



**UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**ADRIELLE FRACAROLI BALTAZAR**

**AVALIAÇÃO DO REMANESCENTE DE MATERIAL OBTURADOR APÓS  
DIFERENTES PROTOCOLOS DE RETRATAMENTO ENDODÔNTICO  
EM CANAIS OVAIS E SEU IMPACTO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO  
DO CIMENTO OBTURADOR RESINOSO À DENTINA**

**RIBEIRÃO PRETO**

**2020**

Adrielle Fracaroli Baltazar

**AVALIAÇÃO DO REMANESCENTE DE MATERIAL OBTURADOR APÓS  
DIFERENTES PROTOCOLOS DE RETRATAMENTO ENDODÔNTICO  
EM CANAIS OVAIS E SEU IMPACTO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO  
DO CIMENTO OBTURADOR RESINOSO À DENTINA**

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. Fuad Jacob Abi Rached Junior

Ribeirão Preto

2020

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

Adrielle, Fracaroli Baltazar -  
Avaliação do remanescente de material obturador após diferentes protocolos  
de retratamento endodôntico em canais ovais e seu impacto na resistência de  
união do cimento obturador resinoso à dentina/ Adrielle Fracaroli Baltazar. -  
Ribeirão Preto, 2020  
69 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Junior.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Ribeirão Preto,  
UNAERP, Odontologia. Ribeirão Preto, 2020.

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Retratamento endodôntico. I. Título.

CDD 617.642



Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisas em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – PROSUP e da financiadora de estudos e projetos – Finep.

## DEDICATÓRIAS

Dedico este trabalho à minha irmã **Alessandra Fracaroli Perez**, a quem serei eternamente grata, por sempre acreditar em meu potencial, estar o tempo todo me dando forças, orientando e sendo o meu maior exemplo de vida.

À minha mãe, **Selma Cristina Fracaroli**, e minha avó, **Iraci Dias Fracaroli**, que sempre cuidaram de mim, mulheres pacientes e guerreiras, meu porto seguro. 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.

À Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, **Profa. Dra. Yara T. Corrêa Silva Sousa**, pelo incentivo e atenção durante o mestrado.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Junior**, pelos ensinamentos, paciência durante todo o curso, atenção mesmo em horários conturbados e dedicação ao nosso trabalho, oferecendo grandes ideias e propondo sempre o melhor para minha formação.

Ao corpo docente do curso de Pós-Graduação da Universidade de Ribeirão Preto: **Profa. Dra. Andrea Marcia Marcaccini, Prof. Dr. Carlos Eduardo Saraiva Miranda, Profa. Dra. Danielle Cristine Furtado Messias, Prof. Dr. Edson Alfredo, Profa. Dra. Érica Alves Gomes, Profa. Dra. Fernanda Basso, Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Junior, Profa. Dra. Larissa Moreira S. C. Raucci, Prof. Dr. Paulo Esteves Pinto Faria, Prof. Dr. Silvio Rocha Corrêa da Silva, Prof. Dr. Walter Raucci Neto e Profa. Dra. Yara T. Corrêa Silva Sousa**, pelos ensinamentos para minha formação profissional.

À **Profa. Dra. Graziela Bianchi Leoni**, por todo conhecimento transmitido, por toda dedicação, seriedade e disponibilidade na análise da microtomografia computadorizada. Serei eternamente agradecida.

À Pós doutoranda **Profa. Dra. Luciana Martins Domingues de Macedo** por toda e essencial ajuda na microscopia confocal de varredura a laser. Desejo que Deus te ilumine sempre!

À doutoranda **Ana Flávia Simões Barbosa**, por toda disponibilidade e ajuda no escaneamento das amostras no microtomógrafo.

Às secretárias da Pós-Graduação da Universidade de Ribeirão Preto, **Marcela Euzébio Berti e Patrícia Machado**, pela atenção.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pelo apoio financeiro concedido durante o Mestrado.

À **Financiadora de Estudos e Projetos (Finep)** pelo apoio financeiro na aquisição do microtomógrafo SkyScan 1176.

Ao **Alan Ricardo de Souza Thomazinho**, pela paciência, compreensão e ajuda nos momentos de maior tensão e necessidade.

*“A vida nem sempre é como sonhamos, mas  
nem sempre sonhamos o que queremos viver.”*

*Allan Kardec*

## RESUMO

O presente estudo avaliou, por meio de microtomografia computadorizada (microCT) e microscopia confocal de varredura a laser (MCVL), a influência do preparo biomecânico com instrumentos recíprocos e diferentes protocolos de finalização na remoção do material obturadores em canais ovais. E ainda avaliou o impacto do remanescente do material obturador na resistência de união (RU) do AH Plus à dentina, por meio do teste de *push-out*. Oitenta raízes de pré molares com canais ovais foram preparadas com R25, obturadas por meio da condensação lateral com AH Plus acrescido de rodamina B 0,1%, escaneadas em microCT e distribuídas em grupos em função do preparo biomecânico durante o retratamento endodôntico: R25 ou R50. Posteriormente foram subdivididos em função do protocolo finalizador: irrigação convencional (IC), irrigação ultrassônica passiva (PUI), XP-endo Shaper (XPS) e XP-endo Shaper + XP-endo Finisher (XPSF). Todos os espécimes foram escaneados novamente e o remanescente de material obturador foi analisado. A nova obturação foi realizada com AH Plus 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*. A análise qualitativa por meio da MCVL evidenciou menor remanescente de material obturador ao redor da parede do canal radicular e no interior dos túbulos dentinários quando o preparo biomecânico foi realizado com R50. Na análise quantitativa por MCVL, ANOVA (tree-way) e Tukey demonstraram que a interação R25 + XPSF obtiveram valores estatisticamente semelhante as interações que utilizaram o R50 ( $p > 0,05$ ). Na análise qualitativa por microCT, foi evidenciado menor remanescente quando o preparo biomecânico foi realizado R50 associado aos protocolos de agitação da solução irrigadora. Na análise quantitativa R50 + PUI, R50 + XPS e R50 + XPSF propiciaram os menores valores de remanescente de material obturador, sendo estatisticamente semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ) e diferentes ( $p < 0,05$ ) da interação R50 + IC. Para RU, ANOVA e Tukey evidenciaram que R50 associado aos protocolos PUI, XPS e XPSF propiciaram os maiores valores, sendo estatisticamente semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ) e diferentes dos demais ( $p < 0,05$ ). Ocorreram predomínio de falhas coesivas independentemente do preparo biomecânico e dos protocolos de finalização. Concluiu-se que as análises em microCT e MCVL evidenciaram remanescente de material obturador ao longo do canal radicular oval independentemente do preparo biomecânico e protocolos de finalização. E ainda, o preparo biomecânico com R50 associado aos protocolos finalizadores PUI e XP-endo favoreceram a resistência de união do material obturador à dentina radicular, após o retratamento endodôntico.

**Palavras-chave:** Canais ovais, Retratamento, Irrigação complementar.



## Summary

The present study evaluated by computerized microtomography (microCT) and confocal laser scanning microscopy (CLSM), the influence of biomechanical preparation with reciprocating instruments and different finishing protocols in the removal of filling material in oval roots. It also evaluated the impact of the remnant filling material on the bond strength (BS) of AH Plus to dentin by push-out test. Eighty premolar roots with oval root canals were prepared with R25, filled by lateral condensation with AH Plus manipulated with rhodamine B 0.1%. The specimens were scanned in microCT and distributed in groups according to the biomechanical preparation during endodontic retreatment: R25 or R50. Subsequently, they were subdivided according to the finishing protocol: conventional irrigation (IC), passive ultrasonic irrigation (PUI), XP-endo Shaper (XPS) and XP-endo Shaper + XP-endo Finisher (XPSF). All specimens were scanned again and the remaining filling material was analyzed. The new obturation was performed with AH Plus manipulated with 0.1% fluorescein. The specimens were cut into 2 mm slices in a cutting machine. The first slice of each root third was submitted to MCVL and then to the push-out test. The qualitative analysis using the MCVL showed a smaller remnant of filling material around the root canal wall and inside the dentinal tubules when the biomechanical preparation was performed with R50. In the quantitative analysis by MCVL, ANOVA (tree-way) and Tukey demonstrated that the interaction R25 + XPSF obtained values statistically similar to the interactions that used R50 ( $p > 0.05$ ). In the qualitative analysis by microCT, a smaller remnant was evidenced when the biomechanical preparation was performed R50 associated with the agitation protocols. In the quantitative analysis R50 + PUI, R50 + XPS and R50 + XPSF provided the lowest values of remnant filling material, being statistically similar to each other ( $p > 0.05$ ) and different ( $p < 0.05$ ) from the R50 + IC interaction. For RU, ANOVA and Tukey showed that R50 associated with the PUI, XPS and XPSF protocols provided the highest values, being statistically similar to each other ( $p > 0.05$ ) and different from the others ( $p < 0.05$ ). There was a predominance of cohesive failures regardless of biomechanical preparation and finishing protocols. It was concluded that the analyzes in microCT and MCVL showed remnant of filling material along the oval root canal regardless of the biomechanical preparation and finalizer protocol. Furthermore, the biomechanical preparation with R50 associated with the PUI and XP-endo finishing protocols favored the bonding strength of the obturator material to the root dentin, after endodontic retreatment.

**Key words:** Root canal oval, retreatment, complementary irrigation.

## Sumário

Resumo

*Summary*

1. Introdução .....	12
2. Proposição .....	16
3. Material e Métodos.....	17
4. Resultados.....	33
5. Discussão.....	43
6. Conclusões.....	49
7. Referências Bibliográficas.....	50

## 1. INTRODUÇÃO

O retratamento endodôntico envolve a remoção completa do material obturador (STABHOLZ; FRIEDMAN, 1988) e a remodelagem do conduto, propiciando meio adequado para o preenchimento do canal radicular (GU 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).

Diversos protocolos têm sido utilizados para remoção do material obturador no canal radicular, tais como limas manuais (TASDEMIR et al., 2007; SÓ et al., 2008; TAKAHASHI et al., 2009; ALAKABANI et al., 2018), rotatórios (SILVA et al., 2014; BERNARDES et al., 2016; MONGUILHOTT CROZETA et al., 2016; ALAKABANI et al., 2018), reciprocantes (RÖDIG et al., 2014; SILVA et al., 2014; ÜSTÜN et al., 2014; BERNARDES et al., 2016; MONGUILHOTT CROZETA et al., 2016; ALAKABANI et al., 2018; DE-DEUS et al., 2019) e ultrassônicos (DE MELLO JUNIOR et al., 2009; PIRANI et al., 2009; RACHED-JUNIOR et al., 2014; DE-DEUS et al., 2019) associados ou não a solventes (SHOKOUHINEJAD et al., 2010; MARTOS et al., 2011; BETTI et al., 2010; RACHED-JUNIOR et al., 2014; CAMPELLO et al., 2019), com objetivo de facilitar a remoção do material obturador e detritos residuais do interior do canal radicular (ABRAMOVITZ et al., 2012). Embora na literatura existam relatos que os solventes podem facilitar a ação dos instrumentos e diminuir o risco de desvio e perfurações, (MARTOS et al., 2011), o seu uso pode alterar a morfologia e composição da dentina radicular (KAUFMAN et al., 1997; SHOKOUHINEJAD et al., 2010) e interferir negativamente na interação do material obturador à dentina após o retratamento endodôntico (ERDEMIR et al., 2003; PALHAIS et al., 2017).

As características dos instrumentos endodônticos, como o *design* da secção transversal, conicidade e cinemática dos instrumentos endodônticos podem favorecer a remoção do material obturador sem que haja a necessidade da utilização do solvente (GIULIANI et al., 2008; MARTOS et al., 2011; MONGUILHOTT CROZETA et al., 2016). 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; BERNARDES et al., 2016; MONGUILHOTT CROZETA et al., 2016; ALAKABANI et al., 2018; DE-

DEUS et al., 2019), 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 consequentemente baixo risco de fadiga cíclica (ELNAGHY; ELSAKA, 2018; GENERALI et al., 2020).

Entretanto, em canais radiculares ovais a ação dos instrumentos na parede do canal radicular, após sua modelagem, ocasiona um formato arredondado, o que origina áreas não tocadas, principalmente na direção bucolingual (WU et al., 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), mesmo que o canal radicular tenha suas dimensões aumentadas (GU et al., 2008; DE-DEUS et al. 2019). Assim, 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; DE-DEUS et al., 2019).

