan modelo 1176 (Bruker micro-CT, Kontich, Bélgica) do Laboratório de Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto (Figura 4). Grupos de 10 espécimes foram inseridos de maneira padronizada em relação face vestibular e posicionados no meio de um suporte para amostra, de isopor tubular meia lua, para modelo SkyScan 1176 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica). Este conjunto foi levado à cama de fibra de carbono no interior do microtomógrafo de forma que a face vestibular dos espécimes ficasse disposta para o lado da tela *touch screen* do aparelho com intuito de facilitar o alinhamento (sobreposição) das imagens adquiridas durante as etapas posteriores deste estudo.

Em seguida, deu-se início ao escaneamento nos parâmetros de 65 kV, 385 mA, resolução isotrópica de 18 μm , 360° de rotação em torno do eixo vertical com passo de rotação de 0,5°, quantidade total de 4 quadros (frames), utilizando filtro de alumínio de 1 mm de espessura.

Figura 4. Equipamento de micro-CT utilizado no estudo.



Fonte: Autor.

Foi realizada a reconstrução das secções transversais a partir das imagens das projeções angulares por meio do algoritmo de reconstrução de feixe cônico Feldkamp modificado, utilizando o programa NRecon versão 1.7.1.0 (Skyscan, Kontich, Bélgica), resultando na completa representação da microestrutura interna de cada amostra. Neste sentido, foi aplicada correções de redução de artefatos em forma de anel (*Ring Artifact*) no valor de 10 (escala de 0-20), de endurecimento de feixe (*Beam Hardening*) no percentual de 30% (escala de 0 a 100%), de suavização (*Smoothing*) no valor de 4 (escala de 0 a 10) e o histograma de contraste definido variou de 0,003 (valor mínimo) a 0,15 (valor máximo). As secções transversais reconstruídas foram salvas em formato bitmap (BMP).

A análise das imagens foi realizada com auxílio do programa CTAn v.1.13.5.1+ (Bruker-MicroCT, Kontich, Bélgica), o que constitui inicialmente, na utilização de operações matemáticas para alterar valores dos pixels dos corpos de prova, em um processo denominado binarização ou segmentação. Estas operações matemáticas consistiram na elaboração e execução de uma rotina computacional (macro) por meio da ferramenta *Custom Processing*, utilizando sequência de *plug-ins*, visando padronizar e automatizar o processo de obtenção de dados. Neste processo foi possível dividir a imagem em regiões, reconhecendo-as como objetos independentes uns dos outros e do fundo. Obteve-se, assim, uma imagem binária aonde os pixels pretos representaram o fundo e as regiões de pixels brancos, o objeto da

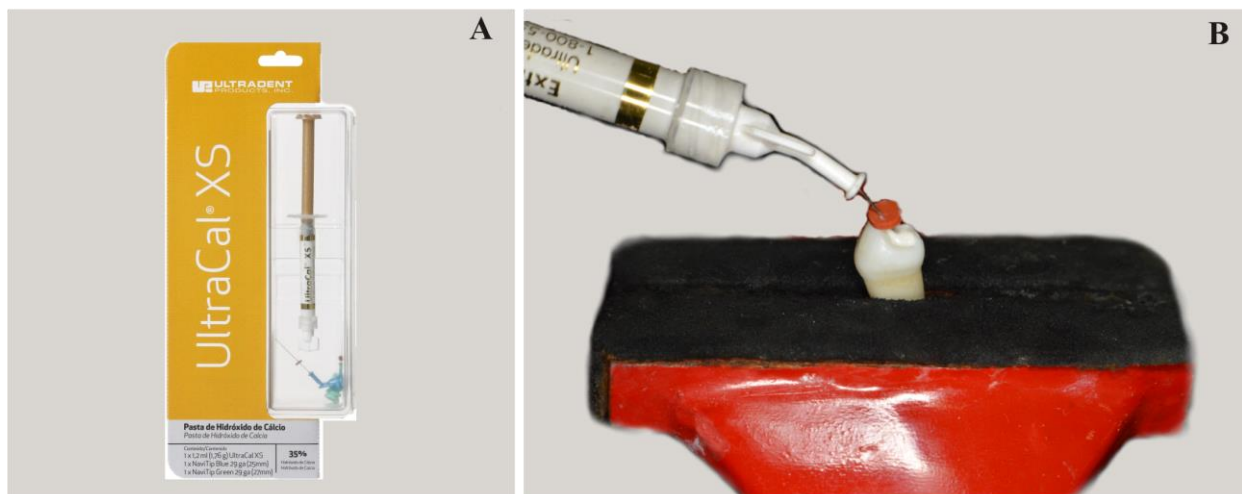
análise. Deste modo, o volume de interesse (VOI) foi definido como o SCR estendendo-se desde o nível da junção cimento-esmalte até o ápice anatômico. Por meio da ferramenta *Custom Processing*, uma sequência de plug-ins (*task list*) foi aplicada e por meio do *plug-in Save Bitmaps*, as imagens iniciais do SCR binarizado foram salvas em um novo diretório. Este novo diretório foi carregado no mesmo programa e, por meio da ferramenta *Custom Processing*, uma sequência de plug-ins (*task list*) foi novamente aplicada e obtiveram-se os dados morfométricos tridimensionais de volume (mm^3) e da área de superfície (mm^2) e o modelo tridimensional do SCR de cada espécime.

A partir destes dados, a fim de melhorar a validade interna do experimento, a composição dos grupos experimentais foi realizada por meio da técnica de amostragem estratificada. Para tanto, os 80 pré-molares foram combinados em 8 subgrupos de 10 dentes com base nos aspectos morfológicos do SCR (configuração e volume pós preparo). Em seguida, um dente de cada grupo foi distribuído aleatoriamente a cada um dos 8 subgrupos experimentais ($n = 10$). Esta distribuição possibilitou a formação de grupos experimentais homogêneos e representativos da variabilidade anatômica dos pré-molares inferiores instrumentados confirmada por meio de teste estatístico.

3.5 Preenchimento do canal com a pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Os canais radiculares foram previamente secos com cones de papel absorvente compatíveis com o diâmetro cirúrgico do canal (#30, Dentsply-Sirona, Ballaigues, Vaud, Suíça). Os grupos IC, IU e XP tiveram o canal radicular preenchido com uma pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, já o grupo CT foi mantido sem preenchimento. Foi utilizada uma pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ radiopaca, com pH 12,5, disponibilizada em seringa (Ultracal, Ultradent, South Jordan, EUA) que permite o controle de aplicação no comprimento de trabalho com o uso de uma ponta NaviTip (NaviTip, Ultradent, South Jordan, EUA) (Figura 5). Após o preenchimento do canal até o refluxo de pasta na câmara pulpar, foi utilizado um instrumento lentulo (Dentsply-Sirona, Ballaigues, Vaud, Suíça) acionado em baixa rotação para garantir o preenchimento de todo o comprimento de trabalho do canal. Os dentes foram selados na porção cervical com algodão estéril e material restaurador provisório sem eugenol (Villevie, Nova Brasília, Joinville, Santa Catarina, Brasil) e armazenados em umidade relativa a 37°C por 7 dias, para simular o curativo entre sessões.

Figura 5. A-pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ utilizada. B-preenchimento do canal com a pasta no comprimento de trabalho.



Fonte: Autor.

3.6 Avaliação do volume inicial de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ por meio de microtomografia computadorizada

Decorridos 7 dias após o preenchimento dos canais com pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, foi realizado o segundo exame microtomográfico utilizando os mesmos parâmetros de escaneamento e reconstrução descritos anteriormente no exame microtomográfico pós-preparo deste estudo.

A análise das imagens foi realizada com o programa CTAn v.1.14.4.1+ (Bruker-MicroCT, Kontich, Bélgica), onde, pela ferramenta *Custom Processing*, foi realizado o processo de binarização para a pasta de hidróxido de cálcio presente no interior do SCR desde o nível da junção cimento-esmalte até o ápice anatômico. Assim, após este processo, por meio do *plug-in 3D analysis*, foi possível obter a análise quantitativa tridimensional do volume inicial (em mm^3) de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. De forma complementar, foram obtidos também os modelos tridimensionais da dentina e do volume de pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

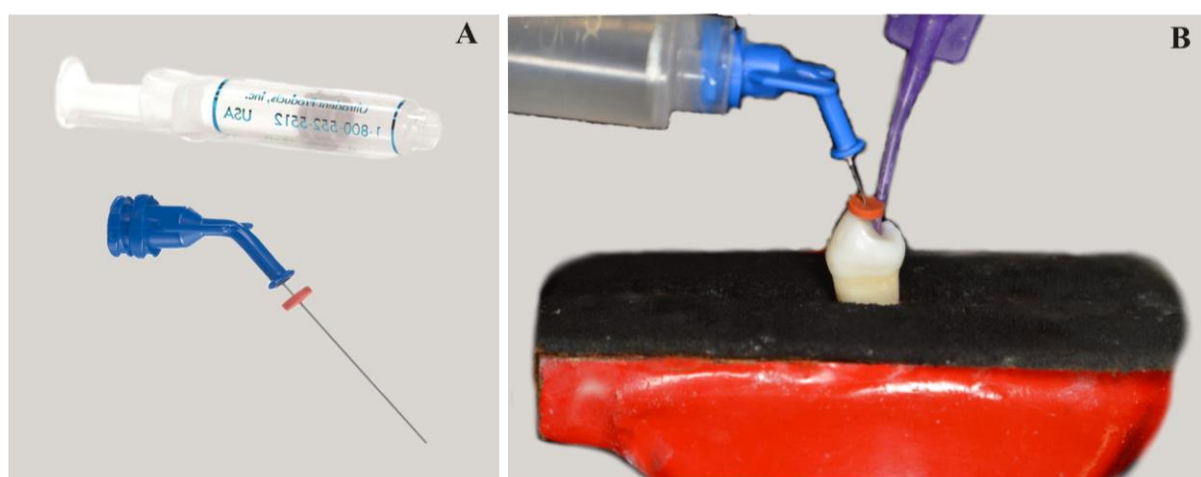
Os dados de volume de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ antes da remoção foram submetidos a teste estatístico para conferir a homogeneidade da amostra.

