



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA



PAULO OLIVEIRA SILVA

**Influência de nova solução irrigadora endodôntica única multifuncional de dupla  
ação, na resistência de união de material obturador à dentina radicular**

**Ribeirão Preto**

**2024**

PAULO OLIVEIRA SILVA

**Influência de nova solução irrigadora endodôntica única multifuncional de dupla  
ação, na resistência de união de material obturador à dentina radicular**

**Versão Original**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Cirurgião-Dentista.

Área de concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Jardel Francisco Mazzi-Chaves  
Co-orientador: Prof. Dr. Giovanni Mergoni

**Ribeirão Preto**

**2024**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Assinatura do autor: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2024

### FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Paulo Oliveira

Influência de nova solução irrigadora endodôntica única multifuncional de dupla ação, na resistência de união de material obturador à dentina radicular. Ribeirão Preto, 2024.

46 p.: il.; 30 cm

Trabalho de conclusão de curso encaminhado à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como um dos requisitos para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Jardel Francisco Mazzi Chaves

Versão Original

1. solução irrigadora. 2. hipoclorito de sódio. 3. obturação do canal radicular. 4. resistência de união. 5. microscopia eletrônica de varredura.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

SILVA, PO. **Influência de nova solução irrigadora endodôntica única multifuncional de dupla ação, na resistência de união de material obturador à dentina radicular.** 2024. 46 p. Trabalho de conclusão de curso encaminhado à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como um dos requisitos para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.2024.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jardel Francisco Mazzi Chaves (**Orientador**)

Instituição: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP

Assinatura: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Prof(a).

Dr(a) \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof(a).

Dr(a) \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_



UNIVERSITÀ  
DI PARMA

Este trabalho de pesquisa foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Endodontia do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo e na Facoltà di Odontoiatria di Università Degli Studi di Parma, na Itália.

## Dedicatória



*Dedico esse Trabalho de Conclusão de Curso à minha família, minha namorada, meus amigos e colegas de profissão, meus amigos italianos e meus professores, funcionários e técnicos da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.*

## **Agradecimentos**



*Ao corpo docente da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto que me formou como um Cirurgião-Dentista baseado na humanização, ética e ciência.*

*Ao Prof. Dr. Jardel Francisco Mazzi Chaves que me orientou com maestria, paciência e atenção durante minha pesquisa de Iniciação Científica, meu Trabalho de Conclusão de Curso e me auxiliou de forma íntegra no meu intercâmbio para a Università Degli Studi di Parma – ITA.*

*Aos meus pais, Olício Paulo da Silva e Eliana Souza Oliveira Silva, que são minha base, meu porto seguro e que me proporcionaram viver 5 anos e meio com muita diversão e aprendizado, além de me mostrarem e me guiarem sempre em direção ao caminho certo, com honestidade, garra e ambição.*

*Aos meus irmãos, meus fiéis escudeiros, meus companheiros de vida, que são meus aliados em qualquer ocasião. Agradeço principalmente ao meu irmão univitelino **Giovane Oliveira Silva**, que me auxiliou durante os 4 anos de faculdade! Sem você tudo seria mais difícil! Agradeço também aos meus outros irmãos bivitelinos **Eduardo Oliveira Silva e Gustavo Oliveira Silva**, que me apoiaram, mesmo que de longe, mostrando que a união faz a força.*

*À minha namorada **Clara Vilas Boas Benatti**, que me ensina como ser uma pessoa melhor e evoluída, sempre com sorriso no rosto e com alto astral. Pela capacidade de mostrar que tudo podemos, quando temos fé, perseveramos e confiamos no caminho certo, com positividade.*

*Aos meus amigos mais próximos, em especial minha dupla de clínica, **Guilherme Barrico Costa**, meus amigos do COR e à **Marcella Nakamura**, por me darem um lar em Ribeirão Preto, por me concederem a confiança de poder acordar todos os dias com um sorriso no rosto, com felicidade, ânimo e empenho para trabalhar. Vocês fizeram, com certeza, os melhores anos de minha vida e hoje com uma clareza maestral