

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

LORENA DE MELLO ALCÂNTARA GARRIDO

**Análise de protocolos de desobturação de canais radiculares
para colocação de pino**

BAURU

2021

LORENA DE MELLO ALCÂNTARA GARRIDO

**Análise de protocolos de desobturação de canais radiculares
para colocação de pino**

Tese constituída por artigo apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciências no Programa de Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Clovis Monteiro Bramante

Versão Corrigida

BAURU

2021

Garrido, Lorena de Mello Alcântara

Análise de protocolos de desobturação de canais radiculares para colocação de pino / Lorena de Mello Alcântara Garrido -- Bauru, 2021.

89p. : il. ; 31 cm.

Tese (Doutorado) -- Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Clovis Monteiro Bramante

Nota: A versão original desta dissertação/tese encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Comitê de Ética da FOB-USP
Protocolo nº: 94430318.0.0000.5417
Data: 13/09/2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

DEDICATORIA

Ao Nosso Pai Misericordioso...

Aos meus pais,

Luiz Carlos de Souza Alcântara e Raimunda Fátima de Mello Alcântara

Ao meu marido Pedro Souza Garrido

Aos meus filhos, Bibiana Alcântara Garrido e João Alcântara Garrido ...

... por terem me dado tudo que eu precisava para estar aqui hoje!

AGRADECIMENTOS

Meu agradecimento ao Programa de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo (FOB USP); à Agência Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao Programa de Excelência Acadêmica (PROEX) pelo apoio recebido no processo de Doutorado nº 88882.182739/2018-01.

A todos os professores, funcionários e pós-graduandos do Departamento de Endodontia da FOBUSP que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Clovis Monteiro Bramante pelos ensinamentos durante minha trajetória no curso.

A todos, o meu eterno MUITO OBRIGADA!

RESUMO

Análise de protocolos de desobturação de canais radiculares para colocação de pino.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar protocolos de limpeza de material obturador no espaço preparado para pino do canal radicular, a quantidade de desgaste da dentina radicular e a resistência de união e tipo de fratura predominante em incisivos centrais superiores. O artigo I avaliou-se a limpeza das paredes do canal radicular após diferentes protocolos de remoção de obturação para preparo para pino e preservação de estrutura remanescente; e, no artigo II avaliou-se a resistência de união por meio do teste *push out* e o tipo de falha predominante em dentes com tratamento endodôntico e reabilitados com pino de fibra de vidro. No artigo I, os grupos foram distribuídos de acordo com os instrumentos e protocolos utilizados na remoção do material obturador realizado com guta-percha e cimento Sealer 26 pela técnica de condensação lateral: brocas de Gates Glidden e broca de Largo, inserto para ultrassom Clearsonic, inserto Clearsonic + instrumento Easy Clean e Insertos Clearsonic + Irrisonic. Como solução irrigadora foram utilizados o hipoclorito de sódio a 1%, água deionizada e EDTA a 17%, porém, o protocolo de irrigação final foi diferente para os grupos. A avaliação foi realizada em Micro CT e Microscopia eletrônica de Varredura. No artigo II, foi avaliada a resistência de união por meio do teste *push out* e o tipo de falha predominante observada por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) com aumento de 25x e por meio do Estereomicroscópio. Os resultados do artigo I – o grupo Clearsonic demonstrou melhor desempenho em preparos para pino promovendo paredes mais limpas. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos quanto ao desgaste de dentina radicular remanescente. No artigo II, os melhores resultados foram para o grupo do inserto Clearsonic, apresentando maiores valores de resistência de união. O tipo de falha predominante para os dois grupos foi a adesiva na interface entre o cimento e a dentina. Conclusão: os dois artigos mostraram que o inserto Clearsonic foi mais efetivo na remoção de material obturador no preparo para pino sem desgaste de dentina remanescente e, promoveu maiores valores de resistência de união em pinos de fibra de vidro cimentados com cimentos autoadesivos.

Palavras-chave: Preparo para pino; Canal radicular; Clearsonic; Irrisonic; Easy Clean; Endodontia.

ABSTRACT

Analysis of root canal filling material removal protocols for post placement

The objective of this study was to evaluate protocols for cleaning filling material space prepared for the root canal post, the amount of root dentin wear and the bond strength and type of fracture predominant in maxillary central incisors. Article 1 evaluated the cleaning of the root canal walls after different protocols of obturation removal for post space preparation and preservation of the remaining structure; and, in Article 2, the bond strength was evaluated through the push out test and the predominant type of failure in teeth with endodontic treatment and rehabilitated with a fiberglass post. In article 1, the groups were distributed according to the instruments and protocols used to remove the filling material performed with gutta-percha and Sealer 26 cement by the lateral condensation technique: Gates Glidden drills, Largo drill, Clearsonic ultrasound insert, Clearsonic insert + Easy Clean instrument and Clearsonic + Irrisonic insert. As irrigating solutions, 1% sodium hypochlorite, deionized water and 17% EDTA were used, however, the final irrigation protocol was different for the groups. The evaluation was performed using Micro CT and Scanning Electron Microscopy. In Article 2, the bond strength was evaluated through the push out test and the predominant type of failure observed through scanning electron microscopy (SEM) with 25x magnification and through the stereomicroscope. The results of Article 1 – the Clearsonic group demonstrated better performance in post space preparations promoting cleaner walls. There was no statistically significant difference between groups regarding the wear of remaining root dentin. In Article 2, the best results were for the Clearsonic insert group, with higher bond strength values. The predominant type of failure for both groups was adhesive at the interface between cement and dentin. Conclusion: the two articles showed that the Clearsonic insert was more effective in removing filling material without wear from remaining dentin in post space preparation and promoted higher bond strength values in fiberglass posts cemented with self-adhesive cements.

Keywords: Post space preparation; Root canal; Clearsonic; Irrisonic; Easy Clean; Endodontics.

LISTA DE TABELAS

- ARTIGO 1

- Table 1.** Mean and standard deviation of volume (mm^3) of filling material before and after removal procedures. 38
- Table 2.** Median, minimum, and maximum of scores attributed cleaning of root canal walls. 38
- Table 3.** Mean and standard deviation of the amount (mm^3) of dentin remaining before and after filling removal procedures and the percentage of dentin wear. 38

- ARTIGO 2

- Tabela 1.** Grupos de acordo com o protocolo empregado para desobturação dos canais. 50
- Tabela 2.** Média/DV dos valores de resistência de união (MPa) dos grupos avaliados. 55
- Tabela 3.** % da predominância do tipo de falha nos grupos e terços testados. 55
-
-

LISTA DE FIGURAS

- ARTIGO 1

- Figure 1:** Representative images of the root canals before and after removing the filling material with Gates Glidden and Largo drill (GLG), Ultrasound and Clearsonic (UCG), Ultrasound with Clearsonic associated with Easy Clean (UCEG) and Ultrasound with Clearsonic associated with Irrisonic (UCIG). 39
- Figure 2:** Scanning electron microscopy images of the root canal walls after the cleaning protocols with Glidden Gates and Largo group (GLG): cervical (A and B), middle (C and D) and apical (E and F) thirds (x 1000). 40
- Figure 3:** SEM images of the root canal walls after the cleaning protocols with Ultrasound and Clearsonic group (UCG): cervical (A and B), middle (C and D) and apical (E and F) thirds (x 1000). 40
- Figure 4:** Scanning electron microscopy images of the root canal walls after the cleaning protocols of Ultrasound with Clearsonic associated with Easy Clean group (UCEG): cervical (A and B), middle (C and D) and apical (E and F) (x 1000). 41
- Figure 5:** SEM images of the root canal walls after the cleaning protocols of Ultrasound with Clearsonic associated with Irrisonic group (UCIG): cervical (A and B), middle (C and D) and apical (E and F) (x 1000). 41

- ARTIGO 2

- Figura 1.** A – B Grupo Convencional– após obturação e desobturação escaneadas em MicroCT; C – D Grupo Clearsonic– após desobturação escaneadas em MicroCT. 65
-
-

Figura 2: Desenho esquemático da área cônica do pino	65
Figura 3. A - Falha adesiva por meio de EsterEomicroscópio modelo ZEIS Estereo 2000C (25x) na interface dente/cimento (grupo convencional); B – falha adesiva na interface pino/cimento (grupo Clearsonic).	66
Figura 4. Microscopia eletrônica de varredura: A – falha adesiva (pino/cimento); B – falha adesiva (dente/cimento); C – falha Mista; D – falha coesiva;.....	66

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	ARTIGOS.....	17
2.1	Artigo 1 - Laboratory analysis of dentin structure and cleaning of root canal walls after different filling removal protocols for post space preparation in maxillary incisors.....	17
2.2	Artigo 2 – Avaliar a resistência de união – <i>push out</i> em dentes preparados para pino com o inserto Clearsonic..	43
3	DISCUSSÃO	69
4	CONCLUSÃO.....	77
	REFERÊNCIAS.....	81

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Dentes com extensiva ou completa perda da estrutura coronária demandam do emprego de pinos intrarradicular para dar retenção à restauração ou reabilitação coronária (SCHILLINBURG et al., 1970; SORENSEN E ENGELMAN, 1990; TJAN, NEMETZ, 1992; PERDIGÃO et al., 2007; NAUMANN et al., 2012;).

Na desobturação e preparo do espaço para pino no canal radicular, a remoção completa do material obturador e a limpeza das paredes do canal radicular podem desgastar a estrutura dental sem atingir esse objetivo, além de alterar a sua anatomia interna, fragilizando ainda mais o remanescente dental. É importante enfatizar que geralmente o preparo realizado com brocas desgastam a parede concomitantemente a medida que os detritos são removidos (GORDON et al., 2005; CONIGLIO et al., 2008) e, uma vez que a remoção incompleta do material obturador e/ou a limpeza inadequada dos debrís gerados durante este preparo para pino podem influenciar na cimentação e retenção do pino intracanal e afetar a previsibilidade da restauração definitiva (PERDIGÃO et al., 2008; SERAFINO et al., 2007; GU et al., 2009; DEMIRYUKE et al., 2009). Desta forma, um protocolo que promova uma adequada remoção sem fragilizar a estrutura dentária torna-se fundamental (CANTORO et al., 2008).

Na desobturação do canal radicular rotineiramente tem sido empregado instrumentos em baixa rotação tais como as brocas de Gates Glidden e de Largo (KWAN, 1981; TJAN, 1985; ATTAM & TALWAR, 2010), instrumentos mecanizados de Níquel-Titânio, calcadores aquecidos (CHEN & CHANG, 2011), laser, solventes e o ultrassom associado com insertos específicos (FRIEDMAN, 1993; HEIDECKE et al., 2001; BRAMANTE et al., 2010; LIU, 2014; GOOD e KELES, 2015).

O ultrassom dentro da endodontia tem sido utilizado na agitação final, para a limpeza e remoção de resíduos de material obturador e debrís dentinários durante o tratamento e retratamento endodôntico (VAN DER SLUIS et al., 2006; PLOTINO et al., 2016; BERNARDES et al., 2018; CESÁRIO et al., 2019; DE DEUS et al., 2020).

O Clearsonic (HELSE – S. R. do Viterbo, São Paulo, Brasil), é um inserto ultrassônico de aço inoxidável, possui uma haste de 16mm de comprimento com sua ponta ativa em forma de seta (0.5mm x 0.6mm). Segundo o fabricante, tem o propósito de promover a remoção da guta-percha e cimento nos retratamentos endodônticos, além de realizar a limpeza em áreas de difícil acesso no canal radicular, sem grande desgaste da estrutura dental.

O Irrisonic (HELSE – S. R. do Viterbo, São Paulo, Brasil), tem a finalidade de promover a agitação da solução irrigadora na intenção de resultar em paredes mais limpas e com túbulos dentinários expostos. O Irrisonic apresenta uma haste com 18 mm de comprimento e diâmetro de ponta equivalente a uma lima manual 20, com conicidade .01.

Outro dispositivo empregado para agitação de soluções irrigantes dentro do canal é o Easy Clean (Easy Equipamento Odontológico – Belo Horizonte, MG, Brasil), um instrumento de plástico, com diâmetro de ponta de 0.25 mm e conicidade .04, utilizado em um motor endodôntico ou em um micro motor, em rotação contínua ou recíprocante. Estudos com este dispositivo demonstraram melhora na limpeza da smear layer na porção apical de molares (KATO et al., 2016), e na remoção de debris do interior de istmos (DUQUE et al., 2017).

O emprego do ultrassom na desobturação e preparo de dentes para a colocação de pinos ainda é indefinido, principalmente quanto à sua eficiência e a preservação da estrutura remanescente além de levantar questionamentos quanto à adesividade, sendo necessário portanto, um estudo que demonstre se o Ultrassom com a Clearsonic associado à uma limpeza final com agitação apresenta vantagens em relação aos preparos realizados com brocas, podendo ser uma alternativa viável no preparo de dentes para pino.

O objetivo deste trabalho foi analisar por meio de microtomografia computadorizada (Micro-CT) e microscopia eletrônica de varredura (MEV), a limpeza das paredes do canal radicular para preparo para pino, na agitação final do irrigante, com os insertos: Clearsonic; Clearsonic + Irrisonic; e, Clearsonic + instrumento Easy Clean, bem como a preservação de suas estruturas após a desobturação e preparo do espaço para pino intrarradicular assim como, correlacionar esses procedimentos ou não na resistência de união após cimentação dos pinos, comparando em um segundo momento, o melhor resultado dos protocolos (acima mencionados) utilizando o ultrassom versus o preparo convencional com brocas de Gates Glidden e Largo e a broca específica do kit de pinos com agitação manual (AM). A comparação foi analisada por meio de estereomicroscópio modelo ZEIS Estereo 2000C com câmera Axio

Cam (Carl Zeiss MicroImaging, LLC, EUA) e microscopia eletrônica de varredura (MEV) com aumento de 25x. Como hipótese nula testada foi de não haver diferença entre os diferentes protocolos para desobturação dos canais visando a fixação de pinos intrarradicular.

2 ARTIGOS

2 ARTIGOS

2.1 Artigo 1 - Laboratory analysis of dentin structure and cleaning of root canal walls after different filling removal protocols for post space preparation in maxillary incisors

O presente artigo foi escrito de acordo com as instruções para submissão do International Endodontic Journal.

Abstract

Aim: This study aimed to evaluate the dentin structure wear and cleaning of canal walls after filling removal procedures using ultrasound and compare with their conventional methods performed by drills.

Methodology: Forty upper central incisors were prepared and filled with gutta percha and cement. Then, the filling material were removed, and the specimens were divided in group: Group I: Gates Glidden bur + Largo bur + manual activation (GLG); Group II: Ultrasound with Clearsonic tips (UCG); Group III: Ultrasound with Clearsonic tips associated with Easy Clean (UCEG); Group IV: Ultrasound with Clearsonic tips associated with Irrisonic (UCIG). One tooth from each group was selected for SEM analysis and thirty-six remaining were scanned in micro-CT to evaluate the dentin wear and cleaning of canal walls in two time: before and after filling removal procedures. The data were submitted to statistical analysis for parametric and non-parametric tests.

Results: For removal of filling material, there was a statistical difference among GLG and UCG; GLG and UCEG; UCG and UCIG ($p < 0.05$) GLG left more material inside of root canal and UCG lesser ($p < 0.05$). SEM analysis showed that UCG promotes better cleaning than GLG ($p < 0.05$). Regards the dentin wear, no difference between all groups were detected ($p > 0.05$).

Conclusions: All protocols demonstrated to be safe to upper incisors; however, the association among ultrasound and Clearsonic was more efficient for both remove the filling material and cleaning the canal walls.

Key words: Post space preparation; Root canal; Clearsonic; Irrisonic; Easy Clean; Endodontics.

Introduction

Teeth with extensive destruction or complete coronary structure loss requires the use of intraradicular post to retain coronary restoration or rehabilitation (Shillingburg *et al.* 1970, Sorensen & Engelman 1990, Tjan *et al.* 1992, Perdigão *et al.* 2007, Naumann *et al.* 2012).

During the preparation of root canal for post space, the complete removal of filling material and cleaning of the canal walls can promote the dental structure wear altering the internal anatomy of root canals leading weakening of the dental remaining. Furthermore, it is important to emphasize that, generally, this procedure is performed by drills that promotes the dentin wear and creates debris (Gordon *et al.* 2005, Cheung 2005, Shahravan *et al.* 2007, Coniglio *et al.* 2008). The inefficiency in the complete filling removal and the inadequate cleaning leaving debris can influence in the bonding and retention of the intracanal post affecting predictability of the final restoration (Serafino *et al.* 2004, Perdigão *et al.* 2007, Gu *et al.* 2009, Demiryürek *et al.* 2009). Thererwith, it is essential the use of protocols that removal and cleaning without creates any damage to teeth structure (Cantoro *et al.* 2008).

Instruments at low rotation have been used routinely for this purpose, such as Gates Glidden and Largo drills (Kwan & Harrington 1981, Tjan & Whang 1985, Attam & Talwar 2010), mechanized Nickel-Titanium instruments, heated (Chen & Chang 2011), laser, solvents and the ultrasound associated with specific inserts (Friedman *et al.* 1993, Heydecke *et al.* 2001, Good & McCammon 2012, Bramante *et al.* 2010, Liu *et al.* 2014, Keles *et al.* 2015).