3.7 Remoção da pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$

O material restaurador provisório foi removido com broca esférica 3 e o algodão estéril com explorador reto. Foi introduzida uma lima tipo K 15 no comprimento de trabalho para destacar a pasta e criar um espaço para o uso das técnicas de irrigação:

Seringa convencional e irrigação por agulha (IC): os canais radiculares foram lavados com 10 mL de NaOCl a 2,5% usando seringas de 5 mL com agulhas 30G NavTip adaptadas a 1 mm do comprimento de trabalho com fluxo aproximado de 5mL por minuto (Figura 6).

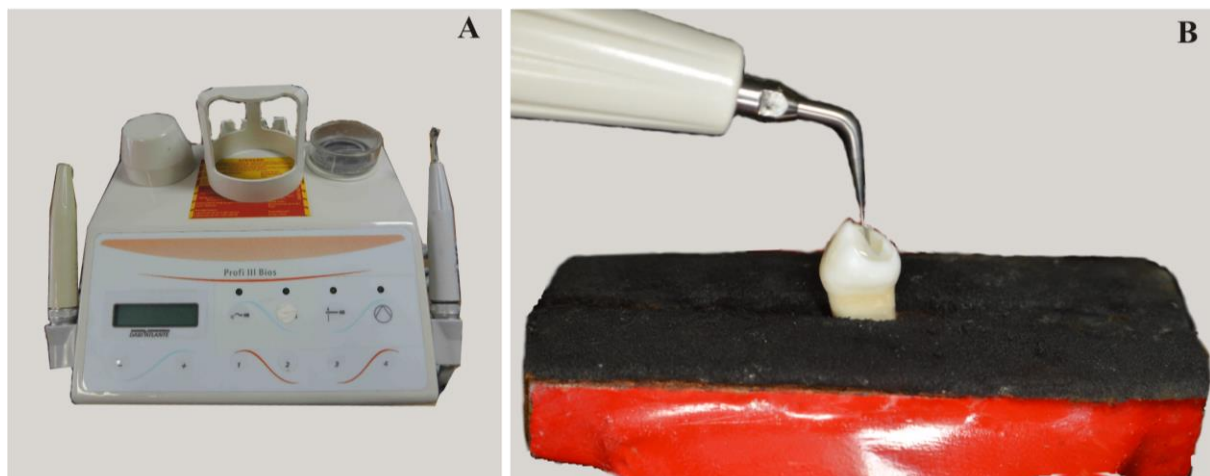
Figura 6. A-seringa e agulha utilizadas para a irrigação convencional. B-irrigação e aspiração do canal para remoção da pasta de Ca(OH)_2 .



Fonte: Autor.

Irrigação ultrassônica passiva (IU): foi utilizado o sistema ultrassônico Profi III Bios (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) e inserto E1 – Irrisonic (Helse Dental Technology – Santa Rosa do Viterbo, São Paulo, Brasil) com 30% de potência. Os espécimes foram lavados com 2,5 mL de NaOCl à 2,5% utilizando uma seringa e agulha 30G inserida 1 mm aquém do comprimento de trabalho com fluxo de aproximadamente 5 mL por minuto. Em seguida, o inserto foi colocado no canal a 1 mm do comprimento de trabalho (Figura 7) e o irrigante foi ativado por 20 segundos com leves movimentos de inserção/remoção, com amplitude controlada de aproximadamente 8 mm. Essa sequencia foi repetida por duas vezes, e uma nova lavagem final com 2,5 mL de NaOCl à 2,5% com fluxo de aproximadamente 5 mL por minuto. O volume total de irrigante de 10 mL foi ativado durante 1 minuto no total. O inserto foi mantido centralizado para evitar o mínimo de toque das paredes do canal radicular pelo movimento oscilatório (JIANG et al., 2011).

Figura 7. A-equipamento utilizado para irrigação ultrassônica passiva. B-inserto em posição durante ativação da irrigação para remoção da pasta de Ca(OH)_2 .

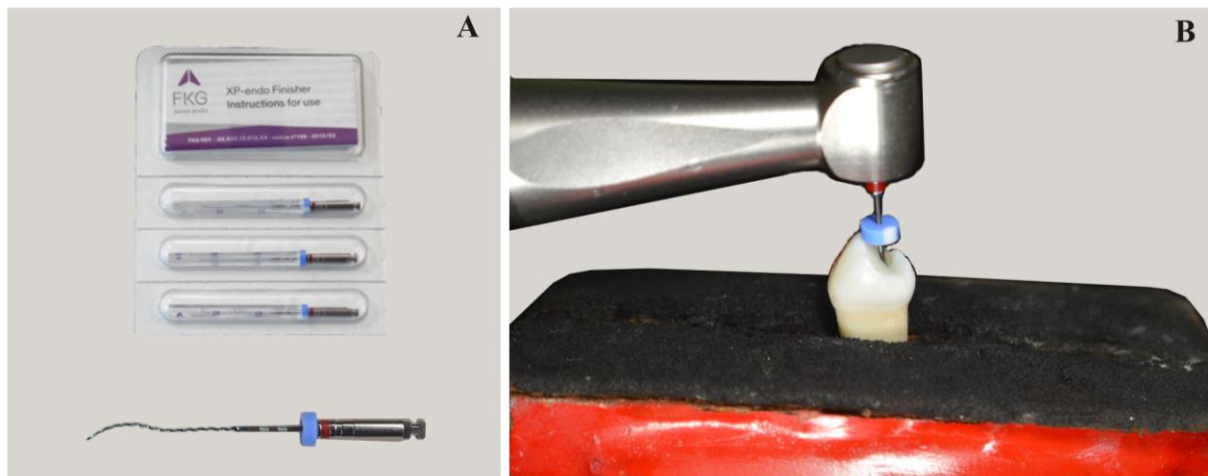


Fonte: Autor.

XP-Endo Finisher (XP): os canais radiculares foram irrigados com 5 mL de NaOCl a 2,5% com seringa e agulha 30G (NaviTip; Ultradent) colocada a 1 mm do comprimento de trabalho com fluxo de 5 mL por minuto. O instrumento XP-endo Finisher foi acionado por um motor elétrico (VDW Silver, VDW, Munique, Vaud, Alemanha) operado a 800 rpm e torque de 1 Ncm, de acordo com as instruções do fabricante. O comprimento de trabalho foi fixado usando o cursor do instrumento e este foi inserido em um tubo plástico e arrefecido com gás (Endo-Ice, Whaledent, Mahwah, Nova Jersey, EUA). O instrumento foi inserido no comprimento de trabalho (Figura 8) acionado por 60 segundos com movimentos leves e suaves de 7 a 8 mm longitudinalmente por movimentos de entrada e saída do canal. O canal foi irrigado novamente com 5 mL da solução de NaOCl à 2,5% com o fluxo de 5 mL por minuto, totalizando um volume de 10 mL da solução. A lima finalizadora XP-endo Finisher foi trocada a cada dois dentes, totalizando no final o uso de 10 instrumentos no grupo (KESKIN et al., 2017).

Grupo controle (CT): a pasta de Ca(OH)_2 não foi aplicada no canal radicular.

Figura 8. A-instrumento XP endo Finisher. B-instrumento em posição durante a remoção da pasta de Ca(OH)_2 .



Fonte: Autor.

3.8 Avaliação do volume de Ca(OH)_2 removido por meio de microtomografia computadorizada

Imediatamente após a remoção da pasta de Ca(OH)_2 , foi realizado o terceiro exame microtomográfico utilizando os mesmos protocolos de escaneamento e reconstrução descritos anteriormente no exame microtomográfico pós-preparo deste estudo.

Antes da análise morfológica tridimensional quali-quantitativa do volume de pasta de Ca(OH)_2 remanescente, as imagens de cada espécime, obtidas no exame microtomográfico após as diferentes técnicas de remoção da pasta de Ca(OH)_2 , foram alinhadas (sobrepostas) em relação àquelas obtidas no exame microtomográfico após o preenchimento dos canais radiculares com pasta de Ca(OH)_2 , por meio da ferramenta *co-registration* no programa *DataViewer* v.1.5.1.2 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica). Por convenção, o conjunto de dados obtidos previamente às técnicas de remoção foi considerado fixo, fazendo-se o registro do conjunto de dados após as técnicas de remoção, em relação ao primeiro. Este novo registro alinhado de dados, de cada espécime, após as técnicas de remoção, foi salvo em um novo diretório.