Nesse sentido, com o intuito de favorecer a ação dos instrumentos na parede do canal radicular, a remoção de debri e a camada de *smear*, foi desenvolvido o Sistema rotatório XP endo. Este sistema é composto de dois instrumentos: O XP-endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça) e XP-endo Finisher (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça). O instrumento XP-endo Shaper é confeccionado em liga especial de NiTi Max Wire, e quando em contato com a temperatura no interior do canal radicular adapta-se a morfologia interna do canal radicular. Devido a sua capacidade de contração e expansão, possibilita a modelagem inicial do canal radicular semelhante a uma lima ISO 15 e finaliza o preparo similar a ISO 30 com conicidade 0.04 (LACERDA et al., 2017; WEBBER et al., 2020). O instrumento possui em sua secção transversal seis arestas de corte e um núcleo reduzido (VAZ-GARCIA et al., 2018), que propicia que o preparo mecânico do sistema do canal radicular seja realizado sem sobrecarga do instrumento, criando espaço para o movimento hidráulico da solução irrigadora no interior do canal radicular (AZIM et al., 2017). O XP-endo Finisher é um instrumento com diâmetro 25 e sem conicidade 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 30<sup>0</sup>C 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 debris 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 (RACHED-JUNIOR et al., 2014). Esta interação pode ser maximizada por meio do alargamento promovido pela nova instrumentação, a qual permite maior volume da solução irrigadora, bem como sua renovação e turbilhonamento durante o preparo biomecânico e, conseqüentemente, maior arraste do remanescente de material obturador do interior do canal radicular (GU et al., 2008; RACHED-JUNIOR et al., 2014; DE-DEUS et al., 2019).

Adicionalmente a literatura tem reportado a necessidade de protocolos complementares de irrigação com o intuito de auxiliar a remoção do material obturador (RACHED-JUNIOR et al., 2014; DE-DEUS et al., 2019). Dentre estes, destaca-se a irrigação ultrassônica passiva, a qual agita a solução irrigante contida no interior do canal radicular, por meio limas de pequeno calibre ou insertos ultrassônicos lisos (VANDER SLUIS; et al., 2005) 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).

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; RAJ et al., 2018), da tomografia computadorizada (SCHIRRMEISTER et al., 2006; AZIM et al., 2018), da microtomografia computadorizada (ROGGENDORF et al., 2010; RÖDIG et al., 2012; MONGUILHOTT CROZETA et AL., 2016; PALHAIS et al., 2017; AKSEL et al., 2019) e da microscopia confocal de varredura a laser (GHARIB et al., 2007; ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009; MARCIANO et al., 2011; DE-DEUS et al., 2012; RACHED-JUNIOR et al., 2014; CASTRO et al., 2018).

A microtomografia computadorizada é uma metodologia que tem sido preconizada para análise quali quantitativa do remanescente do material obturador após o retratamento endodôntico, por ser metodologia não destrutível e ainda possibilitar análise bi e tridimensional (ROGGENDORF et al., 2010; RÖDIG et al., 2012; MONGUILHOTT

CROZETA et al., 2016; PALHAIS et al., 2017; AKSEL et al., 2019; DE-DEUS et al., 2019). Já 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; CASTRO et al., 2018) e ainda possibilita a reutilização dos espécimes em outra análise (RACHED-JUNIOR et al., 2014).

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 e, ainda que na literatura há escassos estudos sobre a modelagem do canal radicular utilizando o sistema XP-endo no retratamento endodôntico, faz-se necessária a avaliação da efetividade da modelagem por diferentes sistemas de instrumentação e protocolos complementares de irrigação com o intuito de auxiliar na remoção do material obturador de canais ovais.

## **2. PROPOSIÇÃO**

O objetivo neste estudo foi avaliar a influência do preparo biomecânico com instrumentos reciprocantes e diferentes protocolos de finalização na remoção do material obturadores e resistência de união à dentina em canais radiculares ovais.

Objetivos específicos:

O presente estudo propôs-se avaliar:

- 1- O remanescente do material obturador ao redor da parede do canal radicular oval, por meio de microscopia de varredura confocal a laser e microtomografia computadorizada, após o preparo biomecânico com instrumentos R25 e R50 associados à irrigação convencional, irrigação ultrassônica passiva e o sistema XP-endo (XP-endo Shaper e/ ou XP-endo finisher).
- 2- A influência do preparo biomecânico com instrumentos R25 e R50 associados à irrigação convencional, irrigação ultrassônica passiva e o sistema XP-endo (XP-endo Shaper e/ ou XP-endo finisher) na resistência de união do cimento AH Plus à dentina de canais radiculares ovais.

## 2. MATERIAIS 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).

### 2.1 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os fatores em estudo foram o preparo biomecânico em 2 níveis (R25 e R50) e protocolos de acabamento após remoção do material obturador em 4 níveis (irrigação convencional (IC), irrigação ultrassônica passiva (PUI), XP-endo Shaper (XPS) e XP-endo Shaper + XP-endo finisher (XPSF)). A amostra foi composta por 80 pré molares inferiores humanos (n=10, para cada grupo e sub grupo). As variáveis de resposta foram: análise quali quantitativa do percentual de material obturador remanescente no canal radicular por e microtomografia computadorizada (microCT) e no interior dos túbulos dentinários ao redor da parede do canal radicular por meio de microscopia confocal de varredura a laser (MCVL) e avaliação da resistência de união por meio do teste de *push-out* do cimento obturador resinoso à dentina radicular após o retratamento do canal radicular.

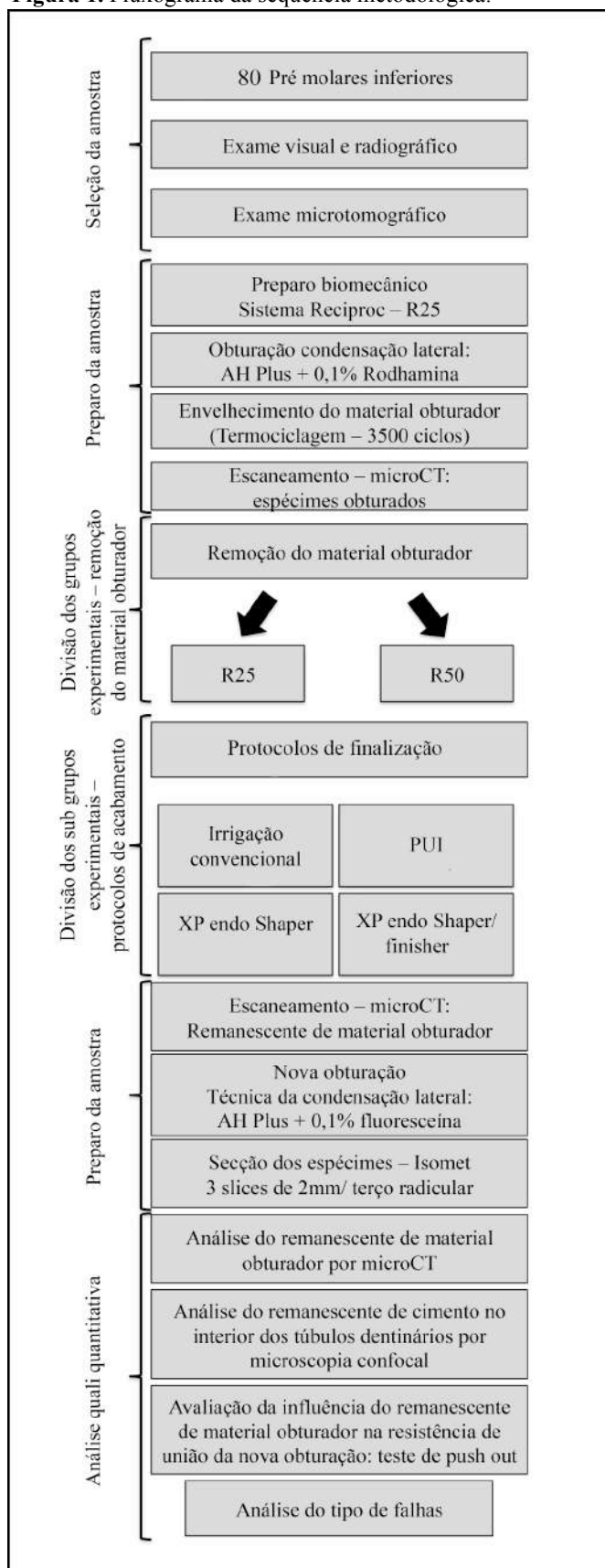
### 2.2 - SELEÇÃO DA AMOSTRA

Cento e vinte pré-molares inferiores humanos, conservados em solução de timol 0,1% a 9°C, foram lavados em água corrente por 24 horas e, em seguida, tiveram suas superfícies radiculares externas limpas por meio de raspagem com ultrassom (Profí II Ceramic, Dabi Atlante Ltda., Ribeirão Preto, SP, Brasil). Os dentes foram, então, examinados macro e microscopicamente com auxílio de lupa estereoscópica (Carl Zeiss Vision Brasil Indústria Óptica Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) em aumento de 25x e radiografados nos sentidos vestibulo lingual e méso distal. Os critérios de inclusão foram: ausência de calcificações, de nódulos pulpares e reabsorção interna. E os critérios de exclusão foram: fratura radicular, tratamento endodôntico prévio e presença de defeitos dentinários na morfologia externa das raízes.

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



**Figura 1.** Fluxograma da sequência metodológica.



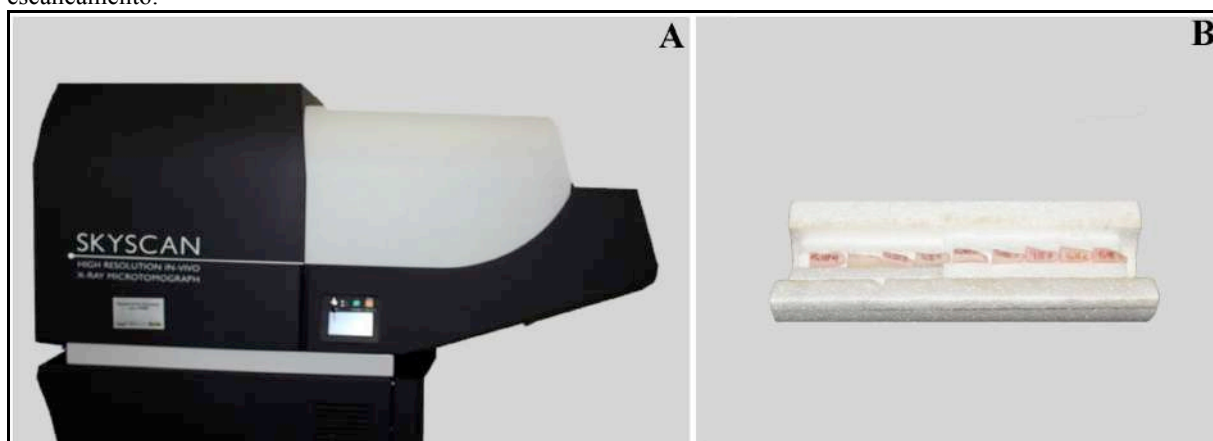
Fonte: autor.

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, Bühler, Hong Kong, China), com velocidade de 300 rpm sob refrigeração abundante de água.

### 2. 2. 1 - EXAME MICROTOMOGRÁFICO PRELIMINAR

Para a seleção da amostra, levando-se em consideração a morfologia interna dos canais radiculares as raízes selecionados anteriormente foram escaneadas no microtomógrafo SkyScan modelo 1176 (Bruker micro-CT, Kontich, Bélgica) (Figura 2A) do Laboratório de Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto. Previamente ao escaneamento, foram utilizados recursos de alinhamento e correção geométrica do campo de aquisição (*flat-field correction*). Em seguida, grupos de 10 raízes foram posicionados no meio de um suporte para amostra, de isopor tubular meia lua, de maneira padronizada em relação face vestibular (Figura 2B). 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 deste estudo.

**Figura 2.** A) Microtomógrafo SkyScan modelo 1176. B) Espécimes posicionados no suporte de isopor para escaneamento.



Fonte: autor.

Em seguida, iniciou-se o escaneamento nos parâmetros de 90 kV, 278 mA, resolução isotrópica de 18  $\mu\text{m}$ , 360° de rotação em torno do eixo vertical com passo de rotação de 0,7°, quantidade total de 2 quadros (frames), utilizando filtro de cobre de 0,1 mm de espessura. As

projeções bidimensionais das imagens geradas foram arquivadas no formato *Tagged Image File* (TIF).

As secções axiais foram, então, reconstruídas a partir das imagens das projeções angulares, por meio do algoritmo de reconstrução de feixe cônico de *Feldkamp* modificado, utilizando o programa NRecon v.1.6.6.0 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica). A redução de artefatos em forma de anel (*Ring Artifact*) foi aplicada no valor de 20 (escala de 0-20), de endurecimento de feixe (*Beam Hardening*) no percentual de 45% (escala de 0 a 100%), de suavização (*Smoothing*) no valor de 0 (escala de 0 a 10) e com histograma de contraste variando de 0,004184 (valor mínimo) a 0,103204 (valor máximo). As secções axiais reconstruídas foram salvas em formato *Bitmap* (BMP).