Ultrasound has been used in endodontics for activation of irrigations solutions, cleaning and removal of residual filling material and dentin debris during endodontic treatment and retreatment (Van der Sluis *et al.* 2006, Bernardes *et al.* 2016, Cesario *et al.* 2018, Plotino *et al.* 2019, De-Deus *et al.* 2020).

The Clearsonic (Helse, Santa Rosa de Viterbo, São Paulo, Brazil) is ultrasonic tip with length 16mm and active end arrow-shaped (0.5mm x 0.6mm). According to the manufacturer,

promotes the removal of gutta-percha and sealer in endodontic retreatment and perform cleaning in areas of difficult access in the root canal without great wear of the tooth structure.

The Irrisonic (Helse, Santa Rosa de Viterbo, São Paulo, Brazil) is ultrasonic tip that was development with the aim to activates the irrigating solution and promoting the cleaning of the root canal walls and exposing of the dentinal tubules. Irrisonic has 18 mm long and a tip diameter equivalent to a manual type #20 K file, with .01 taper.

The Easy Clean (Easy Dental Equipment, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil) is a another instrument also utilized to activate the irrigating solutions. It is a plastic instruments with a size of 0.25 mm diameter and .04 taper used in an endodontic motor or a micro motor, in continuous rotation or reciprocating motion. Besides, an improvement in the removal of smear layer in the apical of molars (Kato *et al.* 2016) and debris from the interior of isthmus areas (Duque *et al.* 2017) has been reported in presence of Easy Clean.

The use of ultrasound for filling removal procedures especially with the aim of post space preparation is still undefined, mostly regarding their efficiency in dentin structure preservation and cleaning the filling material (gutta-percha and sealer) from the root canal walls. Therefore, it is necessary studies that evaluates if the use of ultrasound for both removal of the filling material and cleanning of canal walls by activation the irrigants solutions shows advantages in relation to preparations performed by drills.

Thus, the aim of this study was to evaluate by scanning electron microscopy (SEM) and computed microtomography (micro-CT) the dentin wear and cleaning of the root canal walls after the filling removal procedures using ultrasound and Clearsonic tip associated with activation of irrigant solution with Clearsonic, Irrisonic or Easy Clean during the preparation of root canal for post space and compare with conventional preparation performed by Gates Glidden and Largo drills and manual agitation (MA). The null hypothesis tested were: 1 - The removal of filling material and cleaning of the root canal walls between the drills and ultrasound

are similar; 2 - The post preparation method using ultrasound promotes the same dentin wear provided by drills.

Material and methods

Teeth selection

This study was approved by the Ethics and Research Committee of Bauru School of Dentistry – University of São Paulo and Platform Brazil (CAAE: 94430318.0.0000.5417). Previous a pilot study in ten teeth was performed to determine the sample size. The sample calculation was made using G* Power 3.1 for Mac (Heinrich Heine, Universität Düsseldorf) by selecting the Wilcoxon-Mann Whitney test of the T test family. The effect size in the present study was established ($=1.65$). The alpha type error of 0.05, a beta power of 0.95, and a ratio $N2/N1$ of 1 were also stipulated. A total of 10 samples per group were indicated as the ideal size required for noting significant differences. Eleven samples were used, considering 10% of risk of loss of sample. Forty maxillary central incisors from healthy humans were selected, with similar length and anatomy. The teeth were immersed in 0.1% thymol solution and kept in the freezer. Then, they were sectioned perpendicularly in the cervical region with IsoMet (LowSpeedSaw, Buehler Ltd, Lake Bluff, United States) and root (length: 12mm) were obtained.

Preparation of root canals

The working length (WL) was set at 11mm and the root canal was prepared with rotary instruments ProTaper Universal F4 and F5 (Dentsply, Ballaigues, Switzerland) driven by an endodontic motor (X-Smart, Dentsply, Ballaigues, Switzerland) in continuous rotation at a speed of 250 rpm and a torque of 1.4 Ncm. At each instrument, the root canal was irrigated with 5 mL of 1% sodium hypochlorite (NaOCl) (Asfer Ind. Química Ltda., São Caetano do Sul,

Brazil). Then, canals were flushed with 3mL of EDTA solution (Biodinâmica, Ibiaporã, Paraná, Brazil) with a 5 ml plastic syringe and needle Endo-Eze Irrigator Tip 27G (Ultradent Produces, Indaiatuba, São Paulo, Brazil) and activated with type #20 K file (Dentsply, Ballaigues, Switzerland). Subsequently, root canals were finally rinsed with 5mL of deionized water, dried with sterile paper points (Dentsply, Ballaigues, Switzerland) and filled using a size F5 gutta-percha cones (Dentsply, Ballaigues, Switzerland) and Sealer 26 sealer (Dentsply, Ballaigues, Switzerland), according to active lateral condensation and vertical compaction of the heated gutta-percha technique. Thereafter, were stored in an oven at 37 °C with 100% humidity for 10 days to setting.

All teeth were scanned with using a desktop x-ray micro-focus computed tomographic scanner (SkyScan 1174v2; SkyScan, Kontich, Belgium). The parameters determined for scanning were: 50 kV/ 800 µA, 360°, 16.82µm resolution and 1304 x 2014 camera.

The teeth were then randomly divided into four experimental groups (n = 10) related to the procedure of gutta percha removal as follows:

Group I – *Gates Glidden drill + Largo drill + Manual Activation (MA)*: Of the 11mm of filling material, 8mm was removed by Gates Glidden drill #3 (Dentsply, Ballaigues, Switzerland) (8 mm), followed by the Largo #1 (Dentsply, Ballaigues, Switzerland) in low rotation. The filling in the apical third (3mm) was keeping. After the removal, the final cleaning protocol used was performed as follows: root canal was irrigated with 5ml of 1% NaOCl, followed by deionized water and 3mL of 17% EDTA, manually activated three times for 20 seconds each with type K file # 20 (Dentsply, Ballaigues, Switzerland), (manual activation). After, final irrigation with 5mL of deionized water was executed. At each activation cycle, the irrigating solution was refreshed. Then, the canals were dried with sterile paper points.

Group II – *Ultrasound and Clearsonic (UCG)*: The filling material was removed in the same measure as group I by Clearsonic tip (Helse Dental Technology, Santa Rosa de

Viterbo, SP, Brazil) using the NSK ultrasound (NSK multi-task ultrasonic system, Nakanishi Inc., Tochigi, Japan) in the Endo function and power setting of 2 according to the manufacturer's recommendations. The final cleaning protocol was performed by ultrasonic activation with an ultrasonic device (NSK multi-task ultrasonic system, Nakanishi Inc., Tochigi, Japan) using an Clearsonic tip set to low power, three times for 20 seconds each. At each activation the irrigating solution was refreshed. The final irrigation was with 5mL of deionized water and the canals were dried with sterile paper points.

Group III – *Ultrasound and Clearsonic + Easy Clean (UCEG)*: The same protocol of group II was performed for gutta percha removal in the same measure as the previous group. However, for the final cleaning protocol, the irrigations solutions were activated using the Easy Clean instrument, size 25/04, (Easy Dental Equipment, Belo Horizonte, MG, Brazil), in continuous rotation connected to endodontic motor (X-Smart Plus, Dentsply, Ballaigues, Switzerland) with an operating speed of 800 rpm and a torque of 2 Ncm. The activation was performed for three times for 20 seconds and at each one the irrigating solution was refreshed.

Group IV – *Ultrasound and Clearsonic + Irrisonic (UCIG)*: The gutta percha removal was similar as the previous group. The final cleaning protocol was performed by activating the irrigations solutions using the Irrisonic 20.0 tip (Helse Dental Technology, Santa Rosa de Viterbo, SP, Brazil) coupled to an ultrasound unit (NSK multi-task ultrasonic system, Nakanishi Inc., Tochigi, Japan) in Endo mode and power 2. each. At each activation the irrigating solution was refreshed, and the protocol used was three times for 20 seconds.

After the filling removal procedures and final cleaning protocol, the teeth were scanned in micro-CT using the parameters previously described to measure the percentage of dentin wear and filling material remains into the root canal walls in the post space preparation. Then, all images were reconstructed in software (NRecon v.1.6.3; Bruker-microCT) and analyzed in CTan software (CTanv1.11.10.0, SkyScan).

Scanning electron microscopy – SEM

For scanning electron microscopy (SEM, JEOL JSM 6610LV, Tokyo, Japan), a sample from each group was randomly selected, cleaved, dehydrated at 37°C for 7 days and fixed in “stubs” with colorless nail polish Risquè (Risquè, Taboão da Serra, SP, Brazil) and metallized with gold in a metallizer (Desk IV Denton Vacuum, Moorestown, USA). The images were obtained with 1000x magnification, and three images (cervical, middle and apical third of the teeth) was used for the analysis. The scores were attributed for cleaning the root canal walls score 1: 0-25% of obstructed dentinal tubules; score 2: 26-50% of obstructed dentinal tubules; score 3: 51-75% of obstructed dentinal tubules; score 4 > 75% of obstructed dentinal tubules. The analysis of the images was carried out by three examiners in two moments, pre-calibrated by the blind evaluation method.

Statistical analysis

GraphPad Prism 9.0 software was used for the statistical analysis. ANOVA, Tukey and T-Student tests were used for parametric data and comparisons between groups and intra-groups. Kruskal-Wallis and Dunn test were used for nonparametric data. The level of significance adopted was 5%.

Results

The percentage of filling material remaining after the cleaning protocols are shown in Table 1. All groups were able to reduce the volume of filling material, however, a greater reduction was identified in UCG and UCEG when compared to the GLG ($p < 0.05$). In addition, UCG promoted a diminished the amount of filling material in relation to UCIG ($p < 0.05$).

The Kappa test showed agreement between the different periods of the examiners (0.75) and between the examiners (0.5). SEM representative images of the cervical, middle and apical

thirds of the different groups after the final cleaning protocol are in Figures 2, 3, 4 and 5. UCG showed cleaner walls with little remaining filling material when compared to GLG ($p < 0.05$). All groups that activated the irrigation solution with ultrasound promoted better cleaning, however, UCG exhibited lesser filling material on dentin surface among them ($p < 0.05$) (Table 2).

The mean and standard deviation of the volume (mm^3) of dentin before and after the filling removal procedures and the percentage of dentin removal from the root canals are shown in Table 3. All groups promoted a significant reduction in the volume of dentin ($p < 0.05$). Although, no difference was found in relation to the percentage of reduction between them ($p > 0.05$) (Fig 1).

Discussion

One of the challenging of post space preparation is the removal and cleaning of filling material (gutta-percha and sealer) from the root canal walls since the residues of endodontic filling accidentally left might interfere on the polymerization which could affect the bond strength of a post to root dentin (Coniglio *et al.* 2008, Silva *et al.* 2019).

In this study, first hypothesis was rejected. Despite that all instruments and protocol/system used were specially designed to removal the filling material, it was observed that, irrespectively of the protocol/systems utilized, none of them were able to completely remove the residual material since it was found in all specimens. These findings agree with early investigations that also reported the presence of residual material after removal of filling material of root canal (Coniglio *et al.* 2008, Bernardes *et al.* 2016, Rivera-Pena *et al.* 2018, Tavares *et al.* 2020). However, differences among the protocol/systems utilized were identified once the use of the ultrasonic tip Clearsonic was more effective than the association between Gates Glidden and Largo drill in all third evaluated. Coniglio *et al.* (2008) showed that Largo

drill also was lesser effective in obtaining a good post space cleaning. Tavares *et al.* (2020) compared the efficacy of XP-Endo Finisher R and Clearsonic as a supplementary method in removing filling material remnants from oval canals previously retreated with Reciproc 50 and demonstrated that both supplementary methods produced a significant reduction of the filling material remnants. By the way, Serafino *et al.* (2004) reported that the heat provides by the friction of the drills can produces a new smear layer rich in gutta-percha and sealer and theses remnants plasticized which maybe compromises the penetration, adhesion and retention of fiber post. Besides, previous investigations have already demonstrated the superior behavior of Clearsonic on the removal and cleaning of root canal walls (Rivera-Pena *et al.* 2018, Tavares *et al.* 2020).

One of the aims of this study was improve the removal of gutta-percha/sealer from root canal walls for post space surface through of the used different cleaning protocols. Our data revealed that the used of Clearsonic especially when followed by final cleaning protocol with activation of irrigation solution reduced the volume of remained filling material. Coniglio *et al.* (2008) reported an effective removal when activation of irrigation solution was utilized. Bernardes *et al.* (2016) evaluated the amount of residual filling material after using rotatory, reciprocating, hand files and drill to remove root fillings with or without ultrasonic activation and reported that the ultrasonic activation improved the removal. Rodrigues *et al.* (2017) compared the efficacy of passive ultrasonic irrigation (PUI) with Irrisonic and Easy Clean for removing residual filling material and also showed that both improved the removal of remnant material in all root canal thirds. Additionally, Tavares *et al.* (2020) used Clearsonic as a supplementary cleaning for activation the irrigating solution from oval canals and related a reduction of the filling material. In contrast, Rosa *et al.* (2015) related that PUI with Irrisonic did not improve the removal of filling material after using rotary or reciprocating files for root canal preparation. Martins *et al.* (2017) analyzed the effectiveness of rotatory and reciprocating

systems with sonic or ultrasonic irrigation as additional cleaning methods the in oval root canals and showed that, regardless of methods used, none of them improve the removal of filling material significantly. The superior effect of the Clearsonic maybe occurs due the association of physical and mechanical action of this tip since Clearsonic has mechanical action by removing material in the areas where the NiTi instruments were unable to reach (Rivera-Pena *et al.* 2018) which will improve the penetration of the irrigating solution. Irrigation is responsible for remove the organic and inorganic remnants of the root canal and the energy generated by the ultrasonic devices can promotes the formation of ultrasonic waves with acoustic microstreaming and cavitation that also can enhance this removal (Ahmad *et al.* 1987, Van der Luis *et al.* 2007). Thus, we considered that the absence of anatomic challenge and no difficult of mechanical action of instruments to cleaning the upper incisors associated with the fact of bond strength/adhesion of Sealer 26 to root dentin was inferior to the forces generated by ultrasonic waves from activation may be explain this difference.

Despite of Clearsonic is recommended to be used in retreatment procedures; a few studies have been evaluating this insert for other endodontic procedures such as instrumentation of oval-shaped root canals and activation of the irrigating solution (Rivera-Pena *et al.* 2019, De Deus *et al.* 2020, Tavares *et al.* 2020). Based on this, in this study, we used Clearsonic for both remove the filling material and as supplementary tool for activate the irrigating solution. Our results revealed that the activation of irrigating solution with Clearsonic was better than Irrisonic and manual dynamic agitation; moreover, any difference with Easy Clean was identified. Our data corroborates with Tavares *et al.* (2020) that also used Clearsonic as an additional cleaning for activation the irrigating solution from oval canals and related enhance of filling material removal after activation procedures. It is already reported that the type of ultrasonic file has potential to cut canal walls during ultrasonic activation (Retsas *et al.* 2016). Further, Clearsonic is designed to touch the root canal walls (De Deus *et al.* 2020, Rivera-Pena

et al. 2018, Rivera-Pena *et al.* 2019). Thus, unlike of Clearsonic; the Irrisonic shows a non-cutting tip that was development specifically to activate the irrigation solution and once it was used in the center of the root canal, they did not touch the root canal walls. In addition, formation of vapor lock after passive ultrasonic activation and manual dynamic agitation have been already reported (Dioguardi *et al.* 2019, Dioguardi *et al.* 2019a). Based on this, we considered that Irrisonic can promotes more acoustic microstreaming and cavitation waves than Clearsonic and with this can creates more vapor-lock effect, thus, theses variations during activation procedures promoted by them may be explain the difference between these two inserts. Further, any improvement was reported by Rosa *et al.* (2015) in the removal of filling material when Irrisonic was used as complementary method. On the other hand, Easy Clean is also a non-cutting device made by ABS plastic that promoting agitation without any risk of deforming the root canal walls (Kato *et al.* 2016, Rodrigues *et al.* 2017). But in the research, the Micro CT images obtained from the group where the protocol of agitation of the irrigant in the space prepared for the post was with the Easy Clean device, indicate plastic residues left after its use (Figure 3:A – F) and it is important to note that we did not find studies in the literature with these reports on the use of the Easy Clean device in the agitation of the irrigant in the post space preparation. So, it is possible that Easy Clean promoted similar activation to Clearsonic without creates any or lesser vapor-lock effect and this evidence could justify our findings; moreover, further studies must be carried out to verify these relations. By the way, Rodrigues *et al.* (2017) also did not find any difference between Irrisonic and Easy Clean for removing residual filling material.