Depois de garantido o alinhamento dos espécimes, realizou-se o processamento e análise das imagens após as técnicas de remoção, com auxílio do programa *CTAn* v.1.14.4.1+ (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) seguindo o protocolo descrito para avaliação do volume inicial de Ca(OH)_2 por meio de micro-CT. Deste modo, foi possível obter a análise quantitativa tridimensional do volume (mm^3) da pasta de Ca(OH)_2 remanescente após os

protocolos de remoção. O volume de Ca(OH)_2 removido foi calculado pela diferença entre o volume após o preenchimento dos canais radiculares e após os protocolos de remoção, que foi expresso em percentual de redução do volume de Ca(OH)_2 (%vol) de acordo com a fórmula: $[(VA - VD) \times 100] / VA$, onde VA: volume da pasta de Ca(OH)_2 antes da remoção; VD: volume de remanescente da pasta de Ca(OH)_2 após os protocolos de remoção.

3.9 Obturação do canal radicular

A obturação dos dentes foi realizada após o terceiro escaneamento em micro-CT através da técnica de compactação lateral empregando-se cones de guta-percha F3 do sistema Protaper Universal (Dentsply-Sirona, Ballaigues, Vaud, Suíça), cones acessórios (Dentsply-Sirona, Ballaigues, Vaud, Suíça), inseridos com auxílio de espaçador digital 2 (Duflex, SS White, Nova Jersey, EUA) e cimento AH Plus (Lote nº 331249J, Dentsply-Sirona, Konstanz, Baden-Württemberg, Alemanha) ou MTA Fillapex (Lote nº 41120, Angelus, Londrina, Paraná, Brasil). A pasta base e a pasta catalisadora do cimento AH Plus foram dispensadas em quantidades iguais em placa de vidro e espatuladas até obter-se uma mistura homogênea para a obturação, os cones de guta-percha foram carregados com o cimento e inseridos no canal radicular. A pasta base e a pasta catalisadora do cimento MTA Fillapex foram dispensadas em quantidades iguais em uma placa de vidro e espatuladas até obter-se uma mistura homogênea para a obturação, os cones de guta percha foram carregados com o cimento e inseridos no canal radicular.

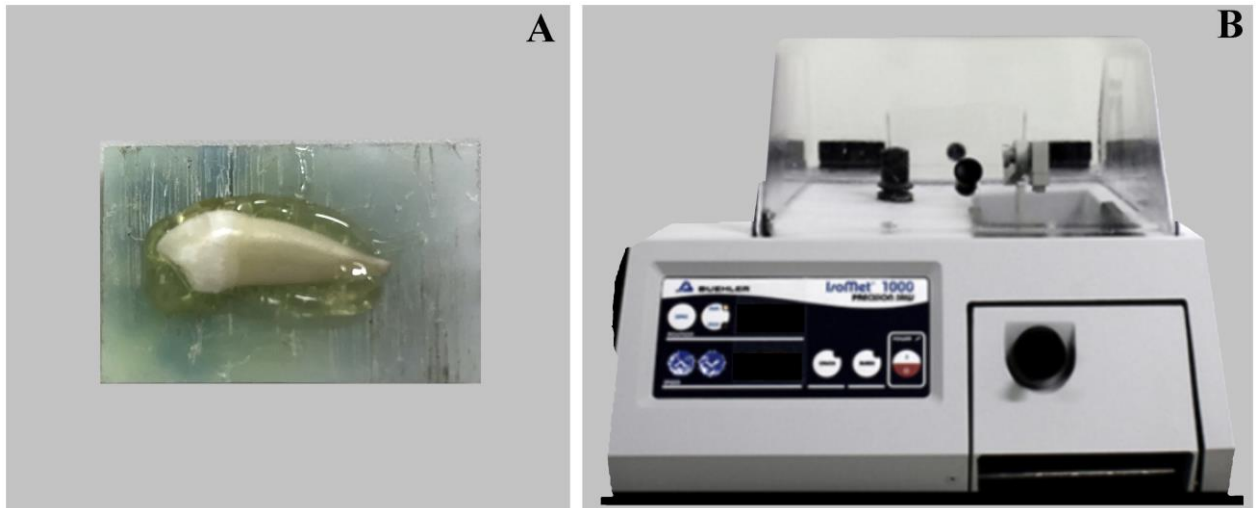
Para todos os espécimes obturados, os cones de guta percha foram cortados ao nível da junção cimento-esmalte com instrumento cortante aquecido (Holleback 3S, Duflex, SS White, Nova Jersey, EUA) e condensados verticalmente com condensadores tipo Paiva número 3 (Duflex, SS White, Nova Jersey, EUA). As amostras obturadas foram seladas na porção cervical com material restaurador provisório sem eugenol e mantidas em umidade relativa a 37°C por 72 horas.

3.10 Análise da resistência de união

Os espécimes foram posicionados em placas de acrílico, mantendo o eixo central da raiz paralela à superfície da placa, e então seccionados em máquina de corte, sob refrigeração

de água destilada e deionizada, para obtenção de *slices* de 1,5 mm de espessura de todo o comprimento radicular. Um *slice* de cada terço da raiz (três *slices* por dente) foi utilizado para o teste (Figura 9).

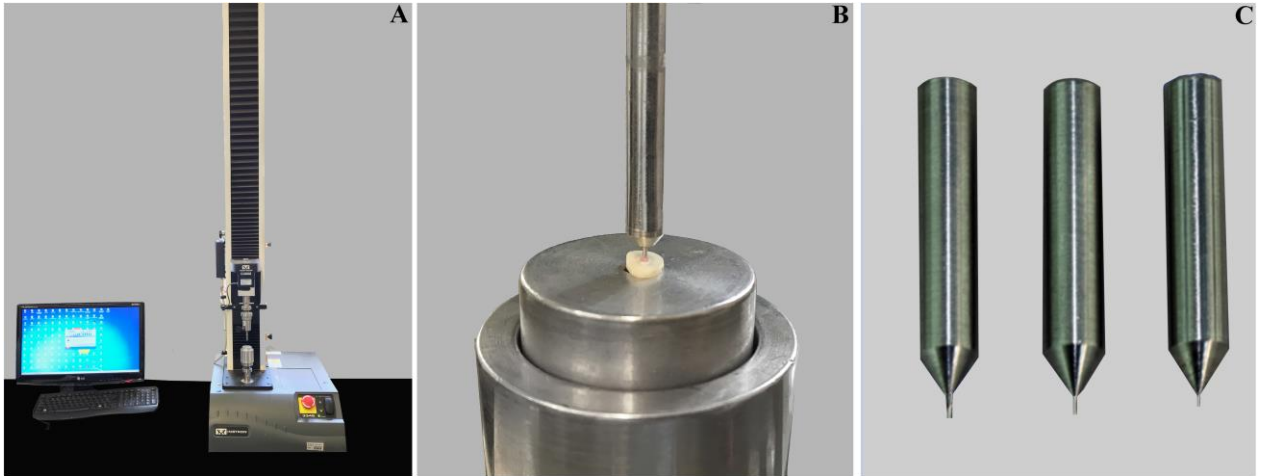
Figura 9. A-Posicionamento dos dentes para secção dos slices. B-Máquina de corte.



Fonte: Autor.

Para padronização da posição dos corpos de prova na máquina de ensaios, um dispositivo de aço inoxidável foi utilizado, de modo que a face com menor diâmetro do preparo fique voltada para cima e centralizada em relação à haste empregada para pressionar o material até que o mesmo seja deslocado do corpo de prova. Foram utilizadas hastes de 4 mm de comprimento com 0,4 mm, 0,6 mm e 0,8 mm de diâmetro, para o deslocamento dos corpos de prova dos terços apical, médio e cervical respectivamente (Figura 10). A seleção do diâmetro da haste foi baseada na média do diâmetro da obturação, para evitar que a haste tocasse a dentina durante o teste. Foi aplicada uma força, deslocando a massa obturadora dos slices, utilizando a máquina universal de ensaios Instron 3345 (Instron Corporation, Canton, Massachusetts, EUA) com velocidade de 0,5 mm/min.

Figura 10. A-Máquina de ensaio universal. B-Posicionamento do slice. C-Hastes utilizadas para o deslocamento do material obturador.



Fonte: Autor.

A força necessária para o deslocamento do material (F), foi medida em quilonewtons (kN) e transformada em tensão (σ), expresso em megapascal (MPa), de acordo com a fórmula: $\sigma = F / A$, para a qual A : área de adesão do cimento. Considerando-se que A foi obtido por meio da fórmula: $A = 2\pi Re h$, sendo $Re = (Rm + rm)/2$, então: $A = \pi (Rm + rm) h$, para a qual:

$$\pi = 3,14$$

Re = raio equivalente do canal

Rm = raio médio do canal coronário calculado por: $Rm = (Rc + rc) / 2$

rm = raio médio do canal apical calculado por: $rm = (Ra + ra) / 2$

Rc = raio maior do canal coronário

rc = raio menor do canal coronário

Ra = raio maior do canal apical

ra = raio menor do canal apical

h = espessura da secção

Foi realizada análise da interface e tipo de falha utilizando lupa estereoscópica em aumento de 40 \times . A partir das imagens obtidas, o padrão de falha após o teste push-out foi classificado em: a) adesiva, quando ocorrer o deslocamento do cimento sem resíduos na dentina; b) coesiva, quando ocorrer somente a fratura do material com remanescente de

cimento em toda a extensão de dentina; c) mista, quando ocorrer simultaneamente remanescente do material e paredes de dentina livre de cimento.