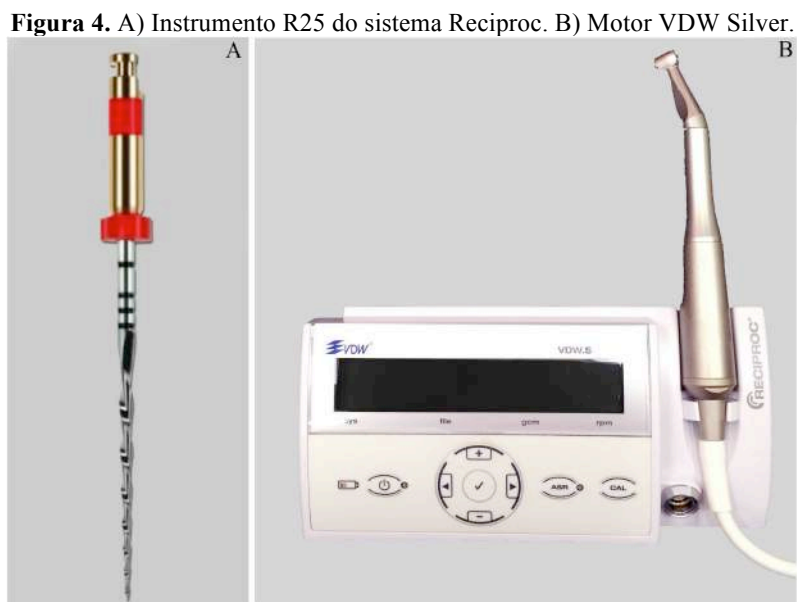
A partir das imagens reconstruídas, no programa CTAn v.1.17.4.1+ (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) foi realizada a segmentação da imagem por meio da técnica de binarização ou *threshold* interativo, na qual foi realizada a segmentação dos valores de tons de cinza da reconstrução tridimensional. Dessa forma, foi obtida imagem binária, onde os *pixels* pretos representam o fundo e os *pixels* brancos, o objeto da análise. Esse processo foi realizado para a região do SCR por meio de operações matemáticas com a ferramenta *Custom Processing*, utilizando uma sequência de *plug-ins* (*task list*) a partir da qual foi calculado o dado morfométrico tridimensional de volume (mm<sup>3</sup>) como também gerados modelos tridimensionais de cada espécime.

No programa CTVol v.2.2.3.0 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica), os modelos tridimensionais foram avaliados qualitativamente em relação à configuração da morfologia do SCR. A partir desta avaliação, foram selecionados as raízes que apresentaram canal único e comprimento de, no mínimo, 17 mm, totalizando 80 raízes.

### 3 - PREPARO BIOMECÂNICO E PRIMEIRA OBTURAÇÃO

As raízes foram fixadas em morsa e o comprimento de trabalho foi estabelecido introduzindo-se uma lima tipo K #15 (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).

O preparo biomecânico foi realizado com o instrumento R25 do sistema Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) (Figura 4A) acoplado ao motor elétrico VDW (VDW, Munique, Alemanha) (Figura 4B) no modo “*Reciproc all*”, responsável pelo movimento recíprocante no sentido anti-horário (corte) e horário (liberação do instrumento).



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 2 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).

### 3.1 – PRIMEIRA OBTURAÇÃO

A obturação das 80 raízes foi realizada com cimento AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) (Figura 5A), cone principal R25 (VDW, Munique, Alemanha) e acessórios XF (Dentsply-Mallefer, Petrópolis, RJ, Rio de Janeiro) de guta percha, por meio da técnica da condensação lateral. Durante a manipulação do cimento AH Plus foi acrescentado rodamina B a 0,1% (Figura 5B) 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. 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. Concluída a obturação os cones foram cortados com instrumento aquecido, compactados com uso dos compactadores de Paiva (Maillefer, Ballaigues, Suíça) e o excesso de cimento removido com pensos de algodão (Roeko, Langenau, Alemanha). As raízes foram, então, 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 5.** A) Bisnagas A e B do cimento obturador AH Plus. B) Fluorescente rodamina 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 30s, sendo o tempo de transferência entre cada temperatura de 2 s (BOTEGA et al., 2008).

### 3. 2 - SEGUNDO EXAME MICROTOMOGRÁFICO

Após a obturação do canal radicular, os espécimes foram submetidos ao exame microtomográfico pós-obturação seguindo-se os protocolos de escaneamento e reconstru o descritos previamente no exame microtomográfico inicial.

Em seguida foi realizado o processamento e análise das imagens p s-obtura o, com auxílio do programa CTAn v.1.17.4.1+ (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica). O VOI utilizado foi o mesmo estabelecido na análise do exame microtomográfico preliminar. Por meio da ferramenta *Custom Processing*, uma sequência de *plug-ins (task list)* foi aplicada e as imagens do espécime p s-preparo foram binarizadas e salvas em novo diretório. Assim, o dado

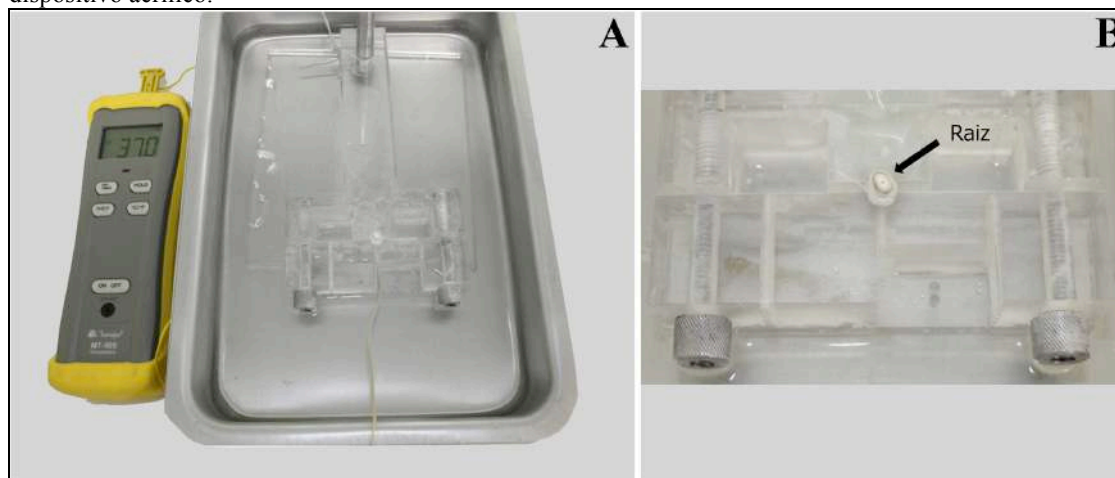
morfométrico bidimensional do volume de material obturador inicial de cada espécime, pós obturação, foi analisado com auxílio da ferramenta *Custom Processing* por uma sequência de *plug-ins (task list)* ainda no programa CTAn v.1.17.4.1+ (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica).

#### 4 - REMOÇÃO DO MATERIAL OBTURADOR

Os 80 espécimes foram divididos em 2 grupos de acordo com o preparo biomecânico na remoção do material obturador: Reciproc R25 e Reciproc R50.

Previamente ao retratamento endodôntico, 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 (Figura 6A), no qual foi imerso um dispositivo acrílico com orifício para fixação da raiz 1 mm abaixo da embocadura do canal radicular (Figura 6B). 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 e obturação dos espécimes.

**Figura 6.** A) Dispositivo acrílico imerso em água a 37°C no recipiente metálico. B) Raiz fixada ao dispositivo acrílico.



Fonte: autor.

A remoção do material obturador foi realizada com o instrumento R25 (Figura 7A) ou R50 (Figura 7B) do sistema Reciproc, acoplado ao motor elétrico motor elétrico VDW, os quais foram utilizados no modo “*Reciproc all*”, responsável pelo movimento recíprocante, no sentido anti-horário (corte) e horário (liberação do instrumento). O instrumento (R25 ou R50) foi inserido com movimentos de inserção/ remoção no interior do canal radicular, 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 e limpo com gaze estéril. Este protocolo foi repetido até que não fosse observado material obturador no instrumento, o qual foi avaliado com lupa de aumento (x3,5).

**Figura 7.** Instrumentos recíprocos do sistema Reciproc. A) Instrumento R25. B) Instrumento R50.



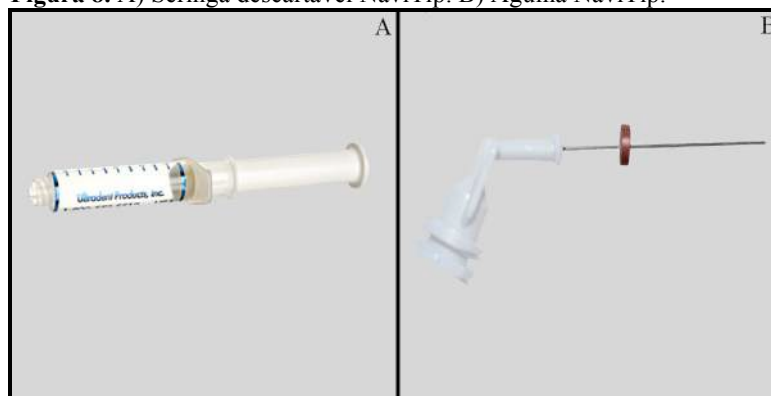
Fonte: autor.

Os espécimes foram subdivididos de acordo com os protocolos de finalização (n=10): irrigação convencional, irrigação ultrassônica passiva, XP-endo Shaper e XP-endo finisher.

#### *4. 1. IRRIGAÇÃO CONVENCIONAL*

A irrigação convencional foi realizada por meio de agulha NaviTip com ponta branca (Figura 8A) adaptada a seringa plástica descartável (Figura 8B). A cada movimento de inserção/ remoção do instrumento o canal radicular foi irrigado 2 mL de NaOCl 2,5% e aspirado concomitantemente por meio da cânula e ponta de aspiração, totalizando 6 mL da solução irrigadora. Os canais foram, então, inundados com 2 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.

**Figura 8.** A) Seringa descartável NaviTip. B) Agulha NaviTip.

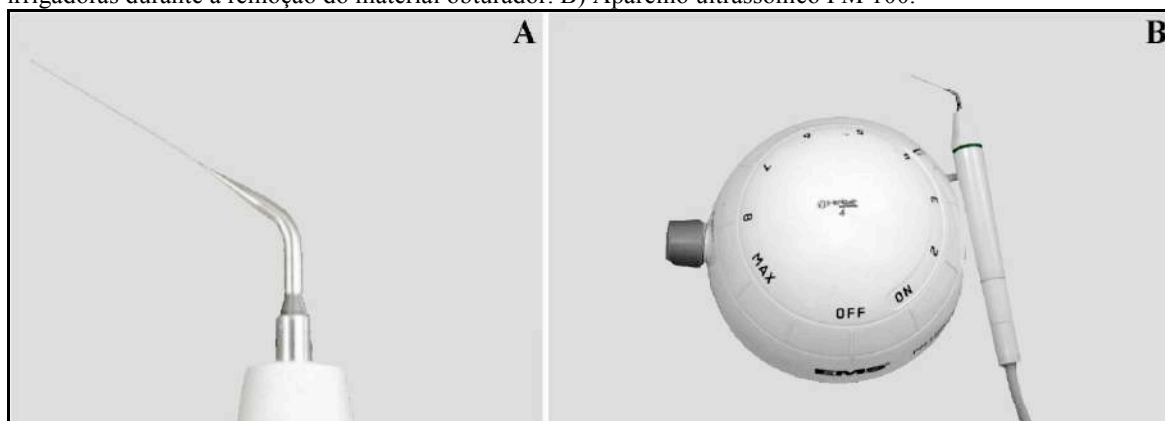


Fonte: autor.

#### 4. 2. IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA

O canal radicular foi inundado com 2 mL NaOCl 2,5% por meio de seringa plástica descartável e agulha NaviTip branca. 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 9A), acionado por 20 s por meio de unidade ultrassônica piezoelétrica (PM100, EMS – Electro Medical System, Suíça) (Figura 9B) na potência de 10%, a 1 mm do CT, em suaves movimentos de inserção/ remoção, controlado por meio de marcação em sua haste com caneta pilot (Bic do Brasil Ind., Manaus, Amazônia, Brasil) 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 inundados com 2 mL EDTA 17% por 5min., lavados com 5 mL de água destilada e deionizada e secos com cones de papel absorvente.

**Figura 9.** 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.



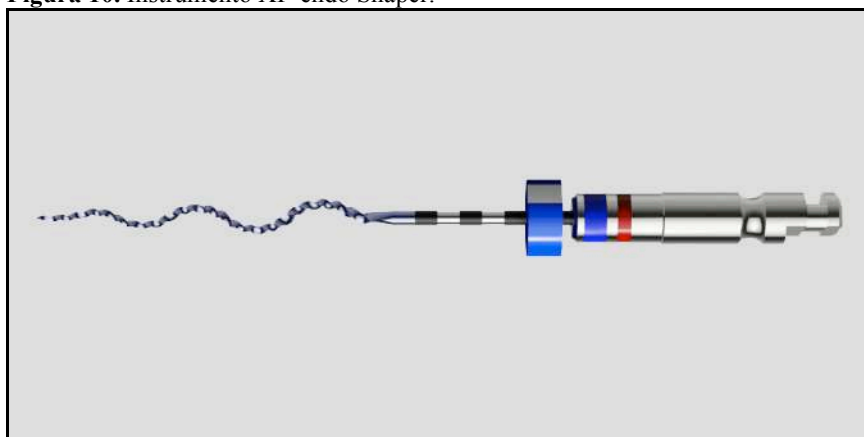
Fonte: autor.