No difference was detected between activation with Irrisonic and Easy Clean or manual dynamic agitation in the cleaning of root canal walls. These data agree with Rodrigues *et al.* (2017) that also did not found difference among the Irrisonic and Easy Clean for removing residual filling material. In opposite, Bernardes *et al.* (2016) showed that the ultrasonic

activation enhanced the removal of root filling material. Ours findings can be correlated with investigations that evaluated the dentin debris removal from the root canal and isthmus areas using Irrisonic and Easy Clean, in rotatory or reciprocating kinematics, and reported no significant difference between them; moreover, both activations were more effective than the conventional irrigation technique (Duque *et al.* 2017, Cesário *et al.* 2018). Further, it is important to highlight that these studies used conventional irrigation technique while we performed activation for all groups. In addition, the presence of the “vapor-lock” effect (van der Luis *et al.* 2007, Dioguardi *et al.* 2019, Dioguardi *et al.* 2019a) and the plasticized material from the heat of action friction of the drills may be blocked the tubules (Serafino *et al.* 2004) and affect the cleaning. Taken together, these facts might be the reason of the absence of difference between Irrisonic and manual agitation. Therefore, it is clear that further investigations are required to better clarify the findings.

Investigations have been described the importance of the amount of dentine removed during post space preparation since an excessive removal can lead to tooth weakens, reducing its mechanical stability, fracture resistance and also raises the risk of perforation during procedure (Souza *et al.* 2011, Ghodduzi *et al.* 2013). Thus, after post space preparation the remaining dentin thickness should not be less than 1 mm (Souza *et al.* 2011). It is already established that the mechanical preparation technique for post spaces can be performed by Gates Glidden and Largo drill following the post drill that comes with the prefabricated post kit (Cheung 2005), moreover, on the other hand, there is some concern about the use of these drills since they might remove an excessive amount of root canal dentin (Coniglio *et al.* 2008, Duarte *et al.* 2011, Ghodduzi *et al.* 2013). In this study, the second hypothesis was accepted since, in relation to dentin wear, no difference between the Gates-Glidden and Largo drill and the Clearsonic was identified. De Deus *et al.* (2020) investigated the shaping and cleaning performance of the Clearsonic tip as a supplementary tool during the preparation of oval shaped

root canals and showed Clearsonic tip promoted a greater reduction of non-instrumented root canal walls and consequently a larger amount of removed dentine when compared with Reciproc R40 due the fact of Clearsonic tip touch more the root canal walls; however, Clearsonic tip was not able to alter the internal anatomy of the walls. By the way, type of ultrasonic file and activation time provide by ultrasonic irrigant activation can promotes a removal of small amounts of dentin (Retsas *et al.* 2016). Therewith, we considered that this fact associated with the type and characteristics of Clearsonic tip with arrow-shaped section design for both, at the same time, remove the filling material and cut at the root canal walls and with the diameter and anatomy of superior incisive can justify ours results.

Conclusion

Based in ours results and within the limitations of this laboratory study, we can conclude that the Clearsonic tip was more effective for remove the filling material than the combination of Gates Glidden and Largo drills, moreover none of the methods were able to completely remove root filling material. Also, the ultrasonic activation improved the cleaning of root canal walls, especially when Clearsonic tip was used as supplementary tool for this purpose. Besides, no difference regards to dentin wear were identified.

References

1. Ahmad M, Pitt Ford TJ, Crum LA (1987) Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *Journal of Endodontics* **13**,490-9.
 2. Attam K, Talwar S (2010) A laboratory comparison of apical leakage between immediate versus delayed post space prepatation in root canals filled with Resilon. *International Endodontic Journal* **43**,775-81.
-
-

3. Bernardes RA, Duarte MAH, Vivan RR, Alcalde MP, Vasconcelos BC, Bramante CM (2016) Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *International Endodontic Journal* **49**, 890-97.
 4. Bramante CM, Fidelis NS, Assumpção TS, *et al.* (2010) Heat release, time required, and cleaning ability of Mtwo R and ProTaper Universal Retreatment Systems in the removal of filling material. *Journal of Endodontics* **36**,1870-3.
 5. Cantoro A, Goracci C, Papacchini F, Mazzitelli C, Fadda GM, Ferrari M (2008) Effect of pre-cure temperature on the bonding potential of self-etch and self-adhesive resin cements. *Dental Materials* **24**,577-83.
 6. Cesario F, Hungaro Duarte MA, Duque JÁ, *et al.* (2018) Comparasions by microcomputed tomography of the efficiency different irrigation techniques for removing dentinal debris from artificial grooves. *Journal of Conservative Dentistry* **21**,383-387.
 7. Chen G, Chang YC (2011) Effect of immediate and delayed post space preparation on apical leakage using three root canal obturation techniques after rotary instrumentation. *Journal of the Formosan Medical Association* **110**, 454-59.
 8. Cheung W (2005) A review of the management of endodontically treated teeth. Post, core and the final restoration. *Journal of the American Dental Association* **136**, 611-19.
 9. Coniglio I, Magni E, Goracci C, *et al.* (2008) Post space cleaning using a new nickel titanium endodontic drill combined witch different cleaning regimens. *Journal of Endodontics* **34**, 83-6
 10. De-Deus G, Carvalho MS, Belladona FG, *et al.* (2020) Arrowhead design ultrasonic tip as a supplementary tool for canal debridement. *International Endodontic Journal* **53**, 410-20.
-

11. Demiryürek EO, Külünk S, Saraç D, Yüksel G, Bulucu B (2009) Effect of different surface treatments on the push-out bond strength of fiber post to root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* **108**, e74-e80.
 12. Dioguardi M, Crincoli V, Sovereto D *et al.* (2019) Effectiveness of Vapor Lock Effect Removal in Endo Training Blocks: Manual Dynamic Agitation versus Passive Ultrasonic Irrigation. *Applied Sciences* **9**, 5411.
 13. Dioguardi M, Di Gioia G, Illuzzi G, *et al.* (2019a) Ultrasonic Irrigation Efficacy in the Vapor Lock Removal: Systematic Review and Meta-Analysis. *Scientific World Journal* **12**, 2019:6765349.
 14. Duarte MA, Bernardes RA, Ordinola-Zapata R, Vasconcelos BC, Bramante CM, Moraes IG (2011) Effects of Gates-Glidden, LA Axxess and orifice shaper burs on the cervical dentin thickness and root canal area of mandibular molars. *Brazilian Dental Journal* **22**, 28-31.
 15. Duque JÁ, Duarte MAH, Canali LC, *et al.* (2017) Comparative effectiveness of new mechanical irrigant agitating devices for debris removal from the canal and isthmus of mesial roots of mandibular molars. *Journal of Endodontics* **43**, 326-31.
 16. Friedman S, Moshonov J, Trope M (1993) Residue of gutta-percha and a glass ionomer cement sealer following root canal retreatment. *International Endodontic Journal* **26**, 169-72.
 17. Ghoddusi J, Bagherpour A, Mahmudabadi F, Forghani M, Sarmad M (2013) Residual dentin thickness of bifurcated maxillary premolars following two post space preparation methods. *Iranian Endodontic Journal* **8**, 94-8.
 18. Good ML, McCammon A (2012) An removal of gutta-percha and root canal sealer: a literature review and an audit comparing current practice in dental schools. *Dental Update* **39**, 703-8.
-
-

19. Gordon MP (2005) The removal of gutta-percha and root sealers from root canals. *The New Zealand Dental Journal* **101**, 44-52.
 20. Gu XH, Mao CY, Liang C, Wang HM, Kern M (2009) Does endodontic post space irrigation affect smear layer removal and bonding effectiveness? *European Journal of Oral Science* **117**, 597-603.
 21. Heydecke G, Butz F, Strub JR (2001) Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *Journal of Dentistry* **29**, 427-33.
 22. Kato AS, Cunha RS, da Silveira Bueno CE, Pelegrine RA, Fontana CE, de Martins AS (2016) Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics* **42**, 659-63.
 23. Keles A, Arslan H, Kamalak A, Akçay M, Sousa-Neto MD, Versiani MA (2015) Removal of filling materials from oval-shaped canals using laser irradiation: a micro-computed tomographic study. *Journal of Endodontics* **41**, 219-24.
 24. Kwan EH, Harrington GW (1981) The effect of immediate post preparation on apical seal. *Journal of Endodontics* **7**, 325-29.
 25. Liu C, Liu H, Qian YT, Zhu S, Zhao SQ (2014) The influence of four dual-cure resin cements and surface treatment selection to bond strength of fiber post. *International Journal of Oral Science* **6**, 56–60.
 26. Martins MP, Duarte MA, Cavenago BC, Kato A, da Silveria Bueno CE (2017) Effectiveness of proTaper next and reciproc systems in removing root canal filling material with sonic or ultrasonic irrigation: A Micro-computed Tomographic Study. *Journal of Endodontics* **43**, 467-471.
-

27. Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H (2012) 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported postendodontic restoration: a prospective observational clinical study. *Journal of Endodontics* **38**,432-35.
 28. Perdigão J, Gomes G, Augusto V (2007) The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. *Journal of Prosthodontics* **16**,154-64.
 29. Plotino G, Grande NM, Mercade M, *et al.* (2019) Efficacy of sonic and ultrasonic irrigation devices in the removal of debris from canal irregularities in artificial root canals. *Journal Applied of Oral Science* **7**, 27:e20180045.
 30. Retsas A, Koursoumis A, Tzimpoulas N, Boutsoukis C (2016) Uncontrolled Removal of Dentin during In Vitro Ultrasonic Irrigant Activation in Curved Root Canals. *Journal of Endodontics* **42**,1545-9.
 31. Rivera-Peña EM, Duarte MAH, Alcalde MP, De Andrade FB, Vivan RR (2018) A novel ultrasonic tip for removal of filling material in flattened/oval-shaped root canals: a microCT study. *Brazilian Oral Research* **13**,32:e88.
 32. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, Furlan RD, Só MVR, Vivan RR (2019) Ultrasonic tips as an auxiliary method for the instrumentation of oval-shaped root canals. *Brazilian Oral Research* **11**,33:e011.
 33. Rodrigues CT, Duarte MAH, Guimarães BM, Vivan RR, Bernardineli N (2017) Comparasion of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment. *Brazilian Oral Research* **31**, 31:e113.
 34. Da Rosa RA, Santini MF, Cavenago BC, Pereira JR, Duarte MA, Só MV (2015) Micro-CT Evaluation of Root Filling Removal after Three Stages of Retreatment Procedure. *Brazilian Dental Journal* **26**, 612-8.
 35. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M (2004) Surface debris of canals walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic
-
-

- study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* **97**, 381-87.
36. Shahravan A, Haghdoost AA, Adl A, Rahimi H, Shadifar F (2007) Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics* **33**,96-105.
37. Shillingburg HT Jr, Fisher DW, Dewhirst RB (1970) Restoration of endodontically treated posterior teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry* **24**, 401-09.
38. Silva NRD, Rodrigues MP, Bicalho AA, Deus RA, Soares PBF, Soares CJ (2019) Effect of Magnification during Post Space Preparation on Root Cleanness and Fiber Post Bond Strength. *Brazilian Dental Journal* **7**, 491-497.
39. Sorensen JA, Engelman MJ (1990) Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry* **64**, 419-24.
40. Souza EM do Nascimento LM, Maia Filho EM, Alves CM (2011) The impact of post preparation on the residual dentin thickness of maxillary molars. *The Journal of Prosthetic Dentistry* **106**, 184-90.
41. Tavares SJO, Gomes CC, Marceliano-Alves MF, *et al.* (2020) Supplementing filling material removal with XP- Endo Finisher R or R1- Clearsonic ultrasonic insert during retreatment of oval canals from contralateral teeth. *Australian Endodontic Journal* **8** [Online ahead of print].
42. Tjan AH, Whang SB (1985) Resistance to root fracture of dowel channels with various thickness of buccal dentin wall *The Journal of Prosthetic Dentistry* **53**, 496-00.
43. Tjan AH, Nemetz H (1992) Effect of eugenol-containing endodontic sealer on retention of prefabricated posts luted with adhesive composite resin cement. *Quintessence International* **23**, 839-44.
-
-

44. van der Sluis LW, Gambarini G, Wu Mk, Wesselink PR (2006) The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal* **39**, 472-76.
45. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR (2007) Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal* **40**, 415-26.

Legend of Figures

Figure 1: Representative images of the root canals before and after removing the filling material with Gates Glidden and Largo drill (GLG), Ultrasound and Clearsonic (UCG), Ultrasound with Clearsonic associated with Easy Clean (UCEG) and Ultrasound with Clearsonic associated with Irrisonic (UCIG).

Figure 2: Scanning electron microscopy images of the root canal walls after the cleaning protocols with Glidden Gates and Largo group (GLG): cervical (A and B), middle (C and D) and apical (E and F) thirds (x 1000).

Figure 3: SEM images of the root canal walls after the cleaning protocols with Ultrasound and Clearsonic group (UCG): cervical (A and B), middle (C and D) and apical (E and F) thirds (x 1000).

Figure 4: Scanning electron microscopy images of the root canal walls after the cleaning protocols of Ultrasound with Clearsonic associated with Easy Clean group (UCEG): cervical (A and B), middle (C and D) and apical (E and F) (x 1000).

Figure 5: SEM images of the root canal walls after the cleaning protocols of Ultrasound with Clearsonic associated with Irrisonic group (UCIG): cervical (A and B), middle (C and D) and apical (E and F) (x 1000).

Tables**Table 1:** Mean and standard deviation of volume (mm³) of filling material before and after removal procedures.

Groups	Volume before removal procedure	Volume after removal procedure	% residual filling material
GLG	6.82(1.94) ^A	0.78(0.58) ^B	10.98 (6.99) ^a
UCG	6.31(1.70) ^A	0.10(0.23) ^B	2.00 (4.74) ^b
UCEG	7.38(2.16) ^A	0.16(0.12) ^B	2.15 (1.49) ^{bc}
UCIG	6.52(1.33) ^A	0.24(0.11) ^B	3.92 (2.00) ^{ac}

Capital letters indicate a significant difference intra-group (before x after removal procedure) ($p < 0.05$).

Lower case letters indicate differences in volumes between groups ($p < 0.05$).

Table 2: Median, minimum, and maximum of scores attributed cleaning of root canal walls.

Groups	Median	Mínimum	Máximun
GLG	4 ^a	4	4
UCG	2 ^b	1	3
UCEG	4 ^{ab}	2	4
UCIG	3.5 ^{ab}	2	4

Lower letters indicate a significant difference intra-group ($p < 0.05$).

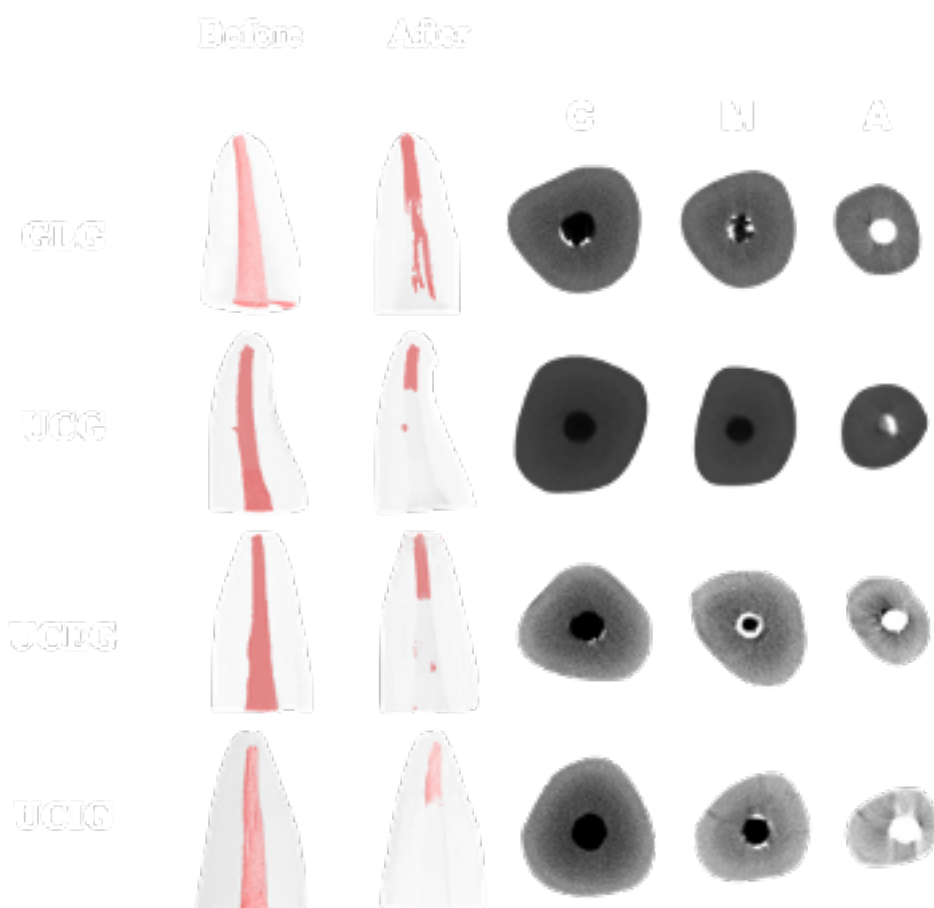
Table 3: Mean and standard deviation of the amount (mm³) of dentin remaining before and after filling removal procedures and the percentage of dentin wear.