3.11 Análise dos dados

Os valores obtidos a partir das análises quantitativas foram submetidos ao teste de aderência à curva normal (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Levene). Os dados do volume do canal radicular após o preparo biomecânico, volume total de Ca(OH)_2 antes da remoção e volume total de Ca(OH)_2 removido foram submetidos a ANOVA *one way* com nível de significância de 0,1% ($\alpha = 0,001$), seguidos de pós teste Tukey ($\alpha = 0,05$), quando necessário. Os dados de volume de Ca(OH)_2 removido por terço radicular e tratamento foram submetidos aos testes Kruskal-Wallis com nível de significância de 0,1% ($\alpha = 0,001$), seguidos de pós teste Dunn ($\alpha = 0,05$). Para os dados de resistência de união, os valores dos subgrupos de cimento (AH Plus e MTA Fillapex) foram submetidos ao teste paramétrico ANOVA *two way* para comparação dos fatores técnicas de remoção de Ca(OH)_2 e terços radiculares com nível de significância de 0,1% ($\alpha = 0,001$), seguidos de pós teste Tukey ($\alpha = 0,05$). Para comparação entre os valores de resistência de união dos subgrupos de cimentos foi utilizado o teste t ($\alpha = 0,001$). Os dados do padrão de falha foram analisados qualitativamente.

4. RESULTADOS

4.1 Distribuição dos grupos experimentais

Após a estratificação da amostra, ANOVA evidenciou não haver diferença estatisticamente significativa entre os volumes (mm^3) dos canais radiculares após o preparo biomecânico para os grupos do técnicas de remoção de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e subgrupos do material obturador utilizado ($p > 0,05$) (Tabela I).

Tabela I: Resultados de ANOVA para comparação do volume do canal radicular após o preparo biomecânico de acordo com a distribuição dos grupos de técnica de remoção de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e subgrupos de material obturador.

Fonte de variação	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	p
Volume do canal	0,481	6	0,080	0,009	0,978
Resíduo	566,410	63	8,991		
Total	566,891	69			

4.2 Preenchimento dos canais com $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Após o preenchimento dos canais radiculares com a pasta, ANOVA evidenciou não haver diferença estatisticamente significativa entre os volumes (mm^3) de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para os grupos do técnica de remoção de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e subgrupos do material obturador utilizado ($p > 0,05$) (Tabela II).

Tabela II: Resultados de ANOVA para a comparação do volume de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ após o preenchimento de acordo com a distribuição dos grupos de técnica de remoção de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e subgrupos de material obturador.

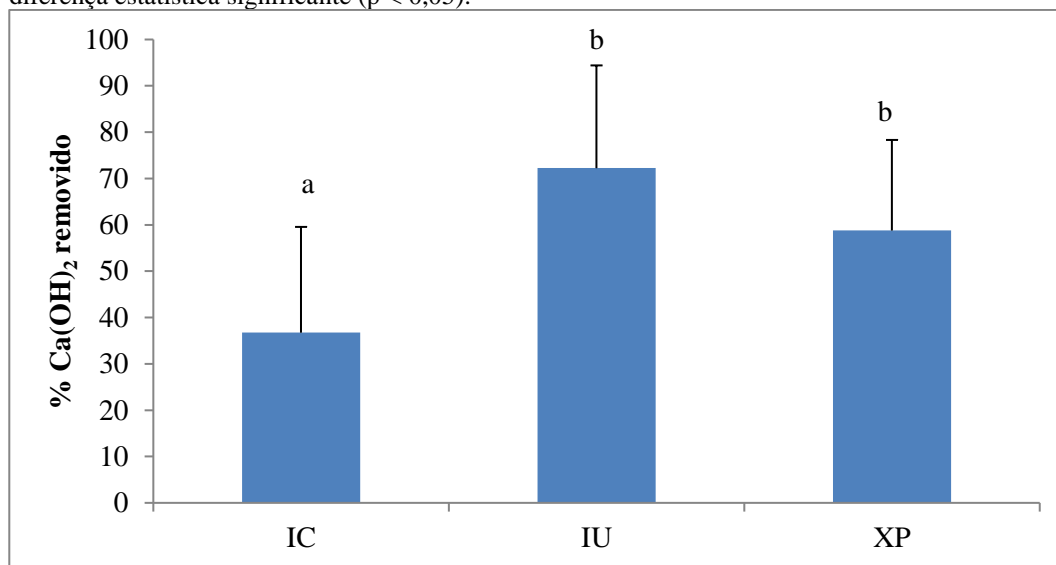
Fonte de variação	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	p
Volume de $\text{Ca}(\text{OH})_2$	38,652	5	7,730	1,407	0,243
Resíduo	219,802	40	5,495		
Total	258,454	45			

4.3 Volume de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ removido

ANOVA evidenciou diferença estatisticamente significativa entre as técnicas utilizadas para remoção de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ no volume total removido do canal ($p < 0,001$). Foi observado menor remoção de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ por IC ($p < 0,05$) seguido de IU e XP, que foram semelhantes entre si ($p > 0,05$).

Os valores (em %) médios e desvio padrão para o volume total de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ removido de acordo com a técnica de remoção de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ estão dispostos na Figura 11.

Figura 11. Valores (em %) médios e desvio padrão para o volume total de Ca(OH)_2 removido de acordo com a técnica de remoção de Ca(OH)_2 . Letras minúsculas distintas indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$).



Fonte: Autor

Foi observada diferença estatisticamente significativa entre as técnicas utilizadas para remoção de Ca(OH)_2 de acordo com o terço do canal radicular ($p < 0,001$). IC não apresentou diferença entre os terços ($p > 0,05$). IU e XP apresentaram % de remoção significativamente maior no terço médio em comparação ao terço cervical ($p < 0,05$) e semelhante ao terço apical ($p > 0,05$).

Os valores (em %) das medianas e percentis para o volume de Ca(OH)_2 removido de acordo com a técnica e terço radicular estão dispostos na Tabela III.

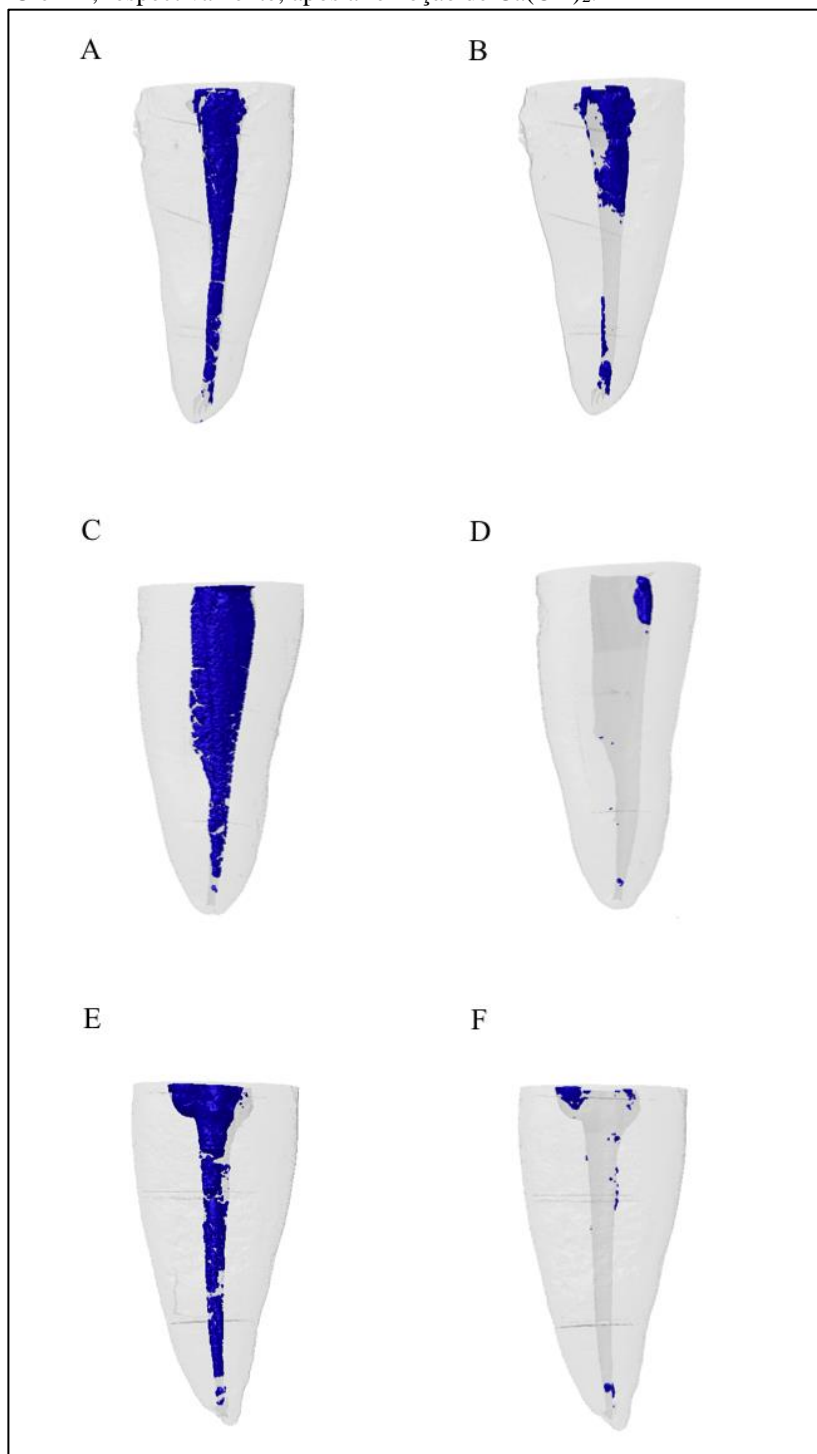
Tabela III: Valores (em %) das medianas e percentis para o volume de Ca(OH)₂ removido de acordo com a técnica de remoção de Ca(OH)₂ e terço radicular.