#### 4. 3. *XP-endo Shaper*

Nos grupos em que foi utilizado o XP-endo Shaper (FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, Suíça) (Figura 10), o canal radicular foi inundado com 2 mL NaOCl 2,5% por meio de agulha NaviTip branca (Ultradent Products Inc., Indaiatuba, SP, Brasil) adaptada a seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., Indaiatuba, SP, Brasil) e, em seguida, preparado com o XP-endo Shaper acionado através do motor elétrico VDW na velocidade de 800 rpm e torque de 1 Ncm. O instrumento foi introduzido no interior do canal e, ligeiramente recuado para acionar a rotação, progredindo lentamente até o comprimento de trabalho com movimentos suaves de inserção/ remoção. Para alcançar o comprimento de trabalho foram realizados 3 movimentos e, em seguida, o canal radicular foi irrigado com 2 mL de NaOCl 2,5% a cada movimento, totalizando 6 mL de NaOCl 2,5%. Os canais radiculares foram inundados com 2 mL EDTA 17% por 5min., lavados com 5 mL de água destilada e deionizada e secos com cones de papel absorvente.

**Figura 10.** Instrumento XP-endo Shaper.



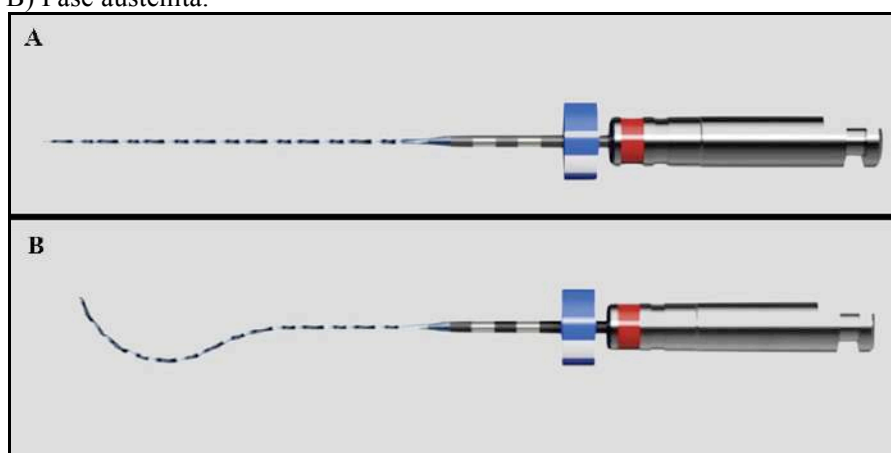
Fonte: autor.

#### 4. 4. *XP-ENDO SHAPER + XP-ENDO FINISHER*

Nos grupos em que foi preconizado o sistema XP-endo, a XP-endo Shaper foi utilizada conforme descrito no item anterior. Subseqüentemente foi utilizado a XP-endo finisher (FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, Suíça) (Figura 11) a qual, ainda no interior do seu tubo plástico, foi conectada 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 removida em rotação (1000 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 60s 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 procedimento foi repetido por mais 2 vezes, sendo utilizado no 3 mL de NaOCl 2,5% para cada instrumento. Os canais radiculares foram inundados com 2 mL EDTA 17% por 5min., lavados com 5 mL de água destilada e deionizada e secos com cones de papel absorvente.

**Figura 11.** Instrumento XP-endo finisher. A) Fase martensita da liga metálica. B) Fase austenita.



Fonte: autor.

### 5. TERCEIRO EXAME MICROTOMOGRÁFICO

Após a remoção do material do canal radicular, os espécimes foram submetidos ao exame microtomográfico seguindo-se os protocolos de escaneamento e reconstrução descritos previamente no segundo exame microtomográfico.

Em seguida foi realizado o processamento e análise das imagens pós-remoção do material obturador, com auxílio do programa CTAn v.1.17.4.1+ (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica). O VOI utilizado foi o mesmo estabelecido na análise do segundo exame microtomográfico. Por meio da ferramenta *Custom Processing*, uma sequência de *plug-ins (task list)* foi aplicada e as imagens do espécime pós-remoção foram binarizadas e salvas em novo diretório. Assim, o dado morfométrico bidimensional do volume de material obturador remanescente de cada espécime, foi analisado com auxílio da ferramenta *Custom Processing* por uma sequência de *plug-ins (task list)* ainda no programa CTAn v.1.17.4.1+ (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica). Deste modo foi realizada análise tridimensional qualitativa e quantitativa (%) do remanescente de material obturador de cada espécime.

## 6. SEGUNDA OBTURAÇÃO

Após a remoção do material obturador e o terceiro exame microtomográfico, as raízes foram obturadas com cimento AH Plus acrescido de fluoresceína 0,1% e, manipulado conforme descrito na primeira obturação. Neste momento foi realizada a técnica da condensação lateral por meio da inserção do cone principal R25 ou R50 (VDW, Munique, Alemanha) e acessórios XF de guta percha. O cimento AH Plus foi levado ao interior do canal radicular com auxílio de lentulo e, posteriormente, o cone principal de guta percha com cimento foi inserido até o comprimento de trabalho. Em seguida, foi inserido o espaçador digital C (azul) 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 e os espécimes foram mantidos em estufa a 37<sup>o</sup> C por período correspondente a três vezes o tempo de endurecimento (480 min) do cimento AH Plus (MARIN-BAUZA et al., 2010).

## 7. PREPARO DOS CORPOS DE PROVA

### 7.1. SECÇÃO DAS RAÍZES

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.

## 8. 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) (Figura 12) utilizando o modo de epifluorescência com comprimentos de ondas de absorção e emissão para a rodamina 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*.

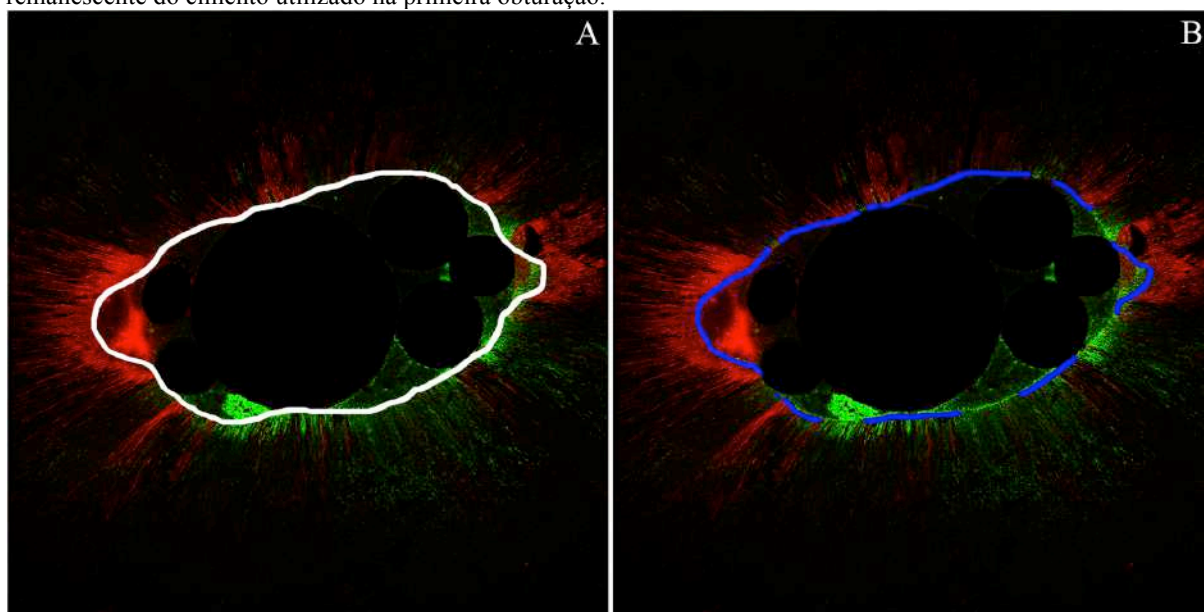
**Figura 12.** Microscópio confocal de varredura a laser acoplado ao computador.



Fonte: autor.

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 (Figura 13A) e, em seguida, foram contornadas e quantificadas as regiões da dentina radicular onde havia presença de remanescente em vermelho (rodamina B) do cimento AH Plus (Figura 13B). Desta forma, a porcentagem da parede do canal com remanescente do cimento AH Plus, nesta secção, foi estabelecida (ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009).

**Figura 13.** Imagens ilustrativas metodológicas da análise em microscopia confocal de varredura a laser: em vermelho (rodamina B) a primeira obturação e, em verde (fluoresceína) a segunda obturação. A) Mensuração do contorno do perímetro do canal radicular (linha branca). B) Mensuração do contorno das regiões com remanescente do cimento utilizado na primeira obturação.

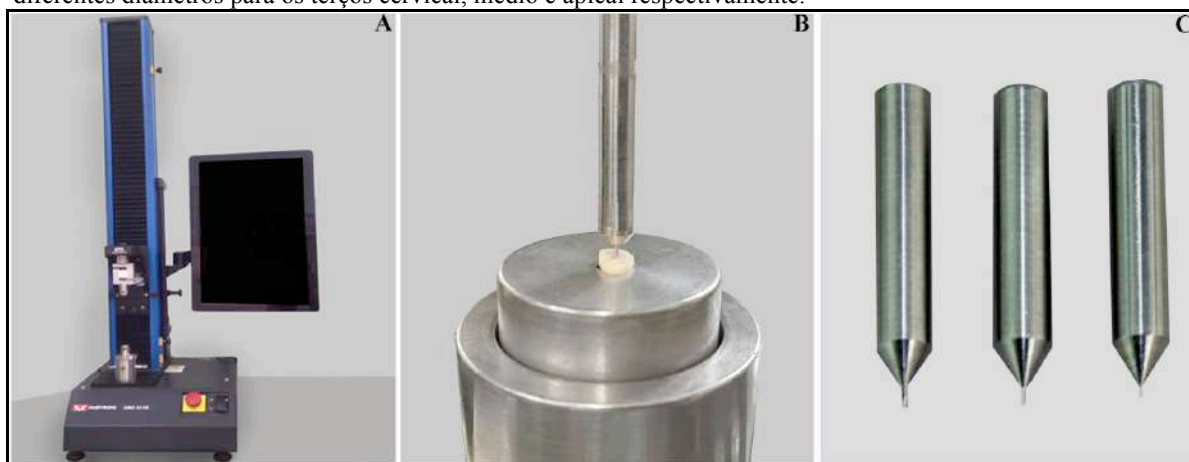


Fonte: autor.

## 9. 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* foi realizado em máquina universal de ensaios Instron-Emic 23-5S (Instron Brasil equipamentos científicos, São José dos Pinhais, PR, Brasil) (Figura 14A) 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 (Figura 14B). 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 14C). 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 14.** A) Máquina universal de ensaios Instron 23-5S 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 ( $\sigma$ ), em megapascal (MPa), empregando-se a fórmula:  $\sigma = F/A$ , onde  $A$  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:

$$\pi = 3,1416$$

$R_e$  = raio equivalente do canal

$R_m$  = raio médio do canal coronário calculado por:  $R_m = (R_c + r_c) / 2$

$r_m$  = raio médio do canal apical calculado por:  $r_m = (R_a + r_a) / 2$

$R_c$  = raio maior do canal coronário

$r_c$  = raio menor do canal coronário

$R_a$  = raio maior do canal apical

$r_a$  = raio menor do canal apical

$h$  = 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.

#### 10. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados do remanescente de material obturador, em porcentagem (microscopia confocal e exame microtomográfico) e da resistência de união (MPa) foram submetidos a testes estatísticos preliminares, com objetivo de verificar a normalidade da distribuição amostral. Após confirmação da homogeneidade (teste de Levene) e normalidade (Shapiro-Wilk), 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).