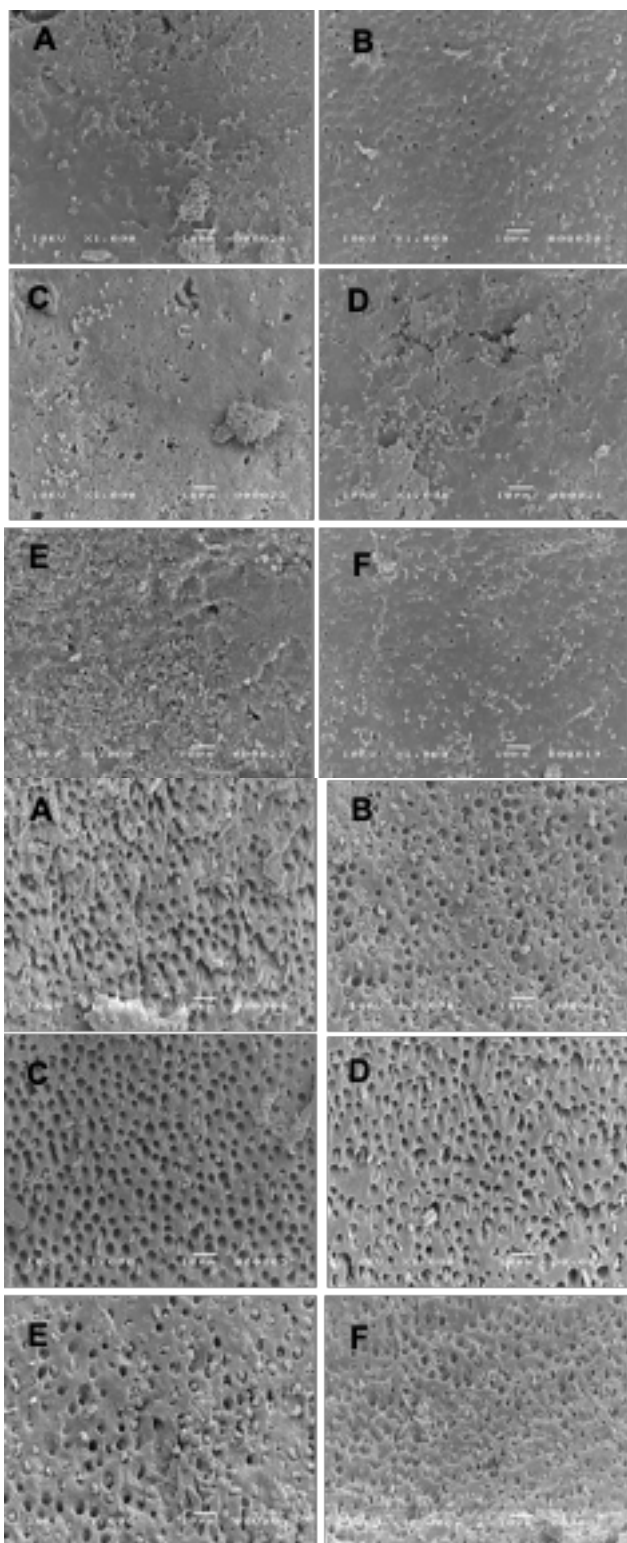
Groups	Before removal procedure	After removal procedure	% dentin wear
GLG	176.70 (34.1) ^{Aa}	147.66 (32.8) ^{Ba}	16.0 (11.26) ^a
UCG	174.15(38.6) ^{Aa}	143.71 (31.7) ^{Ba}	16.6 (10.92) ^a
UCEG	151.61 (16.0) ^{Aa}	135.04 (14.0) ^{Ba}	10.7 (7.04) ^a
UCIG	172.41 (22.2) ^{Aa}	154.75 (25.1) ^{Ba}	10.5 (5.12) ^a

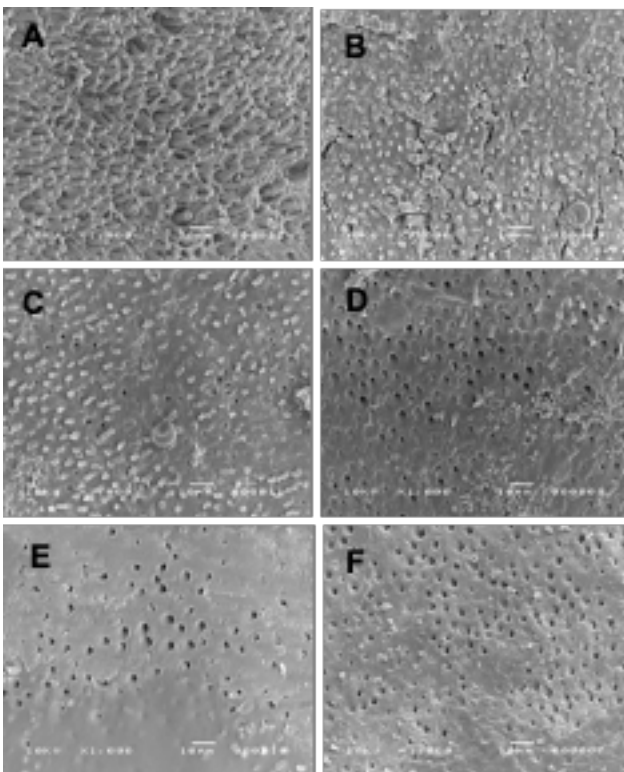
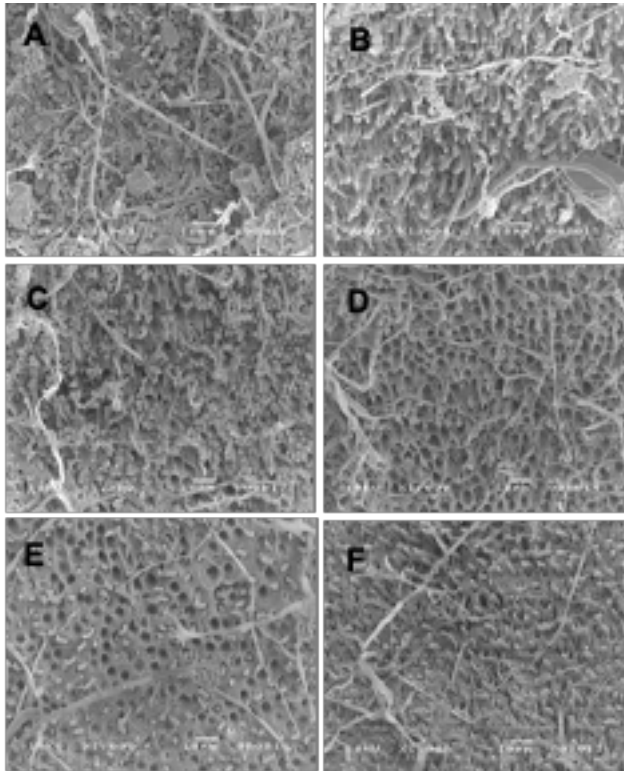
Capital letters indicate a significant difference intra-group (before x after removal procedures) ($p < 0.05$).

Lower case letters indicate differences in volumes between the groups before and after removal procedures and percentage of dentin wear ($p < 0.05$).

Figures







2.2 Artigo 2 – Avaliar a resistência de união - *push out* em dentes preparados para pino com o inserto Clearsonic.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar os protocolos convencional x ultrassom no preparo do espaço para pino intrarradicular de fibra de vidro e a adesividade do pino de fibra de vidro cimentado. Foram selecionados 20 incisivos centrais superiores humanos extraídos, com comprimento e anatomia similares. Os dentes foram seccionados na região cervical, padronizando em 12 mm o comprimento das raízes e instrumentados em 11mm, com o sistema rotatório Protaper e obturados com guta-percha e cimento Sealer 26 pela técnica de condensação lateral. Realizada a obturação os dentes foram submetidos à análise no micro CT Skycan 1174v2 e, após foram desobturados em 8mm e os preparos para pino foram realizados de acordo com o protocolo de cada grupo: Grupo I - Desobturação com brocas Gates Glidden, brocas de Largo e kit de brocas para pino; Grupo II - Desobturação com o inserto Clearsonic. Para cimentação, os pinos de fibra de vidro foram tratados seguindo as recomendações do fabricante e, cimentados com o cimento resinoso autoadesivo. As raízes foram seccionadas transversalmente (em 3 terços) em máquina de corte (Isomet 1000) com 1,5 mm de espessura sendo descartado a porção apical (obturação). As secções foram submetidas ao teste de resistência de união *push out* (Instron 3342) e as falhas adesivas entre: 1) cimento e a dentina – CD; 2) cimento e o pino (CP), observadas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) com aumento de 25x e por meio de Estereomicroscópio. Os resultados mostraram que o grupo do inserto Clearsonic foi mais efetivo na desobturação e proporcionou maiores valores de resistência de união por meio do teste *push out*. E a falha adesiva foi predominante para os dois grupos não havendo diferença estatisticamente significativa. Pode-se concluir que o uso do

inserto Clearsonic mostrou ser efetivo tanto na desobturação do canal radicular removendo grande quantidade de material obturador quanto na resistência de união em dentes com espaços preparados para pino de fibra de vidro.

Palavras-chave: Preparo para pino; Canal radicular; Clearsonic; Irrisonic; Easy Clean; Endodontia.

Introdução

Para restabelecer forma e função em dentes tratados endodonticamente que necessitam de reconstruções coronárias, o uso de retenções para reforçar o material restaurador direto ou indireto se faz necessário (ZICARI et al. 2008; JAYASENTHIL et al. 2016). Entretanto, para se fazer uso dessas retenções se requer desgaste da estrutura dental remanescente, o que pode estar associada com a capacidade do dente em resistir aos esforços mastigatórios (SHILLINGBURG et al. 1998; KON et al. 2013; SANTINI et al. 2014). As retenções intrarradiculares ajudam nas distribuições de forças no longo eixo da raiz (MOHSEN, 2012). Existem no mercado Odontológico retentores intrarradiculares também conhecidos como pinos intrarradiculares, os quais podem ser metálicos, ou cerâmicos, que são mais rígidos e sofrem corrosão, além de exigirem mais tempo clínico e laboratorial, elevando assim seu custo e aumentando a complexidade do seu preparo e limitando seu uso, pois não são estéticos (MORGANO, BRACKETT, 1999; AMARNATH et al. 2015). Podem ser metálicos pré-fabricados (de aço inoxidável, titânio puro ou liga de titânio-alumínio-vanádio); contudo esses pinos não estão entre as primeiras opções porque podem provocar fraturas de raiz, devido à concentração de estresse na região apical (GRANDINI et al. 2005; KIVANÇ et al. 2009). Há ainda os não metálicos de fibra de carbono, cerâmico e fibra de vidro.

Os retentores ou pinos intrarradicular apresentam também uma classificação quanto à geometria – podem ser paralelos ou cônicos; quanto à configuração de superfície – podem ser serrilhados, lisos ou rosqueados, e são inseridos no canal radicular por meio de retenção: a) ativo (são rosqueados na dentina) e, b) passivo (por cimentação).

Quanto aos pinos intrarradiculares não metálicos, eles podem ser reforçados por fibras de carbono que oferecem resistência à flexão em uma matriz epóxica e esta fornece resistência contra tensões de compressão, podendo interagir com os monômeros funcionais contidos nos cimentos resinosos (ASMUSSEN; PEUTZFELDT; HEITMANN, 1999; ZICARI et al. 2012)

e, os pinos intrarradiculares não metálicos reforçados por fibra de vidro, ainda mais estéticos que os pinos reforçados por fibras de carbono (SHWARTZ; ROBBINS, 2004;).

Esse pinos apresentam uma mistura de silicone, alumínio e óxido de magnésio dispostos em uma matriz de resina, com boa estabilidade e propriedades mecânicas (FERRARI et al. 2000; CAGIDIACO et al. 2008), possuem modo de elasticidade próximo ao da dentina, sendo capaz de flexionar junto com o dente durante sua função, promovendo uma melhor distribuição das forças mastigatórias, resultando assim em uma menor incidência de fratura de raízes (SHWARTZ; ROBBINS, 2004), pois, possuem boa resistência flexural proporcional ao diâmetro do pino (CHELEUX; SHARROCK, 2009), são translúcidos e com a capacidade de foto transmissão, ou seja, conduz a luz ao longo de sua extensão (PARISI et al. 2015; FURTOS; BALDEA; SILAGHI-DUMITRESCU, 2016). Os pinos de fibra de vidro, permitem uma maior preservação do tecido dental (FERRARI et al. 2000), e fornece um bom desempenho biomecânico, graças a três atributos principais: pino, núcleo, cimento e dentina constituem um conjunto homogêneo mostrando boa aderência aos sistemas cimentantes (SILVA et al. 2009). Para a cimentação é necessário realizar a limpeza da superfície do pino intrarradicular previamente, no intuito de melhorar a resistência de união com a dentina do canal radicular (VANO et al. 2006). A limpeza é promovida com álcool 70%, e seco com jato de ar e após, efetua-se a silanização (FARINA et al. 2016; JAYASENTHIL et al. 2016).

Existe várias opções de cimentos para a cimentação de pinos intrarradicular, tais como: fosfato de zinco, ionômero de vidro, ionômero de vidro modificado por resina, cimentos resinosos convencionais e cimentos resinosos autoadesivos (SCHWARTZ; ROBBINS, 2004). Entretanto como critério de escolha é importante que o cimento possua uma fluidez para favorecer a penetração entre o pino e a dentina, além disso, também deve vedar toda a extensão das paredes do canal radicular (CANTORO et al. 2008).

O Cimento Autoadesivo RelyX U200 é um cimento resinoso dual que, de acordo com o fabricante, tolerante à umidade e é indicado para cimentação de restaurações indiretas e para fixação de pinos intrarradiculares endodônticos. Anteriormente à cimentação do pino intrarradicular, há necessidade de se realizar a desobturação do canal, seguido do preparo intrarradicular.

Entretanto, o procedimento de desobturar e o preparo do dente tratado endodonticamente para a colocação de um retentor intrarradicular preservando a estrutura dental, requer uma boa técnica e instrumentos que possam auxiliar essa etapa, para não fragilizar ainda mais o dente (HEIDECHE; BUTZ; STRUB. 2001). Para este procedimento, pode ser utilizado solventes ou não, há na literatura também o uso de brocas Gates Glidden e de brocas de Largo de acordo com o diâmetro do canal radicular (STABHOLZ; FRIEDMAN. 1998), seguido do uso das brocas específicas que acompanham o kit de pinos pré fabricados. O uso de instrumentos mecanizados para desobturação também tem sido agregado, limas manuais, calcadores aquecidos, e o uso de ultrassom associado a pontas específicas para Endodontia (LADLEY et. al. 1991; VAN DER SLUIS et al. 2007).

Um fator importante que deve ser observado no momento da desobturação e do preparo para pino intrarradicular é o quanto esses procedimentos desgastam a estrutura dental, o que pode resultar em fratura da raiz durante a mastigação (JAN; WHANG. 1985; LIU et al. 2014).

Inserida no mercado a Clearsonic (HELSE – S. R. do Viterbo, São Paulo, Brasil) é um inserto para ultrassom com a finalidade, de acordo com o fabricante, de promover a remoção de guta-percha, além disso, o uso do ultrassom pode promover menor desgaste da estrutura dental e colabora na remoção do material obturador (BERNARDES, et al., 2015).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi o de comparar através da microscopia eletrônica de varredura (MEV), microtomografia computadorizada (Micro-CT), estereomicroscopia e teste “push out”, a desobturação do canal utilizando o ultrassom

complementado com os insertos Clearsonic ao método convencional de preparo para pino quanto à adesividade de pinos de fibra de vidro cimentados.

Materiais e método

O projeto do presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo e Plataforma Brasil (CAAE: 94430318.0.0000.5417).

Seleção dos dentes extraídos:

Foram selecionados 20 dentes humanos extraídos, Incisivos Centrais Superiores, hígidos com o comprimento e anatomia similares, e que não tenham sofrido tratamento endodôntico. Os dentes foram imersos em solução de Timol a 0,1 por cento (%), e mantidos em geladeira, até o momento do uso.

Seccionamento da Coroa do dente:

Os dentes selecionados foram seccionados na região cervical, perpendicular ao longo eixo do dente, com auxílio de um disco dupla face diamantado sob constante irrigação, em aparelho de corte de precisão Isomet Low Speed Saq (Bauehler, Lake Bluff - IL - EUA), e padronizados em 12 mm o comprimento das raízes (Wang et al. 2013), medidos com o auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo Corp. Tóquio, Japão) e radiografia periapical.

Instrumentação:

O comprimento de trabalho foi estabelecido em 11mm pela visualização da lima tipo K nº 15 (Dentsply – Maillefer Instruments S.A – Ballaigues – Suíça), no forame apical e subtraindo-se 1 mm. O canal foi inundado com a solução de Hipoclorito de sódio a 1% para

exploração inicial dos 2/3 terços do comprimento de trabalho com a lima manual tipo K nº 15 (Dentsply – Maillefer Instruments S.A – Ballaigues - Suíça) Para a instrumentação dos canais radiculares, foram utilizados instrumentos rotatórios ProTaper F 4 e F5 (Dentsply – Maillefer Instruments S.A – Ballaigues - Suíça), acionados com um motor elétrico X Smart (Dentsply – Maillefer Instruments S.A – Ballaigues - Suíça), em rotação contínua de 250 rpm (rotações por minuto) e torque entre 1.0 e 1.4 Ncm. Entre cada instrumento, e a cada troca, foi realizada irrigação com hipoclorito de sódio 1%, neutralizado com soro fisiológico e ao final, para remoção da smear-layer foi aplicada 3ml de solução de EDTA (Biodinâmica, Ibitiporã – Paraná – Brasil) com auxílio de uma seringa plástica e agitada com lima tipo K nº 20 (Dentsply – Maillefer Instruments S.A – Ballaigues - Suíça), seguida de irrigação com 5ml de água deionizada para neutralização da solução de EDTA.