Técnica de remoção de Ca(OH) ₂			
Terços	IC	IU	XP
Cervical	35,94 (15,02; 62,67) ^a	75,78 (64,33; 87,16) ^a	48,46 (29,65; 64,43) ^a
Médio	81,86 (27,26; 93,99) ^a	99,09 (98,13; 99,90) ^b	95,14 (89,52; 98,65) ^b
Apical	50,85 (9,38; 89,34) ^a	92,71 (65,12; 98,02) ^{ab}	84,35 (47,76; 93,84) ^{ab}

Letras minúsculas iguais indicam similaridade estatística na comparação entre linhas e colunas

A representação das imagens utilizadas na análise morfológica tridimensional qualitativa do volume de pasta de Ca(OH)_2 pode ser observada na Figura 12.

Figura 12. Imagens representativas da análise morfológica. A, C, E – IC, IU e XP, respectivamente, antes da remoção de Ca(OH)_2 ; B, D e F – IC, IU e XP, respectivamente, após a remoção de Ca(OH)_2 .



Fonte: Autor

4.4 Resistência de união

Foi observada diferença estatisticamente significativa entre os técnicas utilizados para remoção de Ca(OH)_2 , tipo de cimento e terços radiculares ($p < 0,001$). Tanto para o cimento AH Plus como para o cimento MTA Fillapex, foi observada interação entre os fatores técnica de remoção de Ca(OH)_2 e terços radiculares ($p < 0,001$).

Na comparação entre os cimento foram observados valores de resistência de união significativamente maiores do cimento AH Plus, em comparação a MTA Fillapex, para todas as técnicas de remoção de Ca(OH)_2 e terços radiculares ($p < 0,05$).

Para o cimento AH Plus, foram observados valores de resistência de união significativamente maiores para CT em comparação ao IC em todos os terços radiculares ($p < 0,05$). No terço cervical, IU e XP apresentaram valores semelhantes entre si e a CT e IC ($p > 0,05$). No terço médio, CT e XP apresentaram valores semelhantes entre si ($p > 0,05$) e maiores que IC ($p < 0,05$), sendo que IU apresentou valores semelhantes a XP ($p > 0,05$) menor do que CT e maior do IC ($p < 0,05$). Entretanto, no terço apical, apenas XP apresentou valores semelhantes ao CT ($p = 0,144$), sendo estes maiores que IC e IU ($p < 0,05$), que foram diferentes entre si ($p < 0,05$). Foi observado ainda, que, na comparação entre os terços radiculares, CT e XP apresentaram valores semelhantes entre os terços cervical e médio ($p > 0,05$), sendo estes significativamente maiores que do terço apical ($p < 0,05$). IC e IU apresentaram diferenças significativamente entre todos os terços radiculares ($p < 0,05$).

Para o cimento MTA Fillapex, foram observados valores de resistência de união semelhantes entre todos os subgrupos nos terços cervical e apical ($p > 0,05$). No terço médio, CT, IU e XP apresentaram valores semelhantes entre si ($p > 0,05$) e superiores ao IC ($p > 0,05$). Foi observado ainda, que, na comparação entre os terços radiculares, CT, IU e XP apresentaram valores semelhantes entre os terços cervical e médio ($p > 0,05$), sendo estes significativamente maiores que do terço apical ($p < 0,05$). IC apresentou valores semelhantes entre os terços médio e apical ($p > 0,05$), sendo estes significativamente menores que do terço cervical ($p < 0,05$).

Os valores (em MPa) médios e desvio padrão para a resistência de união do material obturador de acordo com o tipo de cimento, técnica de remoção de Ca(OH)_2 e terço radicular durante o teste de *push-out* estão dispostos na Tabela IV.

Tabela IV: Valores (em MPa) médios e desvio padrão para a resistência de união do material obturador de acordo com o tipo de cimento, técnica de remoção de Ca(OH)₂ e terço radicular.

Terços	Cimento obturador							
	AH Plus				MTA Fillapex			
	Técnica de remoção de Ca(OH) ₂				Técnica de remoção de Ca(OH) ₂			
	CT	IC	IU	XP	CT	IC	IU	XP
Cervical	2,34 ± 0,30* Aa	1,89 ± 0,23* Ba	2,14 ± 0,09* ABa	2,11 ± 0,26* ABa	1,00 ± 0,15* Aa	0,98 ± 0,13* Aa	0,95 ± 0,15* Aa	0,91 ± 0,14* Aa
Médio	2,18 ± 0,30* Aa	1,36 ± 0,25* Cb	1,87 ± 0,33* Bb	1,98 ± 0,22* ABa	0,97 ± 0,32* Aa	0,39 ± 0,14* Bb	0,81 ± 0,16* Aa	0,88 ± 0,15* Aa
Apical	1,57 ± 0,25* Ab	0,61 ± 0,21* Cc	1,10 ± 0,29* Bc	1,64 ± 0,18* Ab	0,52 ± 0,15* Ab	0,41 ± 0,14* Ab	0,49 ± 0,11* Ab	0,44 ± 0,12* Ab

Letras minúsculas iguais indicam similaridade estatística para comparação entre linhas dos terços radiculares para cada cimento e técnica de remoção de Ca(OH)₂ (p > 0,05).
 Letras maiúsculas iguais indicam similaridade estatística para comparação entre colunas das técnicas de remoção de Ca(OH)₂ para cada cimento e terço radicular (p > 0,05).
 Símbolo * foi utilizado para identificar diferença significativa na comparação entre os cimentos para cada técnica de remoção de Ca(OH)₂ e terço radicular (p < 0,05).

A análise do tipo de falha mostrou predominância de falhas coesivas para o cimento AH Plus nos grupos CT, IU e XP. O cimento MTA Fillapex apresentou predominância de falhas adesivas nos grupos CT e IU. A distribuição do tipo de falha encontra-se na disposta na Tabela V.

Tabela V: Distribuição do padrão de falha (%) de acordo com o tipo de cimento, técnica de remoção de Ca(OH)_2 e terço radicular.

Padrão de falha	AH Plus											
	CT			IC			IU			XP		
	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A
Adesiva	0	30	30	22,22	22,22	22,22	10	10	20	11,11	44,44	11,11
Coesiva	80	40	20	33,33	33,33	22,22	80	60	60	66,66	44,44	88,88
Mista	20	30	50	44,44	44,44	55,55	10	30	20	22,22	11,11	0
Padrão de falha	MTA Fillapex											
	CT			IC			IU			XP		
	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A
Adesiva	80	80	70	0	50	50	70	70	20	40	40	50
Coesiva	20	10	10	60	20	10	30	30	60	40	40	20
Mista	0	10	20	40	30	40	0	0	20	20	20	30

5. DISCUSSÃO

Pastas à base de Ca(OH)_2 são utilizadas como medicação intracanal em virtude de seus efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios, uma vez que participa na eliminação da causa do processo inflamatório, e biológicos, pelo estímulo na formação de tecido mineralizado pela produção de fosfatase alcalina e fibronectina (HOLLAND et al., 2017). Entretanto, remanescentes da medicação podem prejudicar a penetração dos materiais obturadores nos túbulos dentinários (ÇALT, SERPER, 1999) ou alterar suas propriedades físico-químicas (HOSOYA et al., 2004), reduzindo significativamente a efetividade da obturação do canal radicular (BÖTTCHER et al., 2010).

Estratégias para a remoção de medicação à base de Ca(OH)_2 são constantemente avaliadas, sendo recorrente as descrições sobre as dificuldades da completa remoção desta substância do SCR, principalmente com relação ao terço apical (RÖDIG et al. 2011; CAPAR et al., 2014; WIGLER et al., 2016; KESKIN et al., 2017). Dentre as técnicas utilizadas destaca-se a ativação ultrassônica da solução irrigadora, que apresenta resultados superiores à irrigação convencional (MA et al., 2015a; KESKIN et al., 2017; PABEL, HÜLSMANN, 2017) e por pressão negativa (ETHEM YAYLALI et al., 2015). Igualmente, o instrumento XP-endo Finisher, que foi desenvolvido para finalizar o preparo biomecânico atingindo áreas de difícil acesso do SCR, tem sido avaliado quanto a sua capacidade de remoção de pastas a base de Ca(OH)_2 , sendo observado melhores resultados que a irrigação convencional, sem, contudo, remover completamente a pasta do SCR (WIGLER et al., 2016; KESKIN et al., 2017). Entretanto, ressalta-se que nenhum estudo anterior permitiu a comparação entre os resultados destas técnicas de remoção da medicação intracanal de Ca(OH)_2 e seu efeito sobre a resistência de união da obturação nos diferentes terços radiculares. Portanto, no presente estudo, foram avaliados o uso de ativação ultrassônica e do instrumento XP-endo Finisher na remoção de pasta à base de Ca(OH)_2 e seu efeito na resistência de união de cimentos à base de resina epóxi e de agregado de trióxido mineral à dentina radicular.