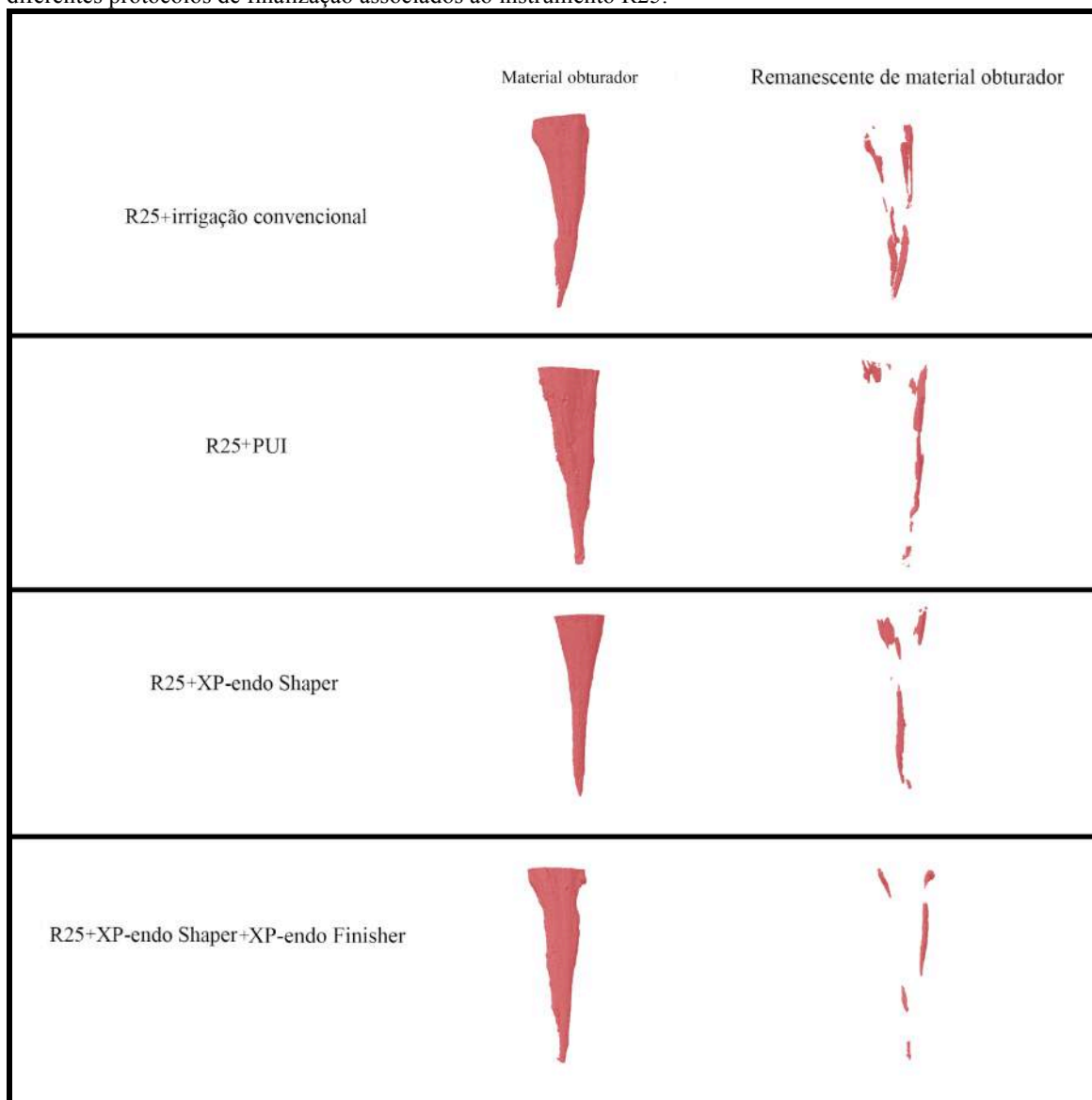
## **4. RESULTADOS**

### *4.1. MICROTOMOGRÁFIA COMPUTADORIZADA*

#### *4.1.1. ANÁLISE QUALITATIVA DO REMANESCENTE DE MATERIAL OBTURADOR*

A análise tridimensional (Figura 15) possibilitou avaliar qualitativamente o remanescente de material obturador após os diferentes protocolos de retratamento endodôntico utilizados no estudo. De maneira geral, nas imagens tridimensionais do grupo R25, independentemente do protocolo de finalização foi observado remanescente de material obturador ao longo do canal radicular. No grupo R25 + irrigação convencional foi observado maior presença de material obturador ao longo das paredes do canal radicular, quando comparado aos demais grupos. Quando o instrumento R25 foi associado tanto a irrigação ultrassônica passiva quanto ao XP-endo Shaper notou-se redução do remanescente de material obturador ao longo do canal radicular. Já no grupo R25 + XP-endo Shaper + XP-endo finisher foi constatada maior redução de remanescente de material obturador em todos os terços radiculares, principalmente, no terço apical.

**Figura 15.** Imagens tridimensionais do material obturador e do remanescente de material obturador após os diferentes protocolos de finalização associados ao instrumento R25.

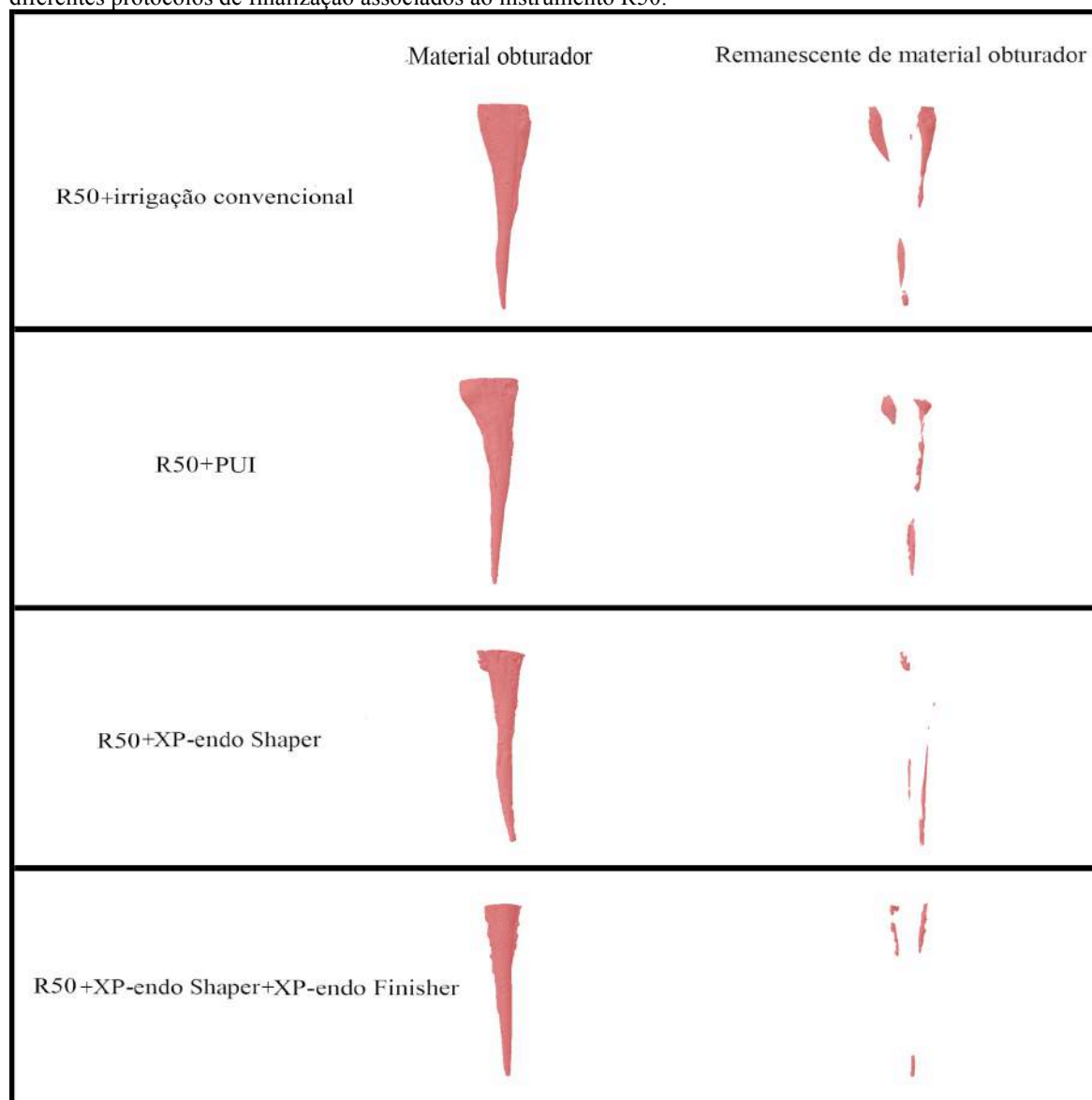


Fonte: autor.

Nas imagens ilustrativas tridimensionais do grupo R50 (Figura 16) verificou-se, de maneira geral, remanescente de material obturador independentemente do protocolo de finalização. Quando o instrumento R50 foi associado à irrigação convencional foi observado maior presença de material obturador ao longo de todo o canal radicular. Já quando associado à irrigação ultrassônica passiva nota-se maior presença de material obturador nos terços cervical e médio quando comparado à associação XP-endo Shaper, na qual foi observado material obturador remanescente em menor evidência nestes terços radiculares. Já no grupo R50 + XP-endo Shaper + XP-endo finisher foi observado menor presença de remanescente de material obturador ao longo do canal radicular, quando comparado às demais associações.



**Figura 16.** Imagens tridimensionais da massa obturadora e do remanescente de material obturador após os diferentes protocolos de finalização associados ao instrumento R50.



Fonte: autor.

#### 4.1.2. ANÁLISE QUANTITATIVA DO REMANESCENTE DE MATERIAL OBTURADOR

Na análise quantitativa por meio da microtomografia computadorizada do remanescente de material obturador no interior canal radicular, ANOVA (Tabela I) verificou haver diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) para o preparo biomecânico, bem como para protocolo de finalização. Foi observado também diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) para a interação entre os dois fatores.

**Tabela I.** Resultados da análise de variância para a comparação entre preparo biomecânico e protocolo de finalização.

Fonte de variação	Soma de Quadr.	G. L.	Quadr. médios	(F)	(p)
<b>Preparo biomecânico</b>	1312,5139	1	1312,5139	452,2105	0,0000
<b>Protocolo de finalização</b>	170,3969	3	56,79890	19,569	0,0000
<b>Prep Biom*protocolo de finalização</b>	80,9876	3	26,9958	9,3011	0,0001
<b>Resíduo</b>	92,8780	32	2,9024		
<b>Total</b>	1656,7765	39			

O teste de Tukey (Tabela II) evidenciou que os maiores valores de remanescente de material obturador na parede do canal radicular foi verificado na interação R25 + irrigação convencional, sendo diferente estatisticamente das demais interações ( $p < 0,05$ ). As interações R25 + PUI, R25 + XP-endo Shaper e R25 + XP-endo Shaper + XP-endo finisher obtiveram valores intermediários e foram estatisticamente semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ). Já nas interações R50 + PUI, R50 + XP-endo Shaper e R50 + XP-endo Shaper + XP-endo finisher propiciaram os menores valores de remanescente de material obturador, sendo estatisticamente semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ) e diferentes ( $p < 0,05$ ) da interação R50 + irrigação convencional.

**Tabela II.** Teste de Tukey: interação entre os fatores preparo biomecânico e protocolo de finalização.

Protocolos de finalização	R25	R50
<b>Irrigação convencional</b>	23,39±2,08 <b>a</b>	10,05±1,06 <b>c</b>
<b>Irrigação ultrassônica passiva</b>	17,26±1,11 <b>b</b>	5,62±2,27 <b>d</b>
<b>XP-endo Shaper</b>	17,46±1,05 <b>b</b>	6,60±1,69 <b>d</b>
<b>XP-endo Shaper + XP-endo finisher</b>	13,90±0,87 <b>b</b>	5,92±2,59 <b>d</b>

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

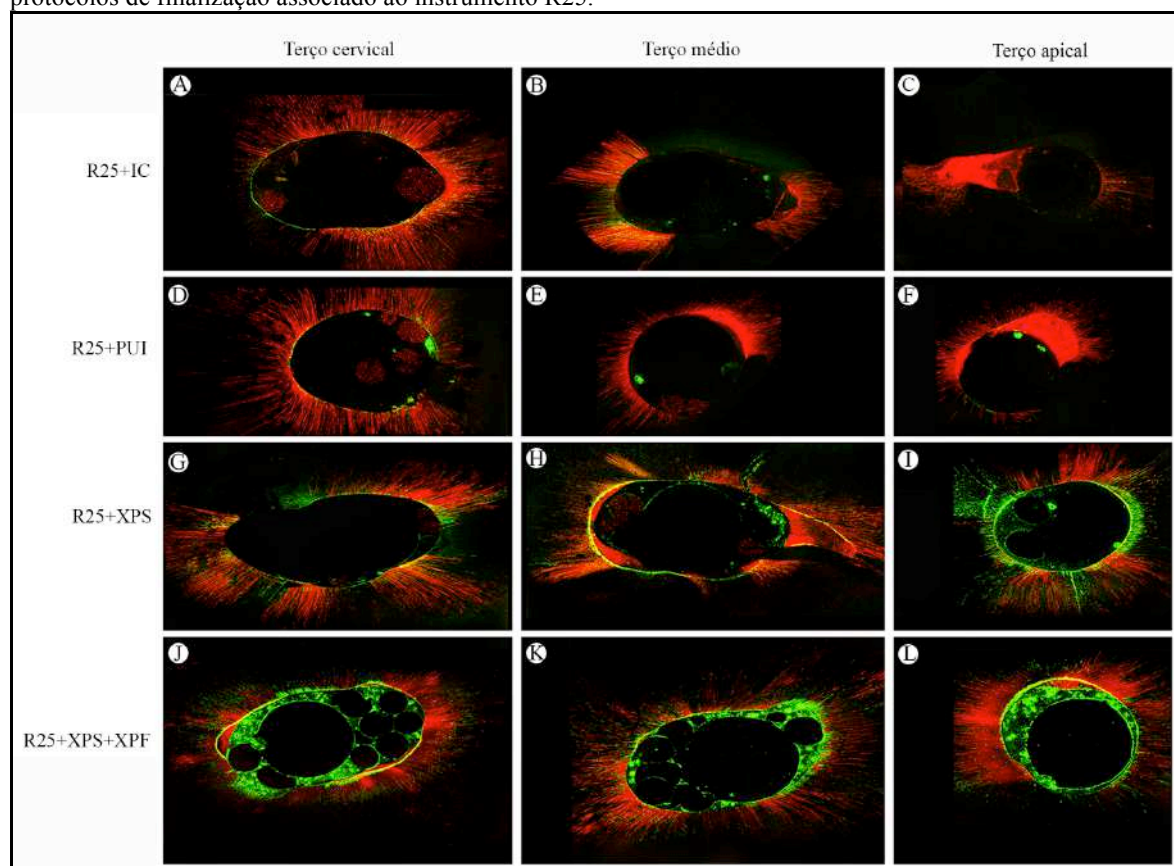
## 4.2. MICROSCOPIA CONFOCAL DE VARREDURA A LASER