Obturação:

Os canais radiculares, foram secos com cones de papel absorvente (Dentsply – Maillefer Instruments S.A – Ballaigues - Suíça), e obturados com guta-percha e cimento Sealer 26 (Dentsply – Maillefer Instruments S.A – Ballaigues - Suíça), e cones XF e FF (Dentsply – Maillefer Instruments S.A – Ballaigues - Suíça) pela técnica de condensação lateral ativa e compactação vertical.

Após a obturação dos canais, as raízes foram escaneadas em MicroCT (Fig. 1) e após, armazenadas por um período de 10 dias (presa total do cimento endodôntico), em estufa (Estufa 502, Fanem, São Paulo, SP, Brasil) a 37 +/- 1 Graus Celsius (°C).

Grupos experimentais:

Na sequência, as raízes foram divididas aleatoriamente compondo 02 (dois) grupos experimentais, relativo ao procedimento de desobturação (tabela 1).

Tabela 1. Grupos de acordo com o protocolo empregado para desobturação dos canais.

GRUPOS	
(N=10)	PROTOCOLO DE DESOBTURAÇÃO
Grupo I	Brocas de Gates Glidden + Brocas de Largo + Broca White post DC
Grupo II	Clearsonic

Desobturação e preparo dos canais radiculares para pino

A desobturação e o preparo para pino foram realizados de acordo com os seguintes protocolos:

Grupo I – A desobturação foi realizada com a broca Gates Glidden nº 3 (Dentsply – Maillefer Instruments S.A – Ballaigues – Suíça) e brocas de Largo já com um limitador de penetração em aproximadamente 2/3 da extensão do canal (8mm), em baixa rotação para remoção de resíduos de material obturador do interior do canal radicular. Na sequência foram utilizadas as brocas que acompanham o Kit de pinos Whitepost DC1 (FGM – Joinville, Santa Catarina, Brasil), de diâmetros 1,6 mm mantendo 3 mm de material obturador dentro de canal verificados com uma régua endodôntica milimetrada (Dentsply – Maillefer Instruments S.A – Ballaigues – Suíça). A irrigação final foi realizada com hipoclorito a 1%, neutralizado com soro fisiológico, e ao final para remoção dos detritos foi aplicado 3ml de solução de EDTA (Biodinâmica, Ibiporã – Paraná – Brasil) com auxílio de uma seringa plástica e agitada (ativação manual) com lima tipo K nº 20 (Dentsply – Maillefer Instruments S.A – Ballaigues - Suíça) seguido de irrigação com 5ml de água deionizada para neutralização da solução de EDTA (a solução foi renovada e agitada por 3 vezes de 20 segundos cada).

Grupo II - A desobturação neste grupo foi realizada com o inserto Clearsonic (HELSE – S. R. do Viterbo, São Paulo, Brasil), e acionada por ultrassom (NSK multi-task ultrasonic system, Nakanishi Inc., Tochigi, Japan) operando no modo Endo e potência 2 para remover a

guta-percha e cimento das porções coronal e média do canal radicular, por meio da ativação ultrassônica, seguindo as recomendações do fabricante. A desobturação foi realizada posicionando o inserto Clearsonic no centro do material obturador, o ultrassom era acionado, e atingindo o amolecimento do material obturador e, com movimentos de pinceladas no sentido das paredes do canal radicular, o material obturador foi se desprendendo, feito isso, o ultrassom era desligado para promover o resfriamento e, tão logo, (sem acionar o ultrassom) o inserto era removido do canal radicular com a gutta percha aderida. A desobturação foi realizada até atingir o CT (8mm) pré estabelecido e marcado com o stop em posição, mantendo 3 mm de material obturador dentro do canal de todas as raízes, de acordo com o grupo I, A irrigação final foi realizada com hipoclorito a 1%, neutralizado com soro fisiológico, e ao final para remoção dos detritos foi aplicado 3ml de solução de EDTA (Biodinâmica, Ipirorã – Paraná – Brasil) com auxílio de uma seringa plástica e agitada (ativação ultrassônica) com o inserto Clearsonic (HELSE – S. R. do Viterbo, São Paulo, Brasil), seguido de irrigação com 5ml de água deionizada para neutralização da solução de EDTA (a solução foi renovada e agitada por 3 vezes de 20 segundos cada).

Após o procedimento de desobturação, os dentes foram novamente submetidos ao micro CT usando o mesmo parâmetro previamente estabelecido, com o objetivo de verificar a remoção do material obturador. Constatada a remoção, as raízes foram destinadas a cimentação do pino de fibra de vidro (Fig. 1).

Cimentação do pino de fibra de vidro

Os pinos selecionados foram os de reforço intrarradicular (compósitos de fibra de vidro e resina epóxi) DC1 Whitepost (FGM – Joinville, Santa Catarina, Brasil), 20mm/comp x 1,6mm diâmetro na cervical de 0,85 mm de diâmetro na apical para o grupo convencional e, para o

grupo onde se utilizou o Ultrassom para preparar o espaço para pino, os pinos de fibra de vidro foram confeccionados sob medida com 0,5 mm na apical para serem cimentados nos canais radiculares e com base no último instrumento utilizado no tratamento endodôntico ou seja, os pinos “experimentais” desenvolvido para esta pesquisa pela FGM (FGM – Joinville, Santa Catarina, Brasil) tinham medidas e formatos similar a lima rotatória Protaper 05. Os pinos de fibra de vidro foram tratados de acordo com o seguinte protocolo: limpeza com álcool 70% (Mega Química Indústria e Comércio Ltda. - Pederneiras - São Paulo, Brasil), secagem, aplicação de uma camada de silano Prosil (FGM Produtos Odontológicos - Joinville - SC, Brasil) e secagem por 1 minuto com jato de ar. Para o cimento autoadesivo RelyX U200 resinoso dual (3M Deuschaland GmbH, Neuss, Germany), foi seguida as recomendações do fabricante. O cimento foi depositado no canal com o aplicador intracanal, e o pino levado em posição ao canal radicular com auxílio de uma pinça clínica e, após a remoção dos excessos do cimento, foto ativado por 20 segundos cada face com um aparelho de luz LED – DB685 – frequência 50/60Hz. e 1.5VA (Dabi Atlante – Ribeirão Preto, SP, Brasil), de acordo com as recomendações do fabricante, sendo que tempo total da presa química entre 6 a 7 minutos.

Preparo dos dentes para Teste “Push-out”

As raízes foram armazenadas durante 48hs em estufa (Estufa 502, Fanem, São Paulo, SP, Brasil) a 37 +/- 1 Graus Celsius (°C). Após, foram seccionadas transversalmente em 3 secções, com 1,5 mm de espessura cada uma, totalizando 60 amostras (30 amostras por grupo), sendo descartada a porção apical (obturação), aferidas com um paquímetro digital (Mitutoyo Corp. Tóquio, Japão), e identificada a porção voltada para a cervical, para realização do teste. Para seccionar as raízes foi utilizado um disco diamantado sob refrigeração e irrigação constante na máquina de corte Isomet 1000 Precision Saw (South Bay Techonology Inc., Buehler, Lake

Bluff, IL, Estados Unidos). Após o seccionamento, as secções foram mantidas em local seco por mais 24 horas.

Teste “Push-out”

As secções foram colocadas em um suporte metálico de aço inoxidável contendo uma abertura central de 2,5 mm de diâmetro, compatível com o diâmetro dos pinos utilizados. A carga foi aplicada somente sobre a superfície do pino, no sentido ápico coronal, a partir da superfície apical, devido ao formato cônico dos pinos, sendo que, dessa forma o pino foi empurrado para a parte mais larga do canal (Fig. 2), por meio de pontas metálicas com diâmetro de 1,3 mm, 1,0 mm, 0,8 mm e 0,5mm acopladas à máquina de ensaio universal Instron 3342 (Instron Co, Canton, MA, Estados Unidos). A seleção da ponta foi feita de acordo com o terço da secção correspondente: terço cervical (1,3/1,0 mm), terço médio (1,0/0,8 mm) e terço apical (0,8/ 0,5 mm). Foi utilizada célula de carga de 500 Kg (5N), com velocidade de 0,5 mm/minuto. Os valores da resistência de união foram registrados no momento da saída do pino do canal radicular, em quilograma força (Kgf) e, posteriormente, convertidos em mega Pascal (MPa).

Conversão dos valores

Os valores obtidos durante o teste de resistência de união em Kgf foram, posteriormente convertidos em MPa. O cálculo da resistência de união (R_u) foi obtido pela fórmula: $R_u = F/A'$, em que F é a força presente no momento do deslocamento do pino, em MPa e A' corresponde à área onde a força era exercida (fig. 1).

Os diâmetros (voltado para a face coronal da raiz e apical) dos pinos e a espessura de cada secção foram aferidas com paquímetro digital e a área total, em mm^2 :

$$A' = \pi (R_2 + R_1) [h'^2 + (R_2 - R_1)^2]^{0,5}$$

Na qual $\pi=3,14$; R2= raio coronal da área de cimentação; R1= raio apical da área de cimentação; h'= espessura da secção. O cálculo foi realizado no programa Excel.

Análise das falhas adesivas

As falhas nas secções foram observadas por meio de Estereomicroscópio modelo ZEIS Estereo 2000C com câmera Axio Cam (Carl Zeiss MicroImaging, LLC, EUA) e microscopia eletrônica de varredura Aspen Express SEM (FEI Europe, Eindhoven. The Netherlands) com aumento de 25x, com o propósito de visualizar as falhas adesivas ocorrida: 1) entre o cimento e a dentina (ACD); 2) entre o cimento e o pino (ACP); 3) falha coesiva do cimento (CC); 4) falha coesiva do pino (CP); falha mista (FM). Para isso as secções foram mantidas em temperatura ambiente por 12 horas.

Os dados coletados foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov que demonstrou distribuição normal. Os resultados foram submetidos ao teste ANOVA a dois critérios seguido do teste de Tukey para comparações entre os grupos e o teste QUI-quadrado para verificar o percentual (%) de associação em relação ao tipo de fratura. O nível de significância adotado foi de 5%.

Resultados

Os dados com os valores de média e desvio padrão estão representados na tabela 2.

A análise descritiva de variância ANOVA a dois critérios, avaliou o fator grupo em dois níveis: 1) Convencional; 2) Ultrassom; e, o fator terço em 3 níveis: A) cervical, B) médio e C) apical. A variável de resposta avaliada: valores de 'push out'.

Os resultados mostraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos, entretanto, não mostrou diferença entre os terços cervical, médio e apical no mesmo grupo. O teste de Tukey, mostrou que o grupo convencional apresentou valores menores no teste de

resistência de união – “push-out” comparado ao grupo do Ultrassom, em todos os terços. O teste Qui-quadrado mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa do tipo de falha nos dois grupos e que, de maneira geral o tipo de falha predominante foi a adesiva (tabela 3).

A análise em microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura (MEV) possibilitaram a identificação do tipo de falha predominante na interface dos dois grupos (Figura 3 – A, B; Figura 4 – A, B, C e D).

Tabela 2. Média/DV dos valores de resistência de união (MPa) dos grupos avaliados.

GRUPO	TERÇO	MÉDIA/ DV
CONVENCIONAL	CERVICAL	5,44 +/- 3,89 ^A
CONVENCIONAL	MÉDIO	3,47+/- 2,82 ^A
CONVENCIONAL	APICAL	5,83+/- 3,66 ^A
ULTRASSOM	CERVICAL	10,60+/- 3,98 ^B
ULTRASSOM	MÉDIO	9,64+/- 3,54 ^B
ULTRASSOM	APICAL	10,04+/- 3,97 ^B

Onde: Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Tabela 3. % da predominância do tipo de falha nos grupos e terços testados.

Tipo/Falha	C. Cervical	C. Médio	C. Apical	U. Cervical	U. Médio	U. Apical
Coesiva	10	0	0	0	0	0
Mista	0	20	10	20	10	20
Adesiva	90	80	90	80	90	80

Discussão

De maneira geral, a literatura evidencia que o tratamento endodôntico associado a grande perda de estrutura dental importante de reforço (Maccari et al. 2003; Jayasenthil et al. 2016) intensifica o uso de um retentor intrarradicular para promover ou reter a restauração final (Peroz et al. 2005). O teste de *push out* foi o método utilizado para avaliar a resistência de união do pino cimentado na dentina intrarradicular por meio de secções ou fatias dos terços, a fim de simular as variações encontradas na estrutura da dentina no interior do canal radicular e com isso obter resultados mais precisos das diferentes regiões (Wang et al. 2013; Alizadeh et al.

2015). Essas variações morfológicas dos diferentes diâmetros dos túbulos dentinários em toda a extensão da dentina radicular, podem influenciar diretamente na adesão do pino, principalmente no terço apical comparado ao terço cervical (Perdigão et al. 2007; Silva E et al. 2021).

É importante ressaltar que não encontramos na literatura estudos prévios utilizando o inserto Clearsonic para preparo para pino. Entretanto, estudos relacionam sua indicação satisfatória na remoção de material obturador em casos de retratamento.

Os resultados deste estudo mostraram que no grupo onde se utilizou somente o inserto Clearsonic na desobturação e preparo para pino, apresentou valores maiores de resistência de união no teste *push-out* em todos os terços comparado ao grupo Convencional onde, a desobturação e o preparo para pino foram realizados com brocas de Gates Glidden, Largo e broca específica do kit de pinos. Já nos estudos de Silva E et al. em 2021, a resistência de união foi significativamente menor no terço apical comparado aos terços médio e coronal.

A força de união dos retentores intrarradiculares depende da força de união entre o agente cimentante e o pino de fibra de vidro, e entre o agente cimentante e a dentina e, quando essa força de união é alcançada, os índices de fratura do dente são reduzidos (Sidoli et al. 1997).

A condição da dentina, a orientação dos túbulos dentinários, o agente irrigante, o tipo de selador endodôntico e a presença de resíduos de material obturador podem influenciar na interface de união entre dentina-cimento-pino (Ferrari et al. 2000; Perdigão et al. 2007; Kul et al. 2016) assim como a adesão ao canal radicular está correlacionada à qualidade da formação da camada híbrida (Bitter K et al. 2004) e esta, da limpeza promovida nos túbulos dentinários. Colaborando com os resultados deste trabalho do grupo utilizando o inserto Clearsonic, Kermanshah et al. em 2017 mostraram valores de resistência de união aumentados com o uso associado de insertos ultrassônicos para promoverem a limpeza do espaço preparado para pino antes da cimentação e, de Rivera-Peña et al. que em 2018, em uma análise em Micro CT,

mostraram a efetividade do inserto Clearsonic associado ao instrumento Reciproc 25/08 na remoção de material obturador em canais com achatamentos, diminuindo significativamente a porcentagem (%) de resíduo em toda extensão do canal radicular inclusive no terço apical. Em contrapartida, Silva EJNS et al. em 2019; e, Tavares SJO et al. em 2021, em trabalhos distintos mostraram que o instrumento XP endo Finisher R removeu mais material obturador comparado ao inserto Clearsonic em casos de retratamento do canal radicular.

Neste trabalho, os resultados mostraram menor resistência de união para o grupo Convencional onde o preparo para pino foi realizado com as brocas de Gates Glidden, Largo e as brocas específicas que acompanham o kit de pino de fibra de vidro comparado ao grupo do inserto Clearsonic. Tsintsadze et al. em 2015, mostraram em um estudo que o grupo onde o preparo foi realizado com as brocas de Largo, resultaram em valores menores de resistência de união no teste *push out* comparado ao grupo onde o espaço para pino foi preparado com o instrumento MTwo. Marchiulynaite-Ustiliene et al. em 2021, mostraram nos seus resultados por meio de Micro CT, que existe uma relação entre a extensão de contaminação do canal radicular com restos remanescentes do material obturador promovida pela ação das brocas para preparo para pino nas diferentes partes do espaço preparado e a forma anatômica dos canais radiculares.

Em 2010, Kim et al. observaram que o uso de instrumentos mais rígidos como as brocas de Gates Glidden, Largo e Peeso resultam em maior contato com as paredes gerando mais fricção e concentração de tensão na raiz e podem levar a pequenas fissuras radiculares apicais; já os estudos de Zuli et al. 2020, mostraram que esses instrumentos podem gerar defeitos na dentina radicular, levando a um impacto significativo na propagação dessas fissuras, ambos, colaboram com os resultados desse estudo. Entretanto, estudos prévios como o de Coniglio et al. em 2008, reportaram bons resultados da ação das brocas de Largo na limpeza das paredes e, em preparos para pino quando comparado com as limas MTwo.

As falhas adesivas na interface entre o cimento e a dentina radicular foram encontradas em maior quantidade nos dois grupos analisados neste estudo e, nos resultados dos estudos realizado por Silva NRD et al. 2019 e, por Silva E et al. em 2021. Diferentemente dos resultados obtidos no estudo de Scotti N et al. em 2014, onde as falhas adesivas ocorreram na interface entre o cimento e o pino.