A avaliação da capacidade de remoção de medicações à base de Ca(OH)_2 do SCR pode ser realizada por visualização direta, com o auxílio de microscopia digital e microscopia eletrônica de varredura, sendo a quantidade de Ca(OH)_2 remanescente no canal calculada pela medição da área do resíduo na dentina radicular (BALVEDI et al. 2010, TAŞDEMİR et al. 2011) ou por meio de escores (RÖDIG et al. 2011; WIGLER et al., 2016; KESKIN et al., 2017; PABEL, HÜLSMANN, 2017). As limitações destas técnicas incluem a perda de

Ca(OH)₂ durante o preparo das amostras (envolvem a clivagem e/ou preparo químico) e a possibilidade de obter valores subestimados do Ca(OH)₂ remanescente em virtude da análise bidimensional realizada. O uso de tomografia computadorizada espiral (NANDINI et al., 2006) e tomografia computadorizada Cone Beam (NEELAKANTAN et al., 2017) permitem uma análise do volume de Ca(OH)₂, obtendo informações mais precisas sobre a área real de material remanescente, entretanto, estas técnicas apresentam baixa resolução o que pode prejudicar a inferência dos resultados obtidos (MA et al., 2015b). A microtomografia computadorizada (micro-CT) vem sendo utilizada para obter medidas tridimensionais do volume de Ca(OH)₂ no canal radicular com maior resolução em qualquer porção do SCR (MA et al., 2015a; MA et al., 2015b). Outra vantagem desta técnica é a necessidade de utilizar um número menor de dentes para amostra e realizar a análise sem alterar/destruir o espécime (MA et al., 2015a; LEONI et al., 2017), o que no presente estudo, permitiu a comparação dos dados de remanescente de Ca(OH)₂ no canal com os valores de resistência de união após obturação com os cimentos utilizados.

Quanto à resistência de união, a literatura preconiza que o valor obtido entre o material obturador e a dentina radicular seja a mais alta possível para garantir, em longo prazo, o sucesso do tratamento endodôntico, impedindo a penetração de fluidos que comprometam o selamento hermético (COLLARES et al., 2015). Além disso, a interface de união deve se manter íntegra em função do tempo para não comprometer procedimentos clínicos, como a remoção de parte da obturação para instalação de retentores intrarradiculares, em que os dentes são submetidos à forças mecânicas que podem deslocar o material obturador do canal radicular (MARQUES et al., 2015; VIVAN et al., 2016). Nesse sentido, optou-se por avaliar esse parâmetro variando a técnica de remoção de Ca(OH)₂ e o cimento utilizado para obturação.

Dentre os ensaios utilizados para determinar a resistência de união, está o teste de *push out*, que é um método reprodutível e de fidelidade nos resultados (COLLARES et al., 2015; RACHED-JÚNIOR et al., 2016; VIVAN et al., 2016). Uma limitação deste tipo de avaliação está relacionada ao posicionamento dos espécimes, cuja padronização é imprescindível para a reprodutibilidade dos resultados (KHOROUSHI et al., 2016). No presente estudo, os espécimes foram posicionados com as paredes do canal radicular paralelas a haste de aplicação de força, que foi posicionada no centro da massa obturadora, evitando contato com a dentina (CECCHIN et al., 2015a) e favorecendo uma aferição mais precisa da retenção do material.

No presente estudo, a hipótese nula foi rejeitada uma vez que foram observadas diferenças entre as técnicas de remoção de Ca(OH)_2 no volume de material remanescente e na resistência de união o cimento AH Plus apresentou diferenças de acordo com a técnica de remoção de Ca(OH)_2 .

Foi observado, no presente estudo, que nenhuma técnica conseguiu remover completamente o Ca(OH)_2 presente no canal radicular, o que corrobora com os achados de vários estudos anteriores (MA et al., 2015a; WIGLER et al., 2016; HAMDAN et al., 2017; KESNKIN et al., 2017; TURKAYDIN et al., 2017). Ainda, existe convergência dos resultados obtidos com a literatura, considerando a maior capacidade de remoção de Ca(OH)_2 pela agitação ultrassônica da solução irrigante e uso do XP endo Finisher em comparação à irrigação convencional (WIGLER et al., 2016; HAMDAN et al., 2017; KESNKIN et al., 2017; TURKAYDIN et al., 2017). A agitação ultrassônica da solução irrigante leva a formação de microbolhas com poder de cavitação e cisalhamento dos resíduos radiculares (HAMDAN et al., 2017). Já o instrumento XP endo Finisher, apresenta alta flexibilidade e capacidade de expandir até 6 mm de diâmetro no canal radicular, permitindo limpeza mecânica de áreas retentivas (WIGLER et al., 2016), o que poderia justificar os resultados obtidos.

Em relação a remoção de Ca(OH)_2 por terços, foi observado no presente estudo que IC não apresentou diferença no volume removido ao longo de todo o canal. Estes achados podem estar relacionados ao fato de que os dentes foram preparados com a porção coronária intacta, no intuito de reproduzir as condições clínicas reais de uso das técnicas. Segundo KESKIN et al. (2017), a coroa pode representar um reservatório importante de solução irrigadora favorecendo o efeito hidrodinâmico das técnicas utilizadas, mesmo em áreas de maior dificuldade de remoção, o que poderia justificar os resultados obtidos. Entretanto, IU e XP apresentaram maior remoção de Ca(OH)_2 no terço médio em comparação ao terço cervical. Estes resultados divergem dos estudos que compararam a remoção de Ca(OH)_2 por terços utilizando irrigação ultrassônica passiva (MA et al., 2015a; MA et al., 2015b). A divergência de resultados pode estar relacionada ao fato que nos estudos anteriores, o último instrumento utilizado no preparo biomecânico foi retomado previamente às técnicas de remoção, o que não foi realizado no presente estudo, com o intuito de obter a resposta somente da técnica de remoção. Neste sentido, os resultados obtidos podem estar relacionados ao movimento de inserção e remoção dos instrumentos (IU e XP) favorecendo a limpeza nos terço médio e apical, com o acúmulo de material no terço cervical.

Independente da técnica de remoção e/ou contato com a pasta de Ca(OH)_2 , foi observado no presente estudo valores de resistência de união significativamente maiores do cimento AH Plus em comparação ao MTA Fillapex. Ainda, foi observado maior porcentagem de falhas coesivas para o cimento AH Plus e adesivas para o cimento MTA Fillapex, o que pode caracterizar maior adesão do cimento a base de resina epóxi. De fato, a própria composição química dos cimentos pode influenciar a resistência ao deslocamento do material obturador (AMIN et al., 2012). A baixa resistência de união do MTA Fillapex pode estar relacionada a sua menor capacidade de formação de *tags* no túbulos dentinários, em virtude da reação de bioatividade deste cimento com a formação de apatita na superfície de contato do cimento com a dentina (SAGSEN et al., 2011). Além disso, estudos apontam que quando este cimento entra em contato com umidade pode apresentar porosidades e trincas na sua matriz resinosa e perda significativa na sua cadeia de carbono, efeitos estes relacionados à degradação polimérica (BORGES et al., 2011; AMIN et al., 2012). Com relação ao cimento AH Plus, a sua estabilidade dimensional pode ser um dos fatores que permite a obtenção de valores satisfatórios de resistência de união à dentina radicular, mesmo após o efeito de armazenamento em umidade ao longo do tempo (PRADO et al., 2014; SILVA et al., 2016). Neste sentido, já foi demonstrado que o cimento AH Plus pode interagir com o colágeno dentinário e formar ligações covalentes entre os anéis epóxi do cimento e o grupo amina do colágeno (NEELAKANTAN et al., 2011; HARAGUSHIKU et al., 2012), o que está relacionado a capacidade de adesão à dentina radicular.

A técnica de remoção ou o contato prévio do canal com a pasta de Ca(OH)_2 influenciou apenas a resistência de união do cimento AH Plus, sendo observado que o grupo sem preenchimento com a pasta apresentou valores de resistência de união superiores ao grupo de irrigação convencional independente do terço radicular. De fato, o grupo IC apresentou menor remoção de Ca(OH)_2 do canal radicular, independente do terço radicular, sendo que a pasta remanescente pode ter modificado a interação deste cimento com a dentina radicular, pela menor formação de ligações covalentes ou penetração nos túbulos dentinários (BARBIZAM et al., 2008; FARIA-JÚNIOR et al., 2012; GUIOTTI et al., 2014), justificando os resultados obtidos. Já para o cimento MTA Fillapex, à exceção do terço médio do grupo IC, os valores de resistência de união foram semelhantes independente do contato com a pasta de Ca(OH)_2 ou da técnica de remoção. Segundo GUIOTTI et al. (2012), a resistência de união deste cimento não é prejudicada pelo contato com a pasta de Ca(OH)_2 em virtude de sua menor capacidade de formação de *tags* nos túbulos dentinários, e a obliteração dos túbulos

não seria significativa comparada à resistência gerada pelo contato direto do cimento com as paredes do canal ou a interação química do cimento com a dentina intertubular.