### 4.2.1. ANÁLISE QUALITATIVA DO REMANESCENTE DE MATERIAL OBTURADOR

A análise qualitativa das histotomografias, para os grupos nos quais foi utilizado o instrumento R25 (Figura 17), demonstrou remanescente de material obturador ao redor e no interior dos tubulos dentinários após a utilização do instrumento R25 associado aos diferentes protocolos de finalização. Nos grupos em que R25 foi associado à irrigação convencional ou à irrigação ultrassônica passiva foi observado maior presença de *tags* de cimento corados em vermelho, nos três terços radiculares. Observou-se ainda nos terços radiculares médio e apical, a presença de *tags* vermelhos nas áreas polares. Por outro lado, quando foram utilizados os protocolos XP-endo Shaper e XP-endo Shaper + XP-endo finisher notou-se

menor presença de *tags* vermelho no interior dos túbulos dentinários. Nos espécimes do grupo R25 + XP-endo Shaper, nos terços cervical e médio, observaram-se áreas ao redor da parede do canal radicular coradas em amarelo, nas quais podem ser compostas pela presença dos cimentos utilizados na primeira (cor vermelho) e segunda obturação (cor verde), diferentemente das histotomografias do grupo R25 + XP-endo Shaper + XP-endo finisher nas quais foram verificadas áreas em verde em maior evidência.

**Figura 17.** Histotomografias representativas dos terços radiculares (cervical, médio e apical) dos diferentes protocolos de finalização associado ao instrumento R25.



Fonte: autor.

Quando o preparo biomecânico foi realizado com R50 e, este associado aos diferentes protocolos de finalização, na análise das histotomografias (Figura 18) foi observado de maneira geral remanescente de material obturador ao redor e no interior dos túbulos dentinários. Nos espécimes do grupo R50 + irrigação convencional observou-se no terço cervical, presença de remanescente de cimento do tratamento endodôntico no interior dos túbulos dentinários (vermelho), e poucas regiões com penetração de cimento do retratamento endodôntico (verde), diferentemente do terço médio, no qual notou-se menor quantidade de remanescente da primeira obturação e maior penetração de cimento após o retratamento

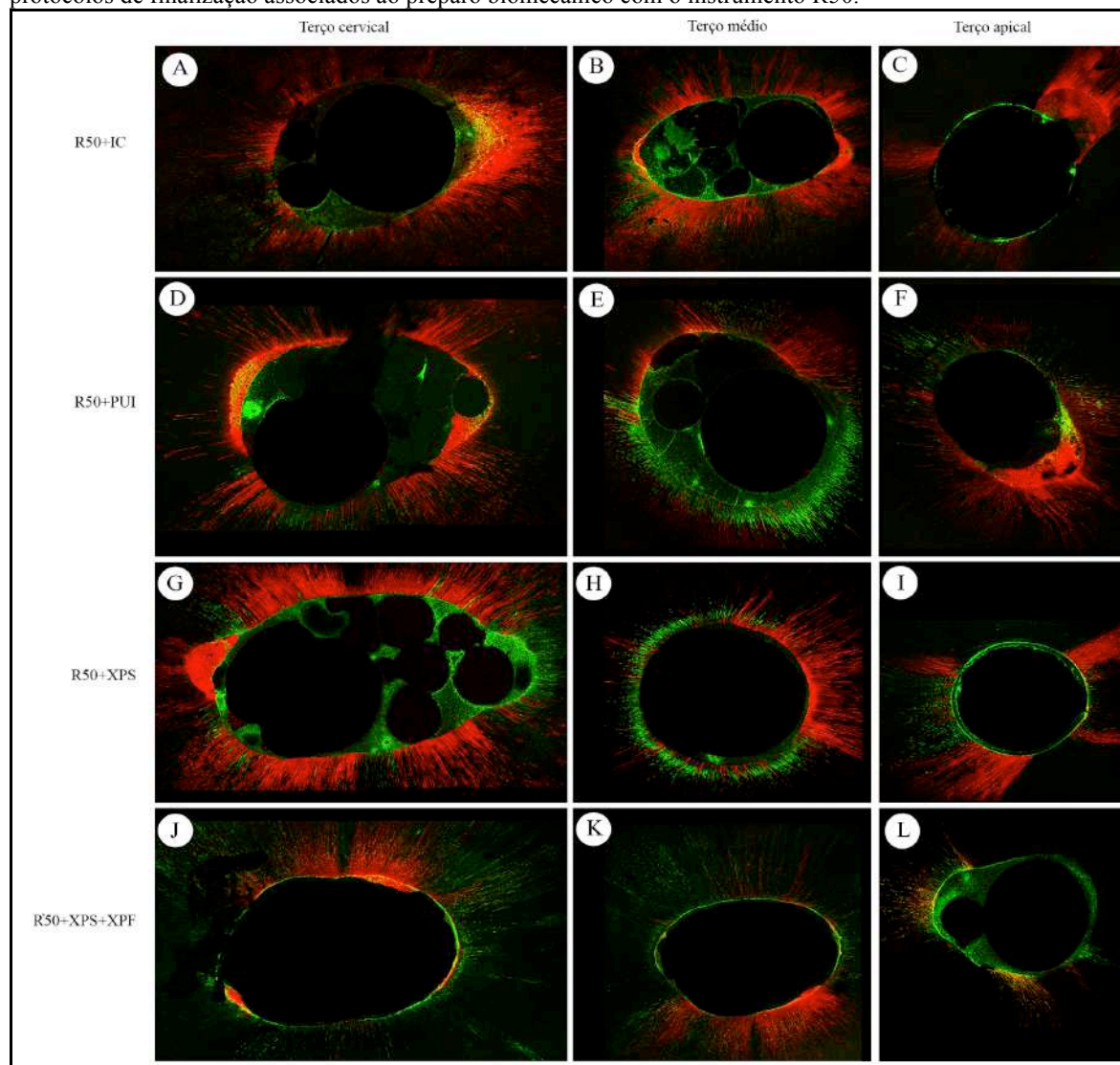
endodôntico. Já no terço apical observa-se na área polar do canal radicular a presença de material obturador (vermelho) aderido à parede do canal radicular e, ainda nota-se no interior dos túbulos dentinários, em menor evidência, penetração do cimento utilizado na segunda obturação.

Nas histotomografias do grupo R50 + PUI, observa-se nos terços cervical e médio, menor quantidade de *tags* do cimento, utilizado no tratamento endodôntico, (vermelho) no interior dos túbulos dentinários e maior presença de *tags* corados em verde do cimento utilizado no retratamento endodôntico. No terço apical observou-se menor presença de *tags* do AH Plus (vermelho), utilizado na primeira obturação, e maior evidência de *tags* do cimento corados em verde (segunda obturação) no interior dos túbulos dentinários quando comparados ao terço apical do grupo R50 + irrigação convencional.

No grupo do R50 + XP-endo finisher foi observado a presença do cimento corado em vermelho, utilizado na primeira obturação e em maior evidência *tags*, em verde, do cimento AH Plus utilizado na segunda obturação nos terços cervical e médio. No terço apical verificou-se maior presença do cimento AH Plus corado em vermelho (primeira obturação) e escassos *tags* corados em verde da segunda obturação.

Nos espécimes do grupo R50 + XP-endo Shaper + XP-endo finisher foi observado nos terços cervical, médio e apical em maior evidência *tags* corados na cor verde do cimento utilizado na segunda obturação e menor presença de *tags* do cimento em vermelho pertinente à primeira obturação.

**Figura 18.** Histotomografias representativas dos terços radiculares (cervical, médio e apical) dos diferentes protocolos de finalização associados ao preparo biomecânico com o instrumento R50.



Fonte: autor.

## 4. 2. MICROSCOPIA CONFOCAL DE VARREDURA A LASER

### 4.2.1. ANÁLISE QUANTITATIVA DO REMANESCENTE DE MATERIAL OBTURADOR

Na análise quantitativa, por meio de microscopia confocal de varredura a laser, do remanescente de material obturador no interior dos túbulos dentinários, a Análise de Variância (ANOVA) (Tabela III) a 3 critérios verificou haver diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre o preparo biomecânico e protocolo de finalização. Como também na interação ( $p < 0,05$ ) entre os fatores preparo biomecânico/ terço radicular e preparo biomecânico/ protocolo de finalização. No entanto, não foi observado diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) para o terço radicular, na interação protocolo de finalização/ terço radicular e entre os três fatores de variação.

**Tabela III.** Análise de variância para a comparação entre preparo biomecânico, protocolo de finalização e terço radicular no remanescente de material obturador.

Fonte de variação	Soma de Quadr.	G. L.	Quadr. médios	(F)	(p)
Preparo biomecânico	9307,238	1	9307,238	72,684	0,000
Protocolo de finalização	6427,170	3	2142,390	16,731	0,000
Terço radicular	1847,300	2	923,650	7,213	0,701
protocolo de finalização*Terço radicular	1272,312	6	212,052	1,656	0,140
Preparo biomecânico*terço radicular	1781,353	2	890,676	6,956	0,002
Preparo biomecânico*Protocolo de finalização	1773,175	3	591,058	4,616	0,005
Prep biomec*protocolo de finalização* Terço radicular	2265,551	6	377,592	2,949	0,511
Resíduo	12292,900	96	128,051		
Total	510790,654	120			
Variação Total	36966,999	119			

O teste de Tukey (Tabela IV) revelou que os maiores valores de remanescente de material obturador no interior dos túbulos dentinários foram obtidos nas interações R25/ terço cervical e R25/ terço médio, sendo estatisticamente semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ) e diferentes das demais interações ( $p < 0,05$ ). A interação R25/ terço apical teve comportamento estatisticamente semelhante ( $p > 0,05$ ) aos terços radiculares do grupo R50. Os menores valores médios foram evidenciados nas interações R50/ terço cervical, R50/ terço médio e R50/ terço apical, sendo estes estatisticamente semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ).

**Tabela IV.** Teste de Tukey. Valores de remanescente de material obturador (%) em função dos terços radiculares e preparo biomecânico.

Terço radicular	R25	R50
Cervical	78,18±15,99 <b>a</b>	53,77±12,90 <b>b</b>
Médio	76,03±15,33 <b>a</b>	54,43±13,17 <b>b</b>
Apical	60,72±18,47 <b>b</b>	53,89±9,63 <b>b</b>

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

Em relação a interação dos fatores preparo biomecânico e protocolos de finalização, o teste de Tukey (Tabela V) demonstrou que as interações R25 + irrigação convencional, R25 + PUI e R25 + XP-endo Shaper propiciaram os maiores valores percentuais de remanescente de material obturador no interior dos tubulos dentinários, sendo estatisticamente semelhantes entre si e diferentes das demais interações ( $p < 0,05$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre as interações que utilizaram o instrumento Reciproc R50.

**Tabela V.** Teste de Tukey. Valores de remanescente de material obturador (%) em função do preparo biomecânico e protocolo de finalização.

Protocolos de finalização	R25	R50
Irrigação convencional	80,48±7,41 <b>b</b>	66,48±9,89 <b>a</b>
Irrigação ultrassônica passiva	77,35±9,99 <b>b</b>	46,76±3,42 <b>a</b>
XP-endo Shaper	70,65±13,32 <b>b</b>	55,33±7,41 <b>a</b>
XP-endo Shaper + XP-endo finisher	58,10±12,16 <b>a</b>	47,55±7,65 <b>a</b>

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

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

A Análise de Variância (ANOVA) (Tabela VI) a três critérios demonstrou haver diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre preparo biomecânico, protocolo de finalização e terço radicular. Foi também observado interação ( $p < 0,05$ ) entre os fatores preparo biomecânico/ terço radicular e preparo biomecânico/ protocolo de finalização. ANOVA não evidenciou interação entre os três fatores ( $p > 0,05$ ).

**Tabela VI.** Análise de variância para a comparação entre preparo biomecânico, protocolo de finalização e terço radicular no remanescente de material obturador.