Os cimentos resinosos autoadesivos simplificam o passo a passo clínico dispensando o tratamento prévio da dentina radicular reduzindo o tempo do atendimento clínico. A literatura é ampla quando descreve as prováveis causas da ocorrência de falhas adesivas que influenciam na resistência de união. Dentre elas, podemos citar a espessura da linha de cimento entre o material e o substrato que idealmente deve ser fina, para menor contração de polimerização do material evitando lacunas e a tensão de polimerização (Alster et al. 1997); a possibilidade de o ar ficar aprisionado durante a inserção do pino (da Silva et al. 2015); a variação da intensidade da luz que atinge os terços cervical, médio e apical (Daleprane et al. 2014) e a importância das paredes limpas e da formação da camada híbrida (Bitter et al. 2004). Neste estudo, consideramos tais fatores como possíveis causas, já que a literatura evidencia a dificuldade de relacionar um fator isolado.

Dada as limitações deste estudo, outros testes devem ser realizados quanto a fratura e adesividade do pino dentro da metodologia pesquisada.

Conclusão

O uso do inserto Clearsonic mostrou ser efetivo na desobturação do canal radicular removendo grande quantidade de material obturador e na resistência de união em dentes com tratamento endodôntico que necessitam de preparo para colocação de um retentor intrarradicular.

Referências Bibliográficas

1. Alizadeh Oskoe P, Noroloyouni A, Pornaghi Azar F, Sajjadi Oskoe J, Pirzadeh Ashraf A. Effect of resin cement pre-heating on the push-out bond strength of fiber post to root canal dentin. *J Dent Rest Clin Dent Prospects*. 2015 Fall;9(4):233-8.
 2. Alster D, Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Polymerization contraction stress in thin resin composite layers as a function of layer thickness. *Dent Mater*. 1997 May;13(3):146-150.
 3. Amarnath GS, Pandey A, Prasad HA, Hilal M. Comparative Evaluation of Enhancing Retention of Dislodged Crowns Using Preparation Modifications and Luting Cements: An In- Vitro Study. *J Int Oral Health*. 2015;7(8):47-51.
 4. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent*. 1999;27(4):275-278.
 5. Bernardes RA, Duarte MA, Vivan RR, Alcalde MP, Vasconcelos BC, Bramante CM. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *Int Endod J*. 2016 Sep;49(9):890-897.
 6. Bitter K, Paris S, Martus P, Schartner R, Kielbasa AM. A confocal laser scanning microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. *Int Endod J*. 2004 Dec;37(12):840-848.
 7. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont*. 2008;21(4):328-336.
 8. Cantoro A, Goracci C, Papacchini F, Mazzitelli C, Fadda GM, Ferrari M. Effect of pre-cure temperature on the bonding potential of self-etch and self-adhesive resin cements. *Dent Mater*. 2008;24(5):577-583.
-
-

9. Cheleux N, Sharrock PL. Mechanical properties of glass fiber-reinforced endodontic posts. *Acta Biomater.* 2009;5(8):3224-3230.
 10. Coniglio I, Magni E, Goracci C, Radovic I, Carvalho CA, Grandini S, Ferrari M. Post space cleaning using a new nickel titanium endodontic drill combined with different cleaning regimens. *J Endod.* 2008 Jan; 34(1):83-86.
 11. Da Silva NR, Aguiar GC, Rodrigues Mde P, Bicalho AA, Soares PB, Veríssimo C, Soares CJ. Effect of resin cement porosity on retention of glass-fiber posts to root dentin: An experimental and finite element analysis. *Braz Dent J.* 2015 Nov-Dec;26(6):630-636.
 12. Daleprane B, Nemesio de Barros Pereira C, Oréfice RL, Bueno AC, Vaz RR, Moreira NA Magalhaes CS. The effect of light-curing access and different resin cements on apical bond strength of fiber post. *Oper Dent.* 2014 Marc-Apr;39(2): E93-100.
 13. Farina AP, Chiela H, Carlini-Junior B, Mesquita MF, Miyagaki DC, Randi Ferraz CC, Vidal CM, Cecchin D. Influence of cement type and relining procedure on push-out bond strength of fiber posts after cyclic loading. *J Prosthodont.* 2016 Jan;25(1):54-60.
 14. Ferrari M; Vich A; Mannocci F; Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent.* May;13(Spec No):9B-13B.
 15. Furtos G, Baldea B, Silaghi-Dumitrescu L. Development of new radiopaque glass fiber posts. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2016; 59:855–862.
 16. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Tay FR, Ferrari M. Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation. *Dent Mater.* 2005;21(2):75-82.
 17. Heidecke G, Butz F, Strub JR. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *J Dent.* 2001 Aug;29(6):427-433.
 18. Jayasenthil A, Solomon-Sathish E, Venkatalakshmi-Aparna P, Balagopal S. Fracture
-

- resistance of tooth restored with four glass fiber post systems of varying surface geometries- An in vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2016;8(1): e44-8.
19. Kermanshah H, Bolhari B, Sedaghat F, Omrani LR. Effect of intracanal post space treatments on push-out bond strength of fiber posts to root dentin. *J Dent (Tehran)*. 2017 Jan;14(1):55-61
 20. Kim HC, Lee MH Yum J, Versluis A, Lee CJ, Kim BM. Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. *J Endod*. 2010 Jul;36(7):1195-1199.
 21. Kivanç BH, Alaçam T, Ulusoy OI, Genç O, Görgül G. Fracture resistance of thin-walled roots restored with different post systems. *Int Endod J*. 2009;42(11):997-1003.
 22. Kon M, Zitzmann NU, Weiger R, Krastl G. Postendodontic Restoration: a survey among dentists in Switzerland. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 2013;123(12):1076-1088.
 23. Kul E, Yeter KY, Aladag LI, Ayranci LB. Effect of different post space irrigation procedures on the bond strength of a fiber post attached with a self-adhesive resin cement. *J Prosthet Dent*. 2016 May;115(5):601-605.
 24. Ladley RW, Campbell AD, Hicks ML, Li SH. Effectiveness of halothane used with ultrasonic or hand instrumentation to remove gutta-percha from the root canal. *J Endod*. 1991;17(5):221-224.
 25. Liu C, Liu H, Qian YT, Zhu S, Zhao SQ. The influence of four dual-cure resin cements and surface treatment selection to bond strength of fiber post. *Int J Oral Sci*. Mar 2014; 6(1): 56–60.
 26. Maccari PC, Conceição EM, Nunes MF. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated esthetic posts. *J Esthet Restor Dent*. 2003;15(1):25-31.
 27. Marchiulynaite-Ustiliene R, Trisiniene J, Skucaite N, Auskalnis A, Veberiene R,
-
-

- Machiulskiene V. Microcomputed tomography evaluation of contamination with endodontic obturation material remnants in teeth with different root canal anatomy after post space preparation. *J Prosthet Dent.* 2021 Jun;125(6):900-904.
28. Mohsen CA. Evaluation of push-out bond strength of surface treatments of two esthetic posts. *Indian J Dent Res* 2012; 23:596-602.
29. Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. *J Prosthet Dent.* 1993 Jul;70(1):11-16.
30. Parisi C, Valandro LF, Ciocca L, Gatto MR, Baldissara P. Clinical outcomes and success rates of quartz fiber post restorations: a retrospective study, *J Prosthet Dent.* 2015;114(3):367–372.
31. Perdigão J, Gomes G, Augusto V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. *J Prosthodont.* 2007 May-Jun;16(3):154-164.
32. Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores—a review. *Quintessence Int.* 2005 Oct;36(9):737-746.
33. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, DE Andrade FB, Vivan RR. A novel ultrasonic tip for removal of filling material in flattened/oval-shaped root canals: a microCT study. *Braz Oral Res.* 2018 Aug 13;32:e88.
34. Santini MF, Rippe MP, Franciscatto GJ, da Rosa RA, Valandro LF, Só MV, Bier CA. Canal preparation and filling techniques do not influence the fracture resistance of extensively damaged teeth. *Braz Dent J.* 2014;25(2):129- 135.
35. Schwartz RS, Robbins JW: Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004;30(5):289-301.
36. Scotti N, Forniglia A, Bergantin E, Paolino DS, Pasqualini DS, Berutti E. Fiber post adaptation and bond strength in oval canals. *Int Endod J.* 2014 Apr;47(4):366-372.
-
-

37. Shillingburg Jr, H. T. "Restaurações provisórias." *Fundamentos de prótese fixa. São Paulo: Quintecensse* (1998).
 38. Sidoli GE, King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J Prosthet Dent.* 1997 Jul;78(1):5-9.
 39. Silva E, Pereira C, Limeira F, Affonso P, Moreira A, Magalhães C. Bond strength according to the moment fiber post cutting fixed with self-adhesive cement to the root dentin. *J clin Exp Dent.* 2021;13(1):e56-e60.
 40. Silva EJNL, de Lima CO, Barbosa AFA, Ferreira CM, Crozeta BM, Lopes RT. Efficacy of an arrow-shaped ultrasonic tip for the removal of residual root canal filling materials. *Aust Endod J.* 2021 Mar 17.
 41. Silva NR, Castro CG, Santos-Filho PCF, Silva GR, Campos RE, Soares PV et al. Influence of different post design and composition on stress distribution in maxillary central incisor: Finite element analysis. *Indian J Dent Res* 2009;20(2):153-158. [1]
[SEP]
 42. Silva NRD, Rodrigues MP, Bicalho AA, Deus RA, Soares PBF, Soares CJ. Effect of magnification during post space preparation on root cleanness and fiber post bond strength. *Braz Dent J.* 2019 Oct 7;30(5):491-497.
 43. Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment – case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *J. Endod.* 1988 Dec;14(12):607-614.
 44. Tavares SJO, Gomes CC, Marceliano-Alves MF, Guimaraes LC, Provenzano JC, Amoroso Silva P Machado AG, Siqueira JF Jr, Alves FRF. Supplementing filling material removal with XP- Endo Finisher R or R1-Clearsonic ultrasonic insert during retreatment oval canals from contralateral teeth. *Aust Endod J.* 2021 Aug;47(2):188-194.
 45. Tsintsadze N, Garcia M, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Effect of reciproc endodontic treatment with different post space preparation instruments on fiber post retention. *Am J Dent.* 2015 Oct;28(5):251-254.
-
-

46. Van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 2007; Jun;40(6):415-426.
 47. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR, et al. The adhesion between fiber posts and composite resin core: the evaluation of micro tensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J.* 2006;39(1):31-39.
 48. Wang L, Pinto TA, Silva LM, Araújo DFG, Martins LM, Hannas AR, Pedreira APRV, Francisconi PAS, Honório HM. Effect of 2% chlorhexidine digluconate on bond strength of a glass-fiber post to root dentine. *Int Endod J.* 2013;46(9):847-854.
 49. Zicari F, Couthino E, De Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I, et al. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dent Mater* 2008;24(7):967-77.
 50. Zicari F, De Munck J, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Factors affecting the cement-post interface. *Dent Mater.* 2012 Marc;28(3):287-297.
 51. Zuli TAB, Guedes OA, Gonçalves GFZA, da Silva Júnior AR, Borges ÁH, Aranha AMF. Effect of post space preparation drills on the incidence of root dentin defects. *Restor Dent Endod.* 2020;45(4):e53.
-
-

Figuras:

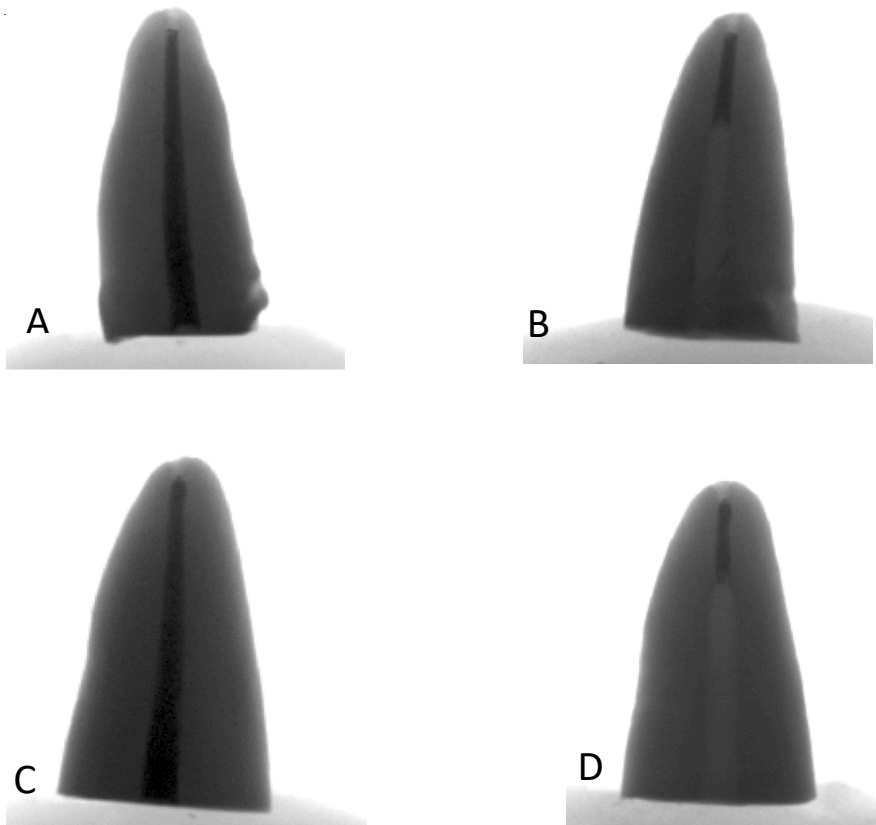


Figura 1. A – B Grupo Convencional– após obturação e desobturação escaneadas em MicroCT;
C – D Grupo Clearsonic– após desobturação escaneadas em MicroCT.

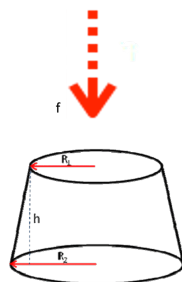


Figura 2: desenho esquemático da área cônica do pino

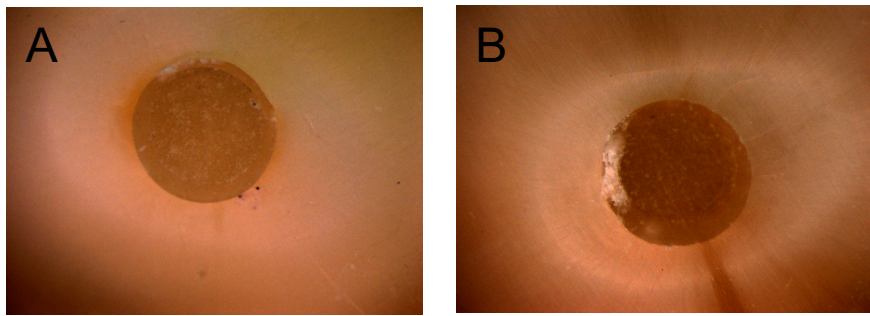


Figura 3. A - Falha adesiva por meio de EsterEomicroscópio modelo ZEIS Estereo 2000C (25x) na interface dente/cimento (grupo convencional); B – falha adesiva na interface pino/cimento (grupo Clearsonic).

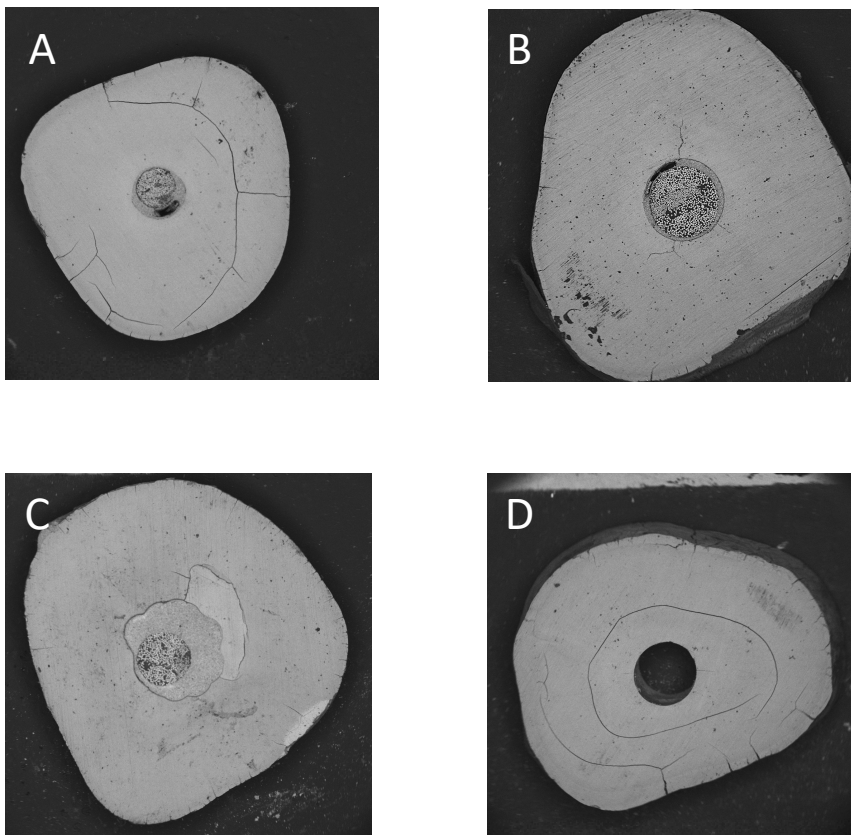


Figura 4. Microscopia eletrônica de varredura: A – falha adesiva (pino/cimento); B – falha adesiva (dente/cimento); C – falha Mista; D – falha coesiva;

3 DISCUSSÃO

3 DISCUSSÃO

Nos estudos os objetivos foram de verificar a efetividade de protocolos de limpeza final das paredes do canal radicular após a remoção do material obturador e a preservação de estrutura dental sadia, assim como a adesividade em dentes desobturados e preparados para colocação de um retentor intrarradicular analisando a resistência de união entre o preparo para pino convencional, ou seja, utilizando brocas de Gates Glidden, Largo e broca específica do kit de pinos e o grupo que apresentou maior quantidade de remoção de material obturador.