Com relação à técnica XP, deve-se destacar que, no presente estudo, foi observado que a resistência de união de CT do cimento AH Plus foi semelhante ao XP em todos os terços radiculares. Estes valores podem estar relacionados ao remanescente de Ca(OH)_2 , sendo observado maior remoção de Ca(OH)_2 de XP em comparação a CT. De fato, o instrumento XP endo Finisher tem sido relacionado à melhor remoção de debris e limpeza independente da complexidade anatômica do canal (LEONI et al., 2017), o que poderia favorecer a interação do cimento com a dentina radicular. Neste sentido, tem se observado a capacidade deste sistema para a remoção de Ca(OH)_2 em áreas de irregularidades no terço apical (HAMDAN et al., 2017), reabsorção interna (KESKIN et al., 2017) e dentes com rizogênese incompleta (TURKAYDIN et al., 2017), o que no presente estudo foi evidenciado pela maior remoção de Ca(OH)_2 nos terços médio e apical para XP em comparação a IC.

Os terços radiculares, no presente estudo, influenciaram a resistência de união dos materiais obturadores. De modo geral, foram observados maiores valores de resistência de união nos terços cervical e médio, sendo que estes resultados podem estar relacionados às diferenças estruturais ao longo do canal radicular (WIESSE et al., 2018). Segundo MJÖR et al. (2001) o terço cervical apresenta maior número e diâmetro de túbulos dentinários em comparação aos demais terços, o que poderia favorecer a formação de *tags* e a retenção mecânica do material obturador (NEELAKANTAN et al., 2011; CARNEIRO et al. 2012).

Considerando a proposta inicial do presente estudo para a identificar o efeito do remanescente de Ca(OH)_2 do SCR na resistência de união dos diferentes materiais obturadores, foram encontrados resultados superiores para agitação ultrassônica e XP endo Finisher, apenas quando os canais foram obturados pelo cimento AH Plus. Neste sentido, ainda são necessários estudos com diferentes metodologias e/ou parâmetros de análise, para definir a melhor estratégia para remoção da medicação de acordo com a técnica ou material obturador do canal radicular.

6. CONCLUSÕES

Baseado nos resultados do presente estudo, concluiu-se que:

- As técnicas de irrigação ultrassônica e XP endo Finisher apresentaram maior eficiência na remoção de Ca(OH)_2 quando comparados ao método de irrigação convencional.
- As técnicas de irrigação ultrassônica e XP endo Finisher apresentaram maior eficiência na remoção de Ca(OH)_2 no terço médio em comparação ao terço cervical.
- A técnica utilizada para remoção de Ca(OH)_2 influenciou a resistência de união apenas do cimento AH Plus, sendo observada redução deste parâmetro após a irrigação convencional.

REFERÊNCIAS

- AKCAY, I.; SEN, B. H. The Effect of Surfactant Addition to EDTA on microhardness of root dentin. **J Endod.**, v. 38, n. 5, p. 704-707, 2012.
- ALVES, F. R.; MARCELIANO-ALVES, M. F.; SOUSA, J. C.; SILVEIRA, S. B.; PROVENZANO, J. C.; SIQUEIRA, J. F. JR. Removal of Root Canal Fillings in Curved Canals Using Either Reciprocating Single- or Rotary Multi-instrument Systems and a Supplementary Step with the XP-Endo Finisher. **J Endod.**, v. 42, n. 7, p. 1114-9, 2016.
- AMIN, S. A.; SEYAM, R. S.; EL-SAMMAN, M. A. The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate-based and an epoxy resin-based endodontic sealer. **J Endod.**, v. 38, n. 5, p. 696-9, 2012.
- ARSLAN H, AKCAY M, CAPAR ID, ERTAS H, OK E, UYSAL B. Efficacy of needle irrigation, EndoActivator, and photon-initiated photoacoustic streaming technique on removal of double and triple antibiotic pastes. **J Endod.**, v. 40, n. 9, p. 1439-42, 2014.
- BALVEDI, R. P.; VERSIANI, M. A.; MANNA, F. F.; BIFFI, J. C. A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. **Int Endod J.**, v. 43, n. 9, p. 763-8, 2010.
- BARBIZAM, J. V.; TROPE, M.; TEIXEIRA, E. C.; TANOMARU-FILHO, M.; TEIXEIRA, F. B. Effect of calcium hydroxide intracanal dressing on the bond strength of a resin-based endodontic sealer. **Braz Dent J.**, v. 19, n. 3, p. 224-7, 2008.
- BORGES, R. P.; SOUSA-NETO, M. D.; VERSIANI, M. A. 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. 419-28, 2011.
- BÖTTCHER, D. E.; HIRAI, V. H.; DA SILVA NETO, U. X.; GRECCA, F. S. Effect of calcium hydroxide dressing on the long-term sealing ability of two different endodontic sealers: an in vitro study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, n. 110, v. 3, p. 386-9, 2010.
- ÇALT, S.; SERPER, A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. **J Endod.**, v. 25, n. 6, p. 431-3, 1999.
- CAPAR, I. D.; OZCAN, E.; ARSLAN, H.; ERTAS, H.; AYDINBELGE, H. A. Effect of different final irrigation methods on the removal of calcium hydroxide from an artificial standardized groove in the apical third of root canals. **J Endod.**, v. 40, n. 3, p. 451-4, 2014.

- CARNEIRO, S. M.; SOUSA-NETO, M. D.; RACHED, F. A. JR.; 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. 9, p. 821-8, 2012.
- CECCHIN, D.; PIN, L. C.; FARINA, A. P.; SOUZA, M.; VIDAL, C. M. P.; BELLO, Y. D.; FERRAZ, C. C. R.; BEDRAN-RUSSO, A. K. Bond strength between fiber posts and root dentin treated with natural cross-linkers. **J. Endod.**, v. 40, n. 10, p. 1667- 1671, 2015a.
- COLLARES, F. M.; PORTELLA, F. F.; RODRIGUE, S. B.; CELESTE, R. K.; LEITUNE, V. C.; SAMUEL, S. M. The influence of methodological variables on the push-out resistance to dislodgement of root filling materials: a meta-regression analysis. **Int Endod J.**, 2015. [Epub ahead of print] Review
- ESTRELA, C. *Ciência Endodôntica*. 2.ed. São Paulo: **Artes Médicas**, 2004. 459p.
- ETHEM YAYLALI, I.; KECECI, A. D.; UREYEN KAYA, B. Ultrasonically Activated Irrigation to Remove Calcium Hydroxide from Apical Third of Human Root Canal System: A Systematic Review of In Vitro Studies. **J Endod.**, v. 41, n. 10, p. 1589-99, 2015.
- FARIA-JÚNIOR, N. B.; KEINE, K. C.; SÓ, M. V. R.; WECKWERTH, P. H.; GUERREIRO-TANOMARU, J. M.; KUGA, M. C. Residues of calcium hydroxide-based intracanal medication associated with different vehicles: a scanning electron microscopy evaluation. **Microsc Res Tech.**, v. 75, n.7, p. 898-902, 2012.
- FERREIRA, F. B.; TORRES, S. A.; ROSA, O. P.; FERREIRA, C. M.; GARCIA, R. B.; MARCUCCI, M. C.; GOMES, B. P. Antimicrobial effect of propolis and other substances against selected endodontic pathogens. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v. 104, n. 5, p. 709-16, 2007.
- FREEMAN, K.; LUDINGTON, J. R. JR.; SVEC, T. A.; PINERO, G. J.; HOOVER, J. Continuously infused calcium hydroxide: its influence on hard tissue repair. **J Endod.**, v. 20, n. 6, p. 272-275, 1994.
- GOKTURK, H.; OZKOCAK, I.; BUYUKGEBIZ, F.; DEMIR, O. Effectiveness of various irrigation protocols for the removal of calcium hydroxide from artificial standardized grooves. **J Appl Oral Sci.**, v. 25, n. 3, p. 290-298, 2017.
- GOMES-FILHO, J. E.; WATANABE, S.; LODI, C. S. Rat tissue reaction to MTA Fillapex. **Dent Traumatol** 2011 [Epub ahead of print].

- GUIOTTI, F. A.; KUGA, M. C.; DUARTE, M. A.; SANT'ANNA, A. J.; FARIA, G. Effect of calcium hydroxide dressing on push-out bond strength of endodontic sealers to root canal dentin. **Braz Oral Res.**, v. 28, 2014.
- HAMDAN, R.; MICHETTI, J.; PINCHON, D.; DIEMER, F.; GEORGELIN-GURGEL, M. The XP-Endo Finisher for the removal of calcium hydroxide paste from root canals and from the apical third. **J Clin Exp Dent.**, v. 9, n. 7, p. e855-e860, 2017.
- HARAGUSHIKU, G. A.; TEIXEIRA, C. S.; FURUSE, A. Y.; SILVA-SOUSA, Y. T. C.; SOUSA-NETO, M. D.; SILVA, R. G. Analysis of the interface and bond strength of resin-based endodontic cements to root dentin. *Microsc. Res. Tech.*, v. 75, n. 5, p. 655-661, 2012.
- HEGDE V, ARORA S. Effect of intracanal medicaments on push-out bond strength of Smart-Seal system. **J Conserv Dent.**, v. 18, n. 5, p. 414-8, 2015.
- HOLLAND, R.; GOMES, J. E. FILHO.; CINTRA, L. T. A.; QUEIROZ, Í. O. A.; ESTRELA, C. Factors affecting the periapical healing process of endodontically treated teeth. **J Appl Oral Sci.**, v. 25, n. 5, p. 465-476, 2017.
- HOSOYA, N.; KURAYAMA, H.; IINO, F.; ARAI, T. Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. **Int Endod J.**, v. 37, n. 3, p. 178-84, 2004.
- JIANG, L.M.; VERHAAGEN, B.; VERSLUIS, M.; LANGEDIJK, J.; WESSELINK, P.; VAN DER SLUIS, L.W. The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. **J Endod.**, v. 37, n. 5, p. 688-692, 2011.
- KESKIN, C.; SARIYILMAZ, E.; SARIYILMAZ, Ö. Efficacy of XP-endo Finisher File in Removing Calcium Hydroxide from Simulated Internal Resorption Cavity. **J Endod.**, v. 43, n. 1, p. 126-130, 2017.
- KHOROUSHI, M.; SHEIKHI, M.; KHALILIAN-GOURTANI, A.; SOLEIMANI, B. Effect of root canal rinsing protocol on dentin bond strength of two resin cements using three different method of test. **J. Clin. Exp. Dent.**, v. 8, n. 3, p. e246-e254, 2016.
- KIM, S. K.; KIM, Y. O. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. **Int Endod J.**, v. 35, n. 7, p. 623-8, 2002.
- KONTAKIOTIS, E.; NAKOU, M.; GEORGOPOULOU, M. In vitro study of the indirect action of calcium hydroxide on the anaerobic flora of the root canal. **Int Endod J.**, v. 28, n. 6, p. 285-289, 1995.