Fonte de variação	Soma de Quadr.	G. L.	Quadr. médios	(F)	(p)
Preparo biomecânico	23,607	1	23,607	145,755	0,000
Protocolo de finalização	10,843	3	3,614	22,317	0,000
Terço radicular	3,735	2	1,867	11,530	0,000
Protocolo de finalização*terço radicular	0,559	6	0,093	0,575	0,750
Prep biomec*terço radicular	1,224	2	0,612	3,780	0,024
Prep biomec*protocolo de finalização	1,581	3	0,527	3,253	0,023
Prep biomec*protocolo de finalização* terço radicular	0,665	6	0,111	0,684	0,663
Resíduo	34,983	216	0,162		
Total	1222,268	240			
Varição Total	77,197	239			

O teste de Tukey (Tabela VII) evidenciou que os maiores valores de resistência de união foram obtidos na interação R50/ terço cervical e R50/ terço médio, sendo estatisticamente semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ) e diferentes ( $p < 0,05$ ) das demais interações. R50/ terço apical obteve valores intermediários e foi diferente estatisticamente ( $p < 0,05$ ) da R25/ terço cervical e R25/ terço apical. A interação R25/ terço médio obteve valores intermediários, sendo estatisticamente semelhante ( $p > 0,05$ ) às interações R25/ terço cervical e R25/ terço apical.

**Tabela VII.** Teste de Tukey. Valores médios e desvio padrão (MPa) da resistência de união na interação entre os preparo biomecânico e terço radicular.

<b>Terço radicular</b>	<b>R25</b>	<b>R50</b>
<b>Cervical</b>	1,88±0,44 <b>c</b>	2,66±0,46 <b>a</b>
<b>Médio</b>	1,94±0,58 <b>b, c</b>	2,61±0,48 <b>a</b>
<b>Apical</b>	1,79±0,39 <b>c</b>	2,22±0,36 <b>b</b>

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

Para os fatores preparo biomecânico e protocolo de finalização, o teste de Tukey (Tabela VIII) demonstrou que o instrumento R50 associado à irrigação ultrassônica passiva, XP-endo Shaper ou XP-endo Shaper + XP-endo finisher propiciaram os maiores valores de resistência de união do material obturador à dentina radicular, sendo estatisticamente semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ) e diferentes ( $p < 0,05$ ) das interações R25 + XP-endo Shaper + XP-endo finisher e R50 + irrigação convencional que foram semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ). R25 + irrigação convencional e R25 + PUI propiciaram os menores valores de resistência de união do material obturador à dentina radicular e foram semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ).

**Tabela VIII.** Teste de Tukey: Valores médios e desvio padrão (MPa) da resistência de união na interação preparo biomecânico e protocolo de finalização.

<b>Protocolos de finalização</b>	<b>R25</b>	<b>R50</b>
<b>Irrigação convencional</b>	1,51±0,42 <b>d</b>	2,18±0,42 <b>b</b>
<b>Irrigação ultrassônica passiva</b>	1,79±0,42 <b>d</b>	2,62±0,44 <b>a</b>
<b>XP-endo Shaper</b>	1,95±0,38 <b>c</b>	2,58±0,45 <b>a</b>
<b>XP-endo Shaper + XP-endo finisher</b>	2,23±0,37 <b>b</b>	2,62±0,46 <b>a</b>

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

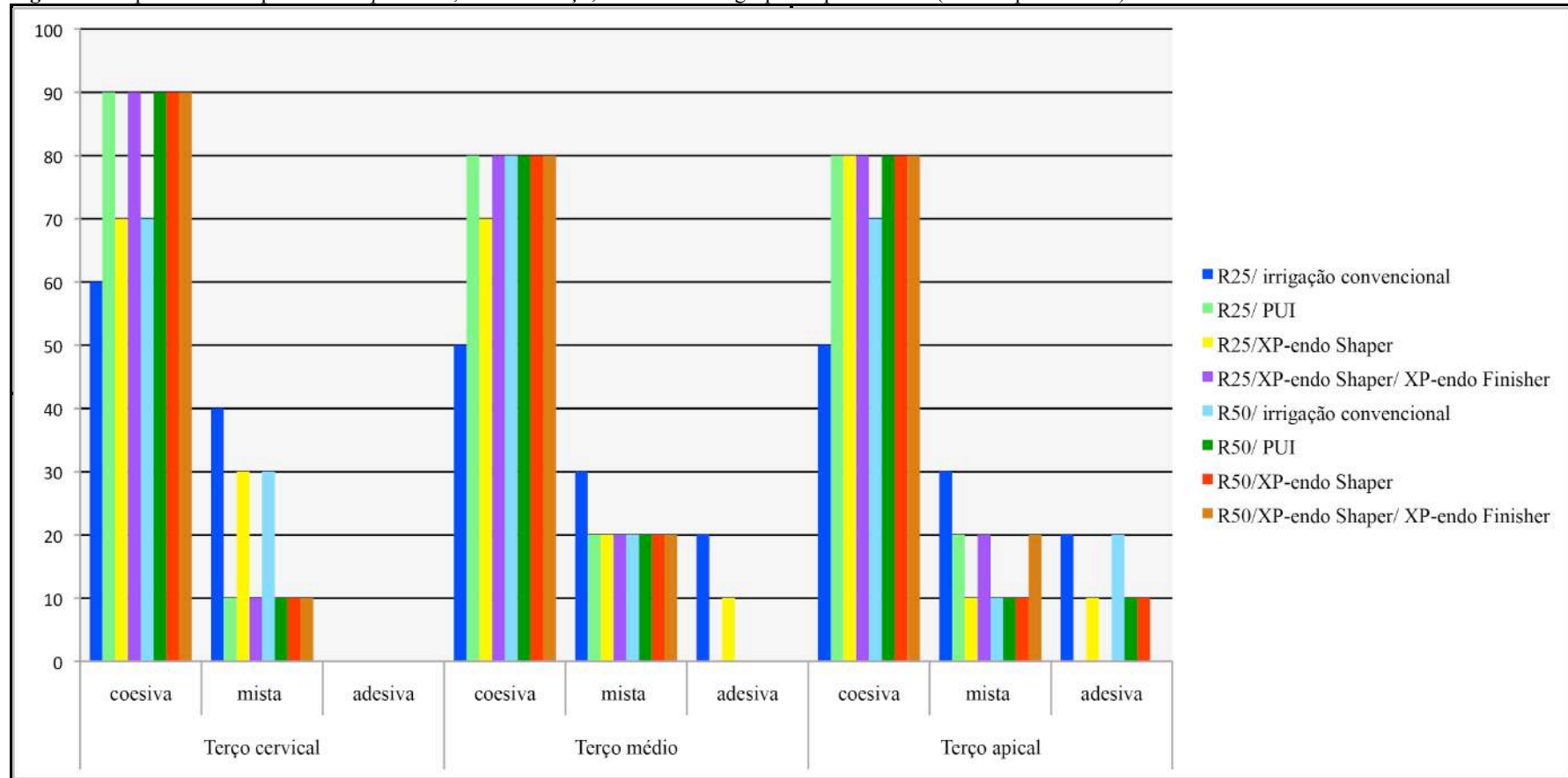
#### 4. 4. 1. ANÁLISE DO TIPO DE FALHA

A análise do tipo de falha ocorrida após o teste de *push-out* (Figura 19) demonstrou que independentemente do preparo biomecânico e dos protocolos de finalização foram observadas predomínio de falhas do tipo coesiva nos três terços radiculares. No entanto no terço cervical foram observadas maiores valores percentuais de falhas do tipo mista para os grupos R25 + irrigação convencional, R25 + XP-endo Shaper e R50 + irrigação convencional quando comparados aos demais grupos. No terço médio foram observadas em todos os grupos predomínio de falhas do tipo coesiva, entretanto falhas do tipo adesiva foram observadas nos espécimes dos grupos R25 + irrigação convencional e R25 + XP-endo Shaper. No terço apical foi observado predomínio de falhas do tipo coesiva em todos os grupos experimentais. No entanto falhas do tipo adesiva foram verificadas nos espécimes



dos grupos R25 + irrigação convencional, R50 + irrigação convencional, R50 + irrigação ultrassônica passiva e R50 + XP-endo Shaper.

**Figura 19.** Tipos de falha após teste de *push-out*, em cada terço, nos diferentes grupos experimentais (valores percentuais).



Fonte: autor.

## 5. DISCUSSÃO

A modelagem do sistema de canais radiculares é uma importante etapa tanto no tratamento como no retratamento endodôntico, o qual, este último visa a completa remoção do material obturador, de tecido pulpar remanescente, microrganismos e dentina infectada, por meio da ação mecânica dos instrumentos endodônticos, da ação química de soluções auxiliares e física dos protocolos complementares de irrigação (RACHED-JUNIOR et al., 2014; DE-DEUS et al., 2019). Entretanto a morfologia interna do sistema de canais radiculares pode dificultar esses objetivos, principalmente em canais radiculares ovais, que possuem como desafios as áreas polares (KELEŞ et al., 2014; BRASIL et al., 2017; KYAW-MOE et al., 2018; DE-DEUS et al., 2019). Desta maneira a busca por instrumentos ou sistemas eficazes na promoção da máxima remoção do material obturador existente no interior do canal radicular é de suma importância pois além de abrigar restos de tecidos necróticos (SÓ et al., 2008), pode alterar as propriedades físico-químicas do cimento e interferir na penetração e resistência de união à dentina (RACHED-JUNIOR et al., 2014).

No presente estudo avaliou-se a eficácia de diferentes protocolos de modelagem e de instrumentos finalizadores na remoção do material obturador. E ainda avaliou-se o impacto do remanescente de material obturador na penetração e resistência de união do cimento AH Plus à dentina radicular.

Para melhor entendimento dos resultados obtidos, alguns aspectos relacionados a metodologia empregada neste estudo merecem ser destacados. Para realização deste estudo foram selecionados, por meio de microtomografia computadorizada, pré molares inferiores com canais radiculares ovais, os quais contém áreas polares que dificultam o toque do instrumento durante o preparo biomecânico (WU et al., 2001, WU et al., 2003, RECHENBERG; PAQUÉ, 2013) e conseqüentemente pode favorecer a presença de remanescente de material obturador.

Outro aspecto metodológico diz respeito à utilização do sistema XP-endo durante os protocolos de remoção do material obturador. Devido esse sistema de instrumentação requerer temperatura superior a 30<sup>0</sup>C para aumentarem a amplitude de suas partes ativas e, assim, favorecerem o toque nas paredes do canal radicular (TROPE; DEBELIAN, 2015; ELNAGHY; ELSAKA, 2018), no presente estudo em todos os grupos experimentais, os espécimes foram imersos em água destilada e deionizada a 37<sup>0</sup> C para simular a temperatura corporal e impor as mesmas condições metodológicas para todos os grupos, não sendo um

fator de variação. Esse detalhe metodológico difere-se de outros estudos, os quais preconizaram diferentes protocolos para utilização do sistema XP-endo, tais como: aquecimento somente das soluções irrigadoras (ALVES et al., 2016), imersão dos espécimes em água aquecida e das soluções irrigadoras (AZIM et al., 2017; HAMDAN et al., 2017; LACERDA et al., 2017; ELNAGHY; ELSAKA, 2018), ou então, utilizaram somente os instrumentos durante o preparo biomecânico, sem aquecer as soluções irrigadoras e/ou sem imersão dos espécimes em água aquecida (BAO et al., 2017; LEONI et al., 2017).

Considerando a escolha do cimento obturador AH Plus e sua manipulação acrescida dos fluorescentes rodamina B, no tratamento endodôntico, e a fluoresceína no retratamento endodôntico, bem como a técnica obturadora da condensação lateral utilizada no presente estudo, estes aspectos merecem ser destacados. Em relação ao AH Plus, este é um cimento à base de resina epóxica, que tem demonstrado em estudos prévios satisfatórias propriedades físico químicas como escoamento (VERSIANI et al., 2006; MARIN-BAUZA et al., 2010; FLORES et al., 2011), baixa solubilidade, capacidade de penetração no interior dos túbulos dentinários (CHANDRA et al., 2012; MACEDO et al., 2017), resistência de união à dentina (CARNEIRO et al., 2012; MACEDO et al., 2017), sendo atualmente considerado padrão ouro pela literatura. Em relação a técnica obturadora da condensação lateral, esta foi preconizada neste estudo por apresentar maior penetração e resistência de união quando comparada a técnica do cone único e as técnicas termoplastificadas (CARNEIRO et al., 2012; RACHED-JUNIOR et al., 2016; MACEDO et al., 2017).