Diante do desafio de preparar o espaço do pino, a remoção do material obturador das paredes do canal radicular é importante porque os resíduos da obturação endodôntica acidentalmente deixados podem interferir na polimerização, o que pode afetar a resistência de união do pino à dentina radicular (CONIGLIO et al. 2008; SILVA et al. 2019). Além disso, vale a pena ressaltar que o calor proporcionado pelo atrito das brocas pode produzir uma nova *smear layer* rica em guta-percha, cimento, e, esses resquícios plastificados podem comprometer a penetração, adesão e retenção do pino de fibra (SERAFINO et al. 2004).

Neste estudo, a primeira hipótese foi rejeitada, já que entre os protocolos testados, o protocolo de limpeza das paredes do canal radicular utilizando o ultrassom e o inserto Clearsonic mostrou-se mais efetivo. Os resultados do primeiro artigo mostraram presença de restos de material obturador em todos os grupos experimentais em todos os terços, mas, em menor volume. Resultados semelhantes foram encontrados em outros estudos (CONIGLIO et al. 2008; BERNARDES et al. 2016; RIVERA-PENA et al. 2018; TAVARES et al. 2020). No entanto, diferenças entre os protocolos e os sistemas utilizados foram identificadas, uma vez que o uso da ponta ultrassônica Clearsonic foi mais eficaz do que o uso da broca Gates Glidden e Largo em todas as terços avaliados. CONIGLIO et al., 2008, mostraram que a broca de Largo também foi menos eficaz na remoção do material obturador. TAVARES et al. 2020 comparou a eficácia de XP-Endo Finisher R e Clearsonic como um método auxiliar na remoção de restos de material obturador de canais ovais previamente removidos com Reciproc 50 e demonstrou que ambos os métodos contribuíram para uma redução significativa dos restos de material obturador. Nossos dados revelaram que o uso do Clearsonic principalmente quando seguido do protocolo de limpeza final com a ativação da solução irrigadora, reduziu o volume do material obturador remanescente. Corroborando com este estudo, CONIGLIO et al. 2008 relataram uma

remoção efetiva quando a ativação da solução de irrigação foi usada, e, BERNARDES et al. 2016 avaliaram a quantidade de material obturador residual após o uso de limas rotativas, recíprocas, manuais e broca para remoção de obturações radiculares com ou sem ativação ultrassônica e relataram que a ativação ultrassônica melhorou a remoção. Nos estudos de RODRIGUES et al. 2017 que comparou a eficácia da irrigação ultrassônica passiva (PUI) com Irrisonic e Easy Clean para remoção de material de obturação residual e mostrou que ambos melhoraram a remoção de material remanescente em todos os terços do canal radicular. Também utilizando a Clearsonic na limpeza complementar, TAVARES et al. 2020, mostraram resultados satisfatórios para ativação da solução do irrigante em canais ovais relacionada à redução do material obturador. Em contrapartida, estudos prévios mostraram resultados diferentes como o de ROSA et al. 2015 que, relataram que o PUI com Irrisonic não melhorou a remoção do material obturador após o uso de limas rotativas ou recíprocas para a preparação do canal radicular e de MARTINS et al. 2017 que analisaram a eficácia de sistemas rotatórios e alternativos com irrigação sônica ou ultrassônica, bem como métodos adicionais de limpeza, em canais radiculares ovais e mostraram que, independentemente dos métodos utilizados, nenhum deles melhora significativamente a remoção do material obturador. O efeito superior do Clearsonic talvez ocorra devido à associação de ação física e mecânica deste tipo, uma vez que o Clearsonic tem ação mecânica removendo material nas áreas onde os instrumentos NiTi não conseguiram alcançar (Rivera-Pena et al. 2018) o que irá melhorar a penetração da solução de irrigação.

A irrigação é responsável pela remoção dos remanescentes orgânicos e inorgânicos do canal radicular e a energia gerada pelos dispositivos ultrassônicos pode promover a cavitação e, durante esse processo a formação de ondas ultrassônicas criando “bolhas de ar” a partir de um turbilhão acústico com forças que causam a ruptura física que favorece a remoção da camada de *smear layer* no interior do canal radicular (Ahmad et al. 1987, Van der Luis et al. 2007).

Apesar de ser recomendado para ser usado em procedimentos de retratamento, estudos prévios mostraram o uso do inserto Clearsonic nos procedimentos endodônticos de instrumentação de canais radiculares de formato oval e ativação da solução irrigante (RIVERA-PENA et al. 2019; DE DEUS et al. 2020; TAVARES et al. 2020). Com base nisso, neste estudo, usamos Clearsonic tanto para remover o material obturador quanto como ferramenta complementar para ativar a solução irrigadora. Nossos resultados revelaram que a ativação da solução irrigante com Clearsonic foi melhor do que a agitação com o inserto Irrisonic e a

agitação manual (com limas); além disso, foi identificada uma diferença com o uso do Easy Clean. Nossos dados corroboram com TAVARES et al. 2020 que mostraram significativa remoção do material obturador após o uso do inserto Clearsonic na limpeza adicional e a ativação da solução irrigante de canais ovais.

RETSAS et al., 2016, mostraram a lima ultrassônica apresenta potencial para cortar as paredes do canal durante a ativação ultrassônica, além do que o Clearsonic é projetado para tocar as paredes do canal radicular (DE DEUS et al. 2020; RIVERA-PENA et al. 2018; RIVERA-PENA et al. 2019). Mas, ao contrário do Clearsonic, o Irrisonic mostra uma ponta não cortante e, que foi desenvolvida especificamente para ativar a solução de irrigação usada no centro do canal radicular, não tocando nas paredes do canal radicular. Porém, pode existir a formação do bloqueio de vapor após a ativação ultrassônica passiva e agitação manual (DIOGUARDI et al. 2019, DIOGUARDI et al. 2019a), e, o material plastificado pelo calor de fricção de ação das brocas pode ter bloqueado os túbulos (SERAFINO et al. 2004) interferindo na limpeza. Em conjunto, esses fatos podem ser a razão da ausência de diferença entre a agitação irrisônica e a manual. Portanto, é claro que mais investigações são necessárias para melhor esclarecer os achados. Já ROSA et al. 2015 mostraram em seus resultados, melhora na remoção do material obturador quando o Irrisonic foi usado como método complementar. Mas, o Easy Clean que é um dispositivo não cortante feito de plástico ABS que promove agitação sem nenhum risco de deformar as paredes do canal radicular (KATO et al. 2016, RODRIGUES et al. 2017), apresentou resultados semelhante ao Clearsonic sem criar o bloqueio de vapor, e esta evidência poderia justificar nossos achados. Além disso, novos estudos devem ser realizados para verificar essas relações. A propósito, RODRIGUES et al. 2017 também não encontraram nenhuma diferença entre o Irrisonic e o Easy Clean para remoção de material obturador residual. Ao contrário de BERNARDES et al. 2016 que mostraram que a ativação ultrassônica potencializou a remoção do material obturador.

A técnica de preparação mecânica para espaços para pino pode ser realizada por broca Gates Glidden e Largo seguindo a broca que vem com o kit de pinos pré-fabricados (CHEUNG, 2005) mas, existe uma preocupação com o uso dessas brocas, uma vez que podem remover uma quantidade excessiva de dentina do canal radicular (CONIGLIO et al. 2008; DUARTE et al. 2011; GHODDUSI et al. 2013). Estudos prévios mostraram a importância da quantidade de dentina removida durante o preparo do espaço para pino, uma vez que uma remoção excessiva pode levar ao enfraquecimento do dente, reduzindo sua estabilidade mecânica, resistência à fratura e aumenta o risco de perfuração durante o procedimento (SOUZA et al. 2011;

GHODDUSI et al. 2013). Assim, após o preparo para pino, a espessura de dentina remanescente não deve ser inferior a 1 mm (SOUZA et al. 2011). Neste estudo, em relação ao desgaste dentinário, não foi identificada diferença entre a broca Gates-Glidden e Largo e a Clearsonic. DE DEUS et al. 2020, investigaram o desempenho de modelagem e limpeza da ponta Clearsonic como ferramenta suplementar durante a preparação de canais radiculares de formato oval e mostraram que a ponta Clearsonic promoveu uma maior redução das paredes de canais radiculares não instrumentados e, provavelmente uma maior quantidade de dentina removida quando comparada ao Reciproc R40 devido ao fato da ponta Clearsonic tocar mais as paredes do canal radicular, entretanto, a ponta Clearsonic não foi capaz de alterar a anatomia interna das paredes. Ademais, o tipo de lima ultrassônica e o tempo de ativação proporcionado pela ativação do irrigante ultrassônico podem promover a remoção de pequenas quantidades de dentina (RETSAS et al., 2016). Com isso, podemos justificar que os resultados com a ponta Clearsonic podem estar associados ao fato de tocar as paredes do canal radicular, ao formato alongado e a característica da sua ponta ativa em forma de seta, favorecerem a remoção do material obturador e, por consequência, o corte das paredes do canal radicular, sem ter alterado a anatomia interna do incisivo central superior.

De maneira geral, a literatura evidencia que o tratamento endodôntico associado a grande perda de estrutura dental importante de reforço (MACCARI et al. 2003; JAYASENTHIL et al. 2016) intensifica o uso de um retentor intrarradicular para promover ou reter a restauração final (PEROZ et al. 2005). O teste de *push out* foi o método utilizado para avaliar a resistência de união do pino cimentado na dentina intrarradicular por meio de secções ou fatias dos terços, a fim de simular as variações encontradas na estrutura da dentina no interior do canal radicular e com isso obter resultados mais precisos das diferentes regiões (WANG et al. 2013; ALIZADEH et al. 2015). Essas variações morfológicas dos diferentes diâmetros dos túbulos dentinários em toda a extensão da dentina radicular, podem influenciar diretamente na adesão do pino, principalmente no terço apical comparado ao terço cervical (PERDIGÃO et al. 2007; SILVA et al. 2021).

É importante ressaltar que não encontramos na literatura estudos prévios utilizando o inserto Clearsonic para preparo para pino. Entretanto, estudos relacionam sua indicação satisfatória na remoção de material obturador em casos de retratamento.

Os resultados deste estudo mostraram que no grupo onde se utilizou somente o inserto Clearsonic na desobturação e preparo para pino, apresentou valores maiores de resistência de

união no teste *push-out* em todos os terços comparado ao grupo Convencional onde, a desobturação e o preparo para pino foram realizados com brocas de Gates Glidden, Largo e broca específica do kit de pinos. Já nos estudos de SILVA et al. em 2021, a resistência de união foi significativamente menor no terço apical comparado aos terços médio e coronal.

A força de união dos retentores intrarradiculares depende da força de união entre o agente cimentante e o pino de fibra de vidro, e entre o agente cimentante e a dentina e, quando essa força de união é alcançada, os índices de fratura do dente são reduzidos (SIDOLI et al. 1997).

A condição da dentina, a orientação dos túbulos dentinários, o agente irrigante, o tipo de selador endodôntico e a presença de resíduos de material obturador podem influenciar na interface de união entre dentina-cimento-pino (FERRARI et al. 2000; PERDIGÃO et al. 2007; KUL et al. 2016) assim como a adesão ao canal radicular está correlacionada à qualidade da formação da camada híbrida (BITTER et al. 2004) e esta, da limpeza promovida nos túbulos dentinários.

Colaborando com os resultados deste trabalho do grupo utilizando o inserto Clearsonic, KERMANSHAH et al. em 2017 mostraram valores de resistência de união aumentados com o uso associado de insertos ultrassônicos para promoverem a limpeza do espaço preparado para pino antes da cimentação e, de RIVERA-PEÑA et al. que em 2018, em uma análise em Micro CT, mostraram a efetividade do inserto Clearsonic associado ao instrumento Reciproc 25/08 na remoção de material obturador em canais com achatamentos, diminuindo significativamente a porcentagem (%) de resíduo em toda extensão do canal radicular inclusive no terço apical. Em contrapartida, SILVA et al. em 2019; e, TAVARES et al. em 2021, em trabalhos distintos mostraram que o instrumento XP endo Finisher R removeu mais material obturador comparado ao inserto Clearsonic em casos de retratamento do canal radicular.

Neste trabalho, os resultados mostraram menor resistência de união para o grupo Convencional onde o preparo para pino foi realizado com as brocas de Gates Glidden, Largo e as brocas específicas que acompanham o kit de pino de fibra de vidro comparado ao grupo do inserto Clearsonic. TSINTSADZE et al. em 2015 mostraram em um estudo que o grupo onde o preparo foi realizado com as brocas de Largo, resultaram em valores menores de resistência de união no teste *push out* comparado ao grupo onde o espaço para pino foi preparado com o instrumento MTwo. MARCHIULYNAITE-USTILIENE et al. em 2021 mostraram nos seus

resultados por meio de Micro CT, que existe uma relação entre a extensão de contaminação do canal radicular com restos remanescentes do material obturador promovida pela ação das brocas para preparo para pino nas diferentes partes do espaço preparado e a forma anatômica dos canais radiculares.

Em 2010, KIM et al. observaram que o uso de instrumentos mais rígidos como as brocas de Gates Glidden, Largo e Peeso resultam em maior contato com as paredes gerando mais fricção e concentração de tensão na raiz e podem levar a pequenas fissuras radiculares apicais, já os estudos de ZULI et al. 2020, mostraram que esses instrumentos podem gerar defeitos na dentina radicular, levando a um impacto significativo na propagação dessas fissuras, ambos, colaboram com os resultados desse estudo. Entretanto, estudos prévios como o de CONIGLIO et al. 2008, reportam bons resultados da ação das brocas de Largo na limpeza das paredes e, em preparos para pino quando comparado com as limas MTwo.

As falhas adesivas na interface entre o cimento e a dentina radicular foram encontradas em maior quantidade nos dois grupos analisados neste estudo e, nos resultados dos estudos realizado por SILVA et al. 2019; e, por SILVA et al. 2021. Diferentemente dos resultados obtidos no estudo de SCOTTI et al. 2014, onde as falhas adesivas ocorreram na interface entre o cimento e o pino.

Os cimentos resinosos autoadesivos simplificam o passo a passo clínico dispensando o tratamento prévio da dentina radicular reduzindo o tempo do atendimento clínico. A literatura é ampla quando descreve as prováveis causas da ocorrência de falhas adesivas que influenciam na resistência de união. Dentre elas, podemos citar a espessura da linha de cimento entre o material e o substrato que idealmente deve ser fina, para menor contração de polimerização do material evitando lacunas e a tensão de polimerização (ALSTER et al. 1997); a possibilidade de o ar ficar aprisionado durante a inserção do pino (DA SILVA et al. 2015); a variação da intensidade da luz que atinge os terços cervical, médio e apical (DALEPRANE et al. 2014) e a importância das paredes limpas e da formação da camada híbrida (BITTER et al. 2004). Neste estudo, consideramos tais fatores como possíveis causas, já que a literatura evidencia a dificuldade de relacionar um fator isolado.