- LEONI, G. B.; VERSIANI, M. A.; SILVA-SOUSA, Y. T.; BRUNIERA, J. F.; PÉCORA, 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, n. 4, p. 398-406, 2017.
- LIMA, R. K.; GUERREIRO-TANOMARU, J. M.; FARIA-JUNIOR, N. B.; TANOMARU-FILHO, M. Effectiveness of calcium hydroxide-based intracanal medicaments against *Enterococcus faecalis*. **Int Endod J.**, v. 45, n. 4, p. 311-316, 2012.
- MA, J. Z.; SHEN, Y.; AL-ASHAW, A. J.; KHALEEL, H. Y.; YANG, Y.; WANG, Z. J.; PENG, B.; HAAPASALO, M. Micro-computed tomography evaluation of the removal of calcium hydroxide medicament from C-shaped root canals of mandibular second molars. **Int Endod J.**, v. 48, n. 4, p. 333-41, 2015a.
- MA, J.; SHEN, Y.; YANG, Y.; GAO, Y.; WAN, P.; GAN, Y.; PATEL, P.; CURTIS, A.; KHAKPOUR, M.; HAAPASALO, M. In vitro study of calcium hydroxide removal from mandibular molar root canals. **J Endod.**, v. 41, n. 4, p. 553-8, 2015b.
- MARQUES, J. H. S.; SILVA-SOUSA, Y. T. C.; RACHED-JÚNIOR, F. J. A.; MAZZI-CHAVES, J. F.; MIRANDA, C. E. S.; SILVA, S. R. C.; STEIER, L.; SOUSA-NETO, M. D. New methodology to evaluate bond strength of root-end filling materials. **Braz. Dent. J.**, v. 26, n. 3, p. 288-291, 2015.
- MJÖR, I. A.; SMITH, M. R.; FERRARI, M.; MANNOCCI, F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. **Int Endod J.**, v. 34, n. 5, p. 346-53, 2001.
- MOHAMMADI, Z.; DUMMER, P. M. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. **Int Endod J.**, v. 44, n. 8, p. 697-730, 2011.
- MOREIRA, M. S.; ANUAR, A. S. N.; TEDESCO, T. K.; DOS SANTOS, M.; MORIMOTO, S. Endodontic Treatment in Single and Multiple Visits: An Overview of Systematic Reviews. **J Endod.**, v. 43, n. 6, p. 864-870, 2017.
- NAIR, P. N.; HENRY, S.; CANO, V.; VERA, J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit” endodontic treatment. **Oral Surg. Oral Med. Pathol Oral Radiol. Endod.**, v. 99, n. 2, p. 231-252, 2005.
- NANDINI, S.; VELMURUGAN, N.; KANDASWAMY, D. Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT, an in vitro study. **J Endod.**, v. 32, n. 11, p. 1097-101, 2006.

- NEELAKANTAN, P.; SRIRAMAN, P.; GUTMANN, J. L. Removal of calcium hydroxide intracanal medicament by different irrigants and irrigating techniques: a cone beam computed tomography analysis. **Gen Dent.**, v. 65, n. 6, p. 45-49, 2017.
- NEELAKANTAN, P.; SUBBARAO, C.; SUBBARAO, C. V.; DE-DEUS, G.; ZEHNDER, M. The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. **Int Endod J.**, v. 44, n. 6, p. 491–8, 2011.
- NERWICH, A. FIGDOR, D.; MESSER, H. H. Ph changes inroot dentin over a 4- week period following root canal dressing with calcium hydroxide. **J Endod.**, v. 19, n. 6, p. 302-6, 1993.
- PABEL, A. K.; HÜLSMANN, M. Comparison of different techniques for removal of calcium hydroxide from straight root canals: an in vitro study. **Odontology.**, v. 105, n. 4, p. 453-459, 2017.
- PRADO, M.; SIMÃO, R. A.; GOMES, B. P. A microleakage study of gutta-percha/ AH Plus and Resilon/ Real self-etch systems after different irrigation protocols. **J Appl Oral Sci.**, v. 22, n. 3, p. 174-179, 2014.
- RACHED-JÚNIOR, F. J.; SOUZA, A. M.; MACEDO, L. M.; RAUCCI-NETO, W.; BARATTO-FILHO, F.; SILVA, B. M.; SILVA-SOUSA, Y. T. Effect of root canal filling techniques on the bond strength of epoxy resin-based sealers. **Braz Oral Res.**, v. 30, n. 1, 2016.
- RÖDIG, T.; HIRSCHLEB, M.; ZAPF, A.; HÜLSMANN, M. Comparison of ultrasonic irrigation and RinsEndo for the removal of calcium hydroxide and Ledermix paste from root canals. **Intl Endod J.**, v. 44, n. 12, p. 1155–61, 2011.
- SAGSEN, B.; USTÜN, Y.; DEMIRBUGA, S.; PALA, K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. **Int Endod J.**, v. 44, n. 12, p. 1088–91, 2011.
- SATHORN, C.; PARASHOS, P.; MESSER, H. Antibacterial efficacy of calcium hydroxide intracanal dressing: a systematic review and meta-analysis. **Int Endod J.**, v. 40, n. 1, p. 2-10, 2007.
- SILVA, E. J.; PEREZ, R.; VALENTIM, R. M.; BELLADONNA, F. G.; DE-DEUS, G. A.; LIMA, I. C.; NEVES, A. A. Dissolution, discocation and dimensional changes of endodontic sealers after a solubility challenge: A micro-CT approach. **Int Endod J.**, 2016, in press.

SIQUEIRA, J. R.; RÔÇAS, I. N.; RICHE, F. N.; PROVENZANO, J. C. Clinical outcome of the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis using an antimicrobial protocol. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 106, n. 5, p. 757-62, 2008.

SLUTZKY-GOLDBERG, I.; HANUT, A.; MATALON, S.; BAEV, V.; SLUTZKY, H. The effect of dentin on the pulp tissue dissolution capacity of sodium hypochlorite and calcium hydroxide. **J Endod.**, v. 39, n. 8, p. 980-983, 2013.

SUNDQVIST, G.; FIGDOR, D.; PERSSON, S.; SJÖGREN, U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v. 85, n. 1, p. 86-93, 1998.

TAŞDEMİR, T.; CELİK, D.; ER, K.; YILDIRIM, T.; CEYHANLI, K. T.; YEŞİLYURT, C. Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. **Int Endod J.**, v. 44, n. 6, p. 505-9, 2011.

TUNCER, A. K.; TUNCER, S. Effect of different final irrigation solutions on dentinal tubule penetration depth and percentage of root canal sealer. **J Endod.**, v. 38, n. 6, p. 860-863, 2012.

TURKAYDIN, D.; DEMİR, E.; BASTURK, F. B.; SAZAK ÖVECOĞLU, H. Efficacy of XP-Endo Finisher in the Removal of Triple Antibiotic Paste from Immature Root Canals. **J Endod.**, v. 43, n. 9, p. 1528-1531, 2017.

VIVAN, R. R.; GUERREIRO-TANOMARU, M.; BOSSO-MARTELO, R.; COSTA, B. C.; DUARTE, M. A. H.; TANOMARU-FILHO, M. Push-out bonds strength of root-end filling materials. **Braz. Dent. J.**, v. 27, n. 3, p. 332-335, 2016.

WIESSE, P. E. B.; SILVA-SOUSA, Y. T.; PEREIRA, R. D.; ESTRELA, C.; DOMINGUES, L. M.; PÉCORÁ, J. D.; SOUSA-NETO, M. D. Effect of ultrasonic and sonic activation of root canal sealers on the push-out bond strength and interfacial adaptation to root canal dentine. **Int Endod J.**, v. 51, n. 1, p. 102-111, 2018.

WIGLER R, DVIR R, WEISMAN A, MATALON S, KFIR A. Efficacy of XP-endo finisher files in the removal of calcium hydroxide paste from artificial standardized grooves in the apical third of oval root canals. **Int Endod J.**, v. 50, n. 7, p. 700-705, 2016.