O AH Plus, no presente estudo foi manipulado primeiramente com o fluorescente rodamina B a 0,1% e, posteriormente ao fluorescente fluoresceína a 0,1% utilizados como marcadores quali quantitativos da penetração do material obturador no interior dos túbulos dentinários (ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009; MARCIANO et al., 2010; RACHED-JUNIOR et al., 2014; MACEDO et al., 2017). A adição dos fluorescentes na massa do AH Plus 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 sua capacidade de penetração no interior dos túbulos dentinários na presença ou não do remanescente da primeira obturação, 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 esses marcadores supra citados possuem baixa afinidade com íons cálcio presente em alguns cimentos endodônticos (JEONG et al., 2017), e devido a esta característica puderam ser acrescidos à massa do cimento AH Plus, que contém tungstato de cálcio (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). Desta forma tanto a rodamina B quanto a fluoresceína interagiram exclusivamente 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., 2009; MARCIANO et al., 2010; CASTRO et al., 2018). Já a microtomografia computadorizada possibilita análise tridimensional do remanescente de material obturador no interior do canal radicular (ROGGENDORF et al., 2010; RÖDIG et al., 2012; MONGUILHOTT CROZETA et al., 2016; PALHAIS et al., 2017; AKSEL et al., 2019; DE-DEUS et al., 2019), sendo uma metodologia que possibilita, também, reutilização do corpo de prova em outra análise experimental (RACHED-JUNIOR et al., 2014; MACEDO et al., 2017).

Assim, no presente estudo, os espécimes escaneados em microtomografia computadorizada, foram analisados em microscopia confocal de varredura a laser e, posteriormente submetidos à avaliação da resistência de união à dentina radicular por meio do teste de *push-out* e, desta forma, possibilitou aprofundar o entendimento do comportamento do cimento à base de resina epóxica após diferentes protocolos de retratamento endodôntico.

A análise qualiquantitativa das imagens da microscopia confocal de varredura, bem como da microtomografia computadorizada, no presente estudo demonstraram maior remanescente de AH Plus na parede do canal radicular quando os protocolos de remoção R25 + irrigação convencional, R25 + PUI e R25 + XP-endo Shaper foram utilizados. Isso pode ser explicado devido a falta de alargamento promovido pelo instrumento R25, e conseqüentemente tenha dificultado a movimentação hidráulica da solução irrigadora no interior do canal radicular, diferentemente do ocorrido nos espécimes em que foi realizado o alargamento do canal radicular com o instrumento R50. Entretanto, a interação R25 + XP-endo Shaper + XP-endo finisher obteve valores de remanescente de material obturador

estatisticamente semelhante às interações as quais tiveram o canal radicular alargado até o instrumento Reciproc R50. Especula-se que o protocolo XP-endo Shaper + XP-endo finisher, especialmente quando associado ao preparo biomecânico com o instrumento R25, tenha se comportado dessa maneira, devido sua secção transversal com seis arestas de corte e núcleo, capacidade de contração e expansão promovido por sua liga especial de NiTi Max Wire, que quando em contato com a temperatura corporal, adapta-se as paredes internas do canal radicular, favorecendo o preparo do canal radicular e desta forma sua conicidade que é  $.01$  atinge pelo menos  $.04$  quando o instrumento se expande no interior do canal radicular (AKSEL et al., 2019; WEBBER et al., 2020), propiciando o arraste do material obturador da parede do canal radicular, criando espaço para o movimento hidráulico e turbilhonamento da solução no interior do canal radicular (AZIM et al., 2017), 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 R25 não foi capaz de deslocar, devido provavelmente ao achatamento do canal radicular. Diferentemente do que ocorreu quando o preparo biomecânico foi realizado com o instrumento R50, neste sentido especula-se que os instrumentos do sistema XP-endo, devido ao maior alargamento, não tenha exercido tanta pressão contra as paredes, ou seja, a remoção do material obturador foi realizada pelo alargamento promovido pelo instrumento R50.

Entretanto quando a irrigação ultrassônica passiva e o sistema XP-endo foram associados ao alargamento com o instrumento R50, foram obtidos menor remanescente de material obturador quando comparado à associação com a irrigação convencional. Isso pode ser explicado devido a agitação mecânica das soluções irrigadoras promovida tanto pelo PUI quanto pelo sistema XP-endo. 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), que no presente estudo traduziu-se em menor remanescente de material obturador e maior resistência de união à dentina radicular.

Entretanto DE-DEUS et al. (2019) compararam o instrumento XP-endo finisher R e a irrigação ultrassônica passiva e reportaram que o instrumento XP-endo finisher R foi mais eficaz 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), no qual preconizaram a técnica do cone único que segundo MACEDO et al. (2017) apresenta menor resistência de união à dentina quando comparada à técnica da condensação lateral e, ainda, não simularam a temperatura corporal para a utilização do instrumento XP-endo no retratamento endodôntico. 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 em sua totalidade o cimento AH Plus aderido à dentina radicular.

O remanescente de material obturador no interior do canal radicular e a técnica obturadora podem interferir na penetração e resistência de união do material obturador à dentina. Em relação à resistência de união à dentina radicular do cimento AH Plus, após o retratamento endodôntico, no presente estudo, R25 + XP-endo Shaper + XP-endo finisher propiciou valores semelhantes aos grupos em que foi preconizado o alargamento com instrumento R50, provavelmente devido à ação dos instrumentos XP-endo à parede do canal radicular, ou seja quanto menor a distância entre as paredes maior a pressão dos instrumentos contra as paredes e maior também a remoção do material obturador, como discutido anteriormente. Outro fator que possa ter contribuído diz respeito a técnica obturadora da condensação lateral utilizada, também, no retratamento endodôntico. 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 interação do cimento à dentina radicular,

conforme observado nas histotomografias da microscopia confocal de varredura a laser do presente estudo.

A agitação da solução irrigadora promovida tanto pelo sistema XP-endo quanto pela irrigação ultrassônica passiva, favoreceu a resistência de união do cimento AH Plus à dentina radicular para os grupos em que foi preconizado o instrumento R50 no preparo biomecânico. Ou seja, o alargamento possibilitou maior volume de solução irrigadora durante o preparo biomecânico, propiciando maior intensidade do movimento hidráulico das solução irrigadora e, conseqüentemente maior arraste de material obturador do interior do canal radicular, que no presente estudo traduziu-se em maior resistência de união do cimento à dentina. Vale destacar que diferentemente de RACHED-JUNIOR et al. (2014), neste estudo foi utilizado cimento obturador de mesma base química, e mesmo assim, o remanescente de material obturador interferiu negativamente na resistência de união à dentina. Especula-se que a mimetização do envelhecimento do material obturador por termociclagem possa ter degradado a base do cimento e, conseqüentemente, interferido na sua interação química ao cimento da segunda obturação.

A análise do tipo de falhas ocorridas após o teste de *push-out*, reforçam a idéia da importância de agitar a solução irrigadora, bem como da necessidade do alargamento do canal radicular e da interação dos cimentos utilizados tanto tratamento quanto no retratamento endodôntico. Nesse sentido na análise do tipo de falhas foi observado maior porcentagem de falhas coesivas quando a solução irrigadora foi agitada por meio dos protocolos finalizadores, nos remetendo a idéia da interação à dentina e ou afinidade química do cimento utilizado no presente estudo.

Tendo em vista os resultados obtidos e relatos na literatura em que tanto a irrigação ultrassônica passiva quanto a agitação das soluções irrigadoras por meio do sistema XP-endo ainda não removem completamente o material obturador do interior do canal radicular, 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. As análises em microCT e microscopia confocal de varredura a laser evidenciaram remanescente de material obturador ao longo do canal radicular oval independentemente do preparo biomecânico e protocolos de finalização.
2. O preparo biomecânico com o instrumento R25 removeu menor porcentagem de material obturador e interferiu na ação dos instrumentos do sistema XP-endo.
3. O preparo biomecânico com o instrumento R50 associado aos protocolos finalizadores PUI e XP-endo favoreceram a resistência de união do material obturador à dentina radicular, após o retratamento endodôntico.

## 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.
- 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.
- ALAKABANI, T. F.; FAUS-LLÁCER, V.; FAUS-MATOSSES, V. Evaluation of the time required to perform three retreatment techniques with dental microscope and ultrasonic activation for removing filling material from the oval root canal. **J. Clin. Exp. Dent.**, v. 10, n. 8, p. 810e-814e, 2018.
- 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. 1114-1119, 2016.
- 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.
- AZIM, A. A.; WANG, H. H.; TARROSH, M.; AZIM, K. A.; PIASECKI, L. Comparison between Single-file Rotary Systems: Part 1-Efficiency, Effectiveness, and Adverse Effects in Endodontic Retreatment. **J. Endod.**, v. 44, n. 11, p. 1720-1724, 2018.
- BAO, P.; SHEN, Y.; LIN, J.; HAAPASALO, M. In vitro efficacy of xp-endo finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. **J. Endod.**, v. 43, n. 2, p. 321-325, 2017.
- BERNARDES, R. A.; DUARTE, M. A. H.; VIVAN, R. R.; ALCALDE, M. P.; VASCONCELOS, B. C.; BRAMANTE, C. M. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. **Int. Endod. J.**, v. 49, n. 9, p. 890-897, 2016.
- BETTI, L. V.; BRAMANTE, C. M.; DE MORAES, I. G.; BERNARDINELLI, 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.

CAMPELLO, A. F.; ALMEIDA, B. M.; FRANZONI, M. A.; ALVES, F. R. F.; MARCELIANO-ALVES, M. F.; RÔÇAS, I. N.; SIQUEIRA, J. F. JR.; PROVENZANO, J. C. Influence of solvent and a supplementary step with a finishing instrument on filling material removal from canals connected by an isthmus. **Int. Endod. J.**, v. 52, n. 5, p. 716-724, 2019.

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.

CASTRO, R. F.; MELO, J. D. S. S.; DIAS, L. C. L.; SILVA, E. J. N. L.; BRANDÃO, J. M. D. S. Evaluation of the efficacy of filling material removal and re-filling after different retreatment procedures. **Braz. Oral Res.**, v. 32, n. 6, p. 1-7, 2018.

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.

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.

- ELNAGHY, A.; ELSAKA, S. Cyclic fatigue resistance of XP-endo Shaper compared with different nickel-titanium alloy instruments. **Clin. Oral Investig.**, v. 22, n. 3, p. 1433-1437, 2018.
- 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.
- 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.
- GENERALI, L.; PUDDU, P.; BORGHI, A.; BRANCOLINI, S.; LUSVARGHI, L.; BOLELLI, G.; CONSOLO, U.; PEDULLÀ, E. Mechanical properties and metallurgical features of new and ex vivo used Reciproc Blue and Reciproc. **Int. Endod. J.**, v. 53, n. 2, p. 250-264, 2020.
- 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.
- 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.
- 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. 855-860, 2017.
- 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.
- 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.

KELEŞ, A.; ŞİMŞEK, N.; ALÇIN, H.; AHMETOĞLU, F.; YOĞLU, 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.

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.

LACERDA, M. F. L. S.; MARCELIANO-ALVES, M. F.; PÉREZ, A. R.; PROVENZANO, J. C.; NEVES, M. A. S.; PIRES, F. R.; GONÇALVES, L. S.; RÔÇAS, I. N.; SIQUEIRA JR, J. F. Cleaning and Shaping Oval Canals with 3 Instrumentation Systems: A Correlative Micro-computed Tomographic and Histologic Study. **J. Endod.**, v. 43, n. 11, p. 1878-1884, 2017.

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.; 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. S.; GONZÁLEZ-RODRIGUEZ, 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.

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.

PALHAIS, M.; SOUSA-NETO, M. D.; RACHED-JUNIOR, F. J.; AMARAL, M. C.; ALFREDO, E.; MIRANDA, C. E.; SILVA-SOUSA, Y. T. Influence of solvents on the bond strength of resin sealer to intraradicular dentin after retreatment. **Braz. Oral Res.**, v. 31, n. 1, p. 26-31, 2017.

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.

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, p. 1-6, 2016.

RAJ, P. K. T.; MUDRAKOLA, D. P.; BABY, D.; GOVINDANKUTTY, R. K.; DAVIS, D.; SASIKUMAR, T. P.; EALLA, K. K. R. Evaluation of Effectiveness of Two Different Endodontic Retreatment Systems in Removal of Gutta-percha: An in vitro Study. **J. Contemp. Dent. Pract.**, v. 19, n. 6, p. 726-731, 2018.

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.

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.

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.

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.

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.

TROPE, M.; DEBELIAN, G. XP-3D Finisher file-the next step in restorative endodontics. **Endod. Pract.**, v. 8, p. 22-24, 2015.

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.

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.

VAZ-GARCIA, E. S.; VIEIRA, V. T. L.; PETITET, N. P. D. S. F.; MOREIRA, E. J. L.; LOPES, H. P.; ELIAS, C. N., SILVA, E. J. N. L.; ANTUNES, H. D. S. Mechanical Properties of Anatomic Finishing Files: XP-Endo Finisher and XP-Clean. **Braz. Dent J.**, v. 29, n. 2, p. 208-213, 2018.

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.; PÉCOR, 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.; PÉCOR, 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.

WEBBER, M.; PIASECKI, L.; JUSSIANI, E. I.; ANDRELLO, A. C.; DOS REIS, P. J.; AZIM, K. A.; AZIM, A. A. Higher Speed and No Glide Path: A New Protocol to Increase the Efficiency of XP Shaper in Curved Canals-An In Vitro Study. **J. Endod.**, v. 46, n. 1, p. 103-109, 2020.



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.