4 CONCLUSÃO

4 CONCLUSÃO

Na reabilitação de dentes com tratamento endodôntico que necessitam de preparo para colocação de um retentor intrarradicular, o uso do inserto Clearsonic mostrou ser o mais efetivo dos protocolos testados. Promoveu melhor limpeza das paredes e desobturação do canal radicular removendo grande quantidade de material obturador sem desgaste de dentina remanescente e, maiores valores de resistência de união em pinos de fibra de vidro cimentados com cimentos autoadesivos.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. Ahmad M, Pitt Ford TJ, Crum LA (1987) Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *Journal of Endodontics* 13,490-9.
 2. Alizadeh Oskoe P, Noroloyouni A, Pornaghi Azar F, Sajjadi Oskoe J, Pirzadeh Ashraf A. Effect of resin cement pre-heating on the push-out bond strength of fiber post to root canal dentin. *J Dent Rest Clin Dent Prospects*. 2015 Fall;9(4):233-8.
 3. Alster D, Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Polymerization contraction stress in thin resin composite layers as a function of layer thickness. *Dent Mater*. 1997 May;13(3):146-150.
 4. Amarnath GS, Pandey A, Prasad HA, Hilal M. Comparative Evaluation of Enhancing Retention of Dislodged Crowns Using Preparation Modifications and Luting Cements: An In- Vitro Study. *J Int Oral Health*. 2015;7(8):47-51.
 5. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent*. 1999;27(4):275-278.
 6. Attam K, Talwar S (2010) A laboratory comparison of apical leakage between immediate versus delayed post space preparation in root canals filled with Resilon. *International Endodontic Journal* 43,775-81.
 7. Bernardes RA, Duarte MA, Vivan RR, Alcalde MP, Vasconcelos BC, Bramante CM. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *Int Endod J*. 2016 Sep;49(9):890-897.
 8. Bernardes RA, Duarte MAH, Vivan RR, Alcalde MP, Vasconcelos BC, Bramante CM (2016) Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *International Endodontic Journal* 49, 890-97.
 9. Bitter K, Paris S, Martus P, Schartner R, Kielbasa AM. A confocal laser scanning microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. *Int Endod J*. 2004 Dec;37(12):840-848.
 10. Bramante CM, Fidelis NS, Assumpção TS, et al. (2010) Heat release, time required, and cleaning ability of Mtwo R and ProTaper Universal Retreatment Systems in the removal of filling material. *Journal of Endodontics* 36,1870-3.
-
-

11. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont.* 2008;21(4):328-336.
 12. Cantoro A, Goracci C, Papacchini F, Mazzitelli C, Fadda GM, Ferrari M (2008) Effect of pre-cure temperature on the bonding potential of self-etch and self-adhesive resin cements. *Dental Materials* 24,577-83.
 13. Cantoro A, Goracci C, Papacchini F, Mazzitelli C, Fadda GM, Ferrari M. Effect of pre-cure temperature on the bonding potential of self-etch and self-adhesive resin cements. *Dent Mater.* 2008;24(5):577-583.
 14. Cesario F, Hungaro Duarte MA, Duque JÁ, et al. (2018) Comparasions by microcomputed tomography of the efficiency different irrigation techniques for removing dentinal debris from artificial grooves. *Journal of Conservative Dentistry* 21,383-387.
 15. Cheleux N, Sharrock PL. Mechanical properties of glass fiber-reinforced endodontic posts. *Acta Biomater.* 2009;5(8)3224-3230.
 16. Chen G, Chang YC (2011) Effect of immediate and delayed post space preparation on apical leakage using three root canal obturation techniques after rotary instrumentation. *Journal of the Formosan Medical Association* 110, 454-59.
 17. Cheung W (2005) A review of the management of endodontically treated teeth. Post, core, and the final restoration. *Journal of the American Dental Association* 136, 611-19.
 18. Coniglio I, Magni E, Goracci C, et al. (2008) Post space cleaning using a new nickel titanium endodontic drill combined witch different cleaning regimens. *Journal of Endodontics* 34, 83-6.
 19. Da Rosa RA, Santini MF, Cavenago BC, Pereira JR, Duarte MA, Só MV (2015) Micro-CT Evaluation of Root Filling Removal after Three Stages of Retreatment Procedure. *Brazilian Dental Journal* 26, 612-8.
 20. Da Silva NR, Aguiar GC, Rodrigues Mde P, Bicalho AA, Soares PB, Veríssimo C, Soares CJ. Effect of resin cement porosity on retention of glass-fiber posts to root dentin: An experimental and finite element analysis. *Braz Dent J.* 2015 Nov-Dec;26(6):630-636.
 21. Daleprane B, Nemesio de Barros Pereira C, Oréface RL, Bueno AC, Vaz RR, Moreira NA Magalhaes CS. The effect of light-curing access and different resin cements on apical bond strength of fiber post. *Oper Dent.* 2014 Marc-Apr;39(2): E93-100.
-

22. De-Deus G, Carvalho MS, Belladonna FG, et al. (2020) Arrowhead design ultrasonic tip as a supplementary tool for canal debridement. *International Endodontic Journal* 53, 410-20.
 23. Demiryürek EO, Külünk S, Saraç D, Yüksel G, Bulucu B (2009) Effect of different surface treatments on the push-out bond strength of fiber post to root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 108, e74-e80.
 24. Dioguardi M, Crincoli V, Sovereto D et al. (2019) Effectiveness of Vapor Lock Effect Removal in Endo Training Blocks: Manual Dynamic Agitation versus Passive Ultrasonic Irrigation. *Applied Sciences* 9, 5411.
 25. Dioguardi M, Di Gioia G, Illuzzi G, et al. (2019a) Ultrasonic Irrigation Efficacy in the Vapor Lock Removal: Systematic Review and Meta-Analysis. *Scientific World Journal* 12, 2019:6765349.
 26. Duarte MA, Bernardes RA, Ordinola-Zapata R, Vasconcelos BC, Bramante CM, Moraes IG (2011) Effects of Gates-Glidden, LA Axxess and orifice shaper burs on the cervical dentin thickness and root canal area of mandibular molars. *Brazilian Dental Journal* 22, 28-31.
 27. Duque JÁ, Duarte MAH, Canali LC, et al. (2017) Comparative effectiveness of new mechanical irrigant agitating devices for debris removal from the canal and isthmus of mesial roots of mandibular molars. *Journal of Endodontics* 43, 326-31.
 28. Farina AP, Chiela H, Carlini-Junior B, Mesquita MF, Miyagaki DC, Randi Ferraz CC, Vidal CM, Cecchin D. Influence of cement type and relining procedure on push-out bond strength of fiber posts after cyclic loading. *J Prosthodont.* 2016 Jan;25(1):54-60.
 29. Ferrari M; Vich A; Mannocci F; Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent.* May;13(Spec No):9B-13B.
 30. Friedman S, Moshonov J, Trope M (1993) Residue of gutta-percha and a glass ionomer cement sealer following root canal retreatment. *International Endodontic Journal* 26,169-72.
 31. Furtos G, Baldea B, Silaghi-Dumitrescu L. Development of new radiopaque glass fiber posts. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2016; 59:855–862.
 32. Ghoddusi J, Bagherpour A, Mahmudabadi F, Forghani M, Sarmad M (2013) Residual dentin thickness of bifurcated maxillary premolars following two post space preparation methods. *Iranian Endodontic Journal* 8, 94-8.
-
-

33. Good ML, McCammon A (2012) An removal of gutta-percha and root canal sealer: a literature review and an audit comparing current practice in dental schools. *Dental Update* 39, 703-8.
 34. Gordon MP (2005) The removal of gutta-percha and root sealers from root canals. *The New Zealand Dental Journal* 101, 44-52.
 35. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Tay FR, Ferrari M. Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation. *Dent Mater.* 2005;21(2):75-82.
 36. Gu XH, Mao CY, Liang C, Wang HM, Kern M (2009) Does endodontic post space irrigation affect smear layer removal and bonding effectiveness? *European Journal of Oral Science* 117, 597-603.
 37. Heidecke G, Butz F, Strub JR. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *J Dent.* 2001 Aug;29(6):427-433.
 38. Heydecke G, Butz F, Strub JR (2001) Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *Journal of Dentistry* 29, 427-33.
 39. Jayasenthil A, Solomon-Sathish E, Venkatalakshmi-Aparna P, Balagopal S. Fracture resistance of tooth restored with four glass fiber post systems of varying surface geometries- An in vitro study. *J Clin Exp Dent.* 2016;8(1): e44-8.
 40. Kato AS, Cunha RS, da Silveira Bueno CE, Pelegrine RA, Fontana CE, de Martins AS (2016) Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics* 42, 659-63.
 41. Keles A, Arslan H, Kamalak A, Akçay M, Sousa-Neto MD, Versiani MA (2015) Removal of filling materials from oval-shaped canals using laser irradiation: a micro-computed tomographic study. *Journal of Endodontics* 41, 219-24.
 42. Kermanshah H, Bolhari B, Sedaghat F, Omrani LR. Effect of intracanal post space treatments on push-out bond strength of fiber posts to root dentin. *J Dent (Tehran).* 2017 Jan;14(1):55-61
 43. Kim HC, Lee MH Yum J, Versluis A, Lee CJ, Kim BM. Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. *J Endod.* 2010 Jul;36(7):1195-1199.
-

44. Kivanç BH, Alaçam T, Ulusoy OI, Genç O, Görgül G. Fracture resistance of thin-walled roots restored with different post systems. *Int Endod J.* 2009;42(11):997-1003.
 45. Kon M, Zitzmann NU, Weiger R, Krastl G. Postendodontic Restoration: a survey among dentists in Switzerland. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2013;123(12):1076-1088.
 46. Kul E, Yeter KY, Aladag LI, Ayranci LB. Effect of different post space irrigation procedures on the bond strength of a fiber post attached with a self-adhesive resin cement. *J Prosthet Dent.* 2016 May;115(5):601-605.
 47. Kwan EH, Harrington GW (1981) The effect of immediate post preparation on apical seal. *Journal of Endodontics* 7, 325-29.
 48. Ladley RW, Campbell AD, Hicks ML, Li SH. Effectiveness of halothane used with ultrasonic or hand instrumentation to remove gutta-percha from the root canal. *J Endod.* 1991;17(5):221-224.
 49. Liu C, Liu H, Qian YT, Zhu S, Zhao SQ (2014) The influence of four dual-cure resin cements and surface treatment selection to bond strength of fiber post. *International Journal of Oral Science* 6, 56–60.
 50. Liu C, Liu H, Qian YT, Zhu S, Zhao SQ. The influence of four dual-cure resin cements and surface treatment selection to bond strength of fiber post. *Int J Oral Sci.* Mar 2014; 6(1): 56–60.
 51. Maccari PC, Conceição EM, Nunes MF. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated esthetic posts. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15(1):25-31.
 52. Marchiulynaite-Ustiliene R, Trisiniene J, Skucaite N, Auskalis A, Veberiene R, Machiulskiene V. Microcomputed tomography evaluation of contamination with endodontic obturation material remnants in teeth with different root canal anatomy after post space preparation. *J Phosthet Dent.* 2021 Jun;125(6):900-904.
 53. Martins MP, Duarte MA, Cavenago BC, Kato A, da Silveria Bueno CE (2017) Effectiveness of proTaper next and reciproc systems in removing root canal filling material with sonic or ultrasonic irrigation: A Micro-computed Tomographic Study. *Journal of Endodontics* 43, 467-471.
 54. Mohsen CA. Evaluation of push-out bond strength of surface treatments of two esthetic posts. *Indian J Dent Res* 2012; 23:596-602.
-
-

55. Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. *J Prosthet Dent.* 1993 Jul;70(1):11-16.
 56. Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H (2012) 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported postendodontic restoration: a prospective observational clinical study. *Journal of Endodontics* 38,432-35.
 57. Parisi C, Valandro LF, Ciocca L, Gatto MR, Baldissara P. Clinical outcomes and success rates of quartz fiber post restorations: a retrospective study, *J Prosthet Dent.* 2015;114(3):367–372.
 58. Perdigão J, Gomes G, Augusto V (2007) The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. *Journal of Prosthodontics* 16,154-64.
 59. Perdigão J, Gomes G, Augusto V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. *J Prosthodont.* 2007 May-Jun;16(3):154-164.
 60. Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores—a review. *Quintessence Int.* 2005 Oct;36(9):737-746.
 61. Plotino G, Grande NM, Mercade M, et al. (2019) Efficacy of sonic and ultrasonic irrigation devices in the removal of debris from canal irregularities in artificial root canals. *Journal Applied of Oral Science* 7, 27:e20180045.
 62. Retsas A, Koursoumis A, Tzimpoulas N, Boutsoukias C (2016) Uncontrolled Removal of Dentin during In Vitro Ultrasonic Irrigant Activation in Curved Root Canals. *Journal of Endodontics* 42,1545-9.
 63. Rivera-Peña EM, Duarte MAH, Alcalde MP, De Andrade FB, Vivan RR (2018) A novel ultrasonic tip for removal of filling material in flattened/oval-shaped root canals: a microCT study. *Brazilian Oral Research* 13,32:e88.
 64. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, DE Andrade FB, Vivan RR. A novel ultrasonic tip for removal of filling material in flattened/oval-shaped root canals: a microCT study. *Braz Oral Res.* 2018 Aug 13;32:e88.
 65. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, Furlan RD, Só MVR, Vivan RR (2019) Ultrasonic tips as an auxiliary method for the instrumentation of oval-shaped root canals. *Brazilian Oral Research* 11,33:e011.
-
-

66. Rodrigues CT, Duarte MAH, Guimarães BM, Vivan RR, Bernardineli N (2017) Comparasion of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment. *Brazilian Oral Research* 31, 31:e113.
 67. Santini MF, Rippe MP, Franciscatto GJ, da Rosa RA, Valandro LF, Só MV, Bier CA. Canal preparation and filling techniques do not influence the fracture resistance of extensively damaged teeth. *Braz Dent J.* 2014;25(2):129- 135.
 68. Schwartz RS, Robbins JW: Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004;30(5):289-301.
 69. Scotti N, Forniglia A, Bergantin E, Paolino DS, Pasqualini DS, Berutti E. Fiber post adaptation and bond strength in oval canals. *Int Endod J.* 2014 Apr;47(4):366-372.
 70. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M (2004) Surface debris of canals walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 97, 381-87.
 71. Shahravan A, Haghdoost AA, Adl A, Rahimi H, Shadifar F (2007) Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics* 33,96-105.
 72. Shillingburg HT Jr, Fisher DW, Dewhirst RB (1970) Restoration of endodontically treated posterior teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 24, 401-09.
 73. Shillingburg Jr, H. T. "Restaurações provisórias." *Fundamentos de prótese fixa.* São Paulo: Quintecensse (1998).
 74. Sidoli GE, King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J Prosthet Dent.* 1997 Jul;78(1):5-9.
 75. Silva E, Pereira C, Limeira F, Affonso P, Moreira A, Magalhães C. Bond strength according to the moment fiber post cutting fixed with self-adhesive cement to the root dentin. *J clin Exp Dent.* 2021;13(1):e56-e60.
 76. Silva EJNL, de Lima CO, Barbosa AFA, Ferreira CM, Crozeta BM, Lopes RT. Efficacy of an arrow-shaped ultrasonic tip for the removal of residual root canal filling materials. *Aust Endod J.* 2021 Mar 17.
-
-

77. Silva NR, Castro CG, Santos-Filho PCF, Silva GR, Campos RE, Soares PV et al. Influence of different post design and composition on stress distribution in maxillary central incisor: Finite element analysis. *Indian J Dent Res* 2009;20(2):153-158.
 78. Silva NRD, Rodrigues MP, Bicalho AA, Deus RA, Soares PBF, Soares CJ (2019) Effect of Magnification during Post Space Preparation on Root Cleanness and Fiber Post Bond Strength. *Brazilian Dental Journal* 7, 491-497.
 79. Sorensen JA, Engelman MJ (1990) Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 64, 419-24.
 80. Souza EM do Nascimento LM, Maia Filho EM, Alves CM (2011) The impact of post preparation on the residual dentin thickness of maxillary molars. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 106, 184-90.
 81. Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment – case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *J. Endod.* 1988 Dec;14(12):607-614.
 82. Tavares SJO, Gomes CC, Marceliano-Alves MF, et al. (2020) Supplementing filling material removal with XP- Endo Finisher R or R1- Clearsonic ultrasonic insert during retreatment of oval canals from contralateral teeth. *Australian Endodontic Journal* 8 [Online ahead of print].
 83. Tavares SJO, Gomes CC, Marceliano-Alves MF, Guimaraes LC, Provenzano JC, Amoroso Silva P Machado AG, Siqueira JF Jr, Alves FRF. Supplementing filling material removal with XP- Endo Finisher R or R1-Clearsonic ultrasonic insert during retreatment oval canals from contralateral teeth. *Aust Endod J.* 2021 Aug;47(2):188-194.
 84. Tjan AH, Nemetz H (1992) Effect of eugenol-containing endodontic sealer on retention of prefabricated posts luted with adhesive composite resin cement. *Quintessence International* 23, 839-44.
 85. Tjan AH, Whang SB (1985) Resistance to root fracture of dowel channels with various thickness of buccal dentin wall *The Journal of Prosthetic Dentistry* 53, 496-00.
 86. Tsintsadze N, Garcia M, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Effect of reciproc endodontic treatment with different post space preparation instruments on fiber post retention. *Am J Dent.* 2015 Oct;28(5):251-254.
 87. van der Sluis LW, Gambarini G, Wu Mk, Wesselink PR (2006) The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine
-
-

- debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal* 39, 472-76.
88. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR (2007) Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal* 40, 415-26.
89. Van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 2007; Jun;40(6):415-426.
90. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR, et al. The adhesion between fiber posts and composite resin core: the evaluation of micro tensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J.* 2006;39(1):31-39.
91. Wang L, Pinto TA, Silva LM, Araújo DFG, Martins LM, Hannas AR, Pedreira APRV, Francisconi PAS, Honório HM. Effect of 2% chlorhexidine digluconate on bond strength of a glass-fiber post to root dentine. *Int Endod J.* 2013;46(9):847-854.
92. Zicari F, Couthino E, De Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I, et al. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dent Mater* 2008;24(7):967-77.
93. Zicari F, De Munck J, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Factors affecting the cement-post interface. *Dent Mater.* 2012 Marc;28(3):287-297.
94. Zuli TAB, Guedes OA, Gonçalves GFZA, da Silva Júnior AR, Borges ÁH, Aranha AMF. Effect of post space preparation drills on the incidence of root dentin defects. *Restor Dent Endod.* 2020;45(4):e53.
-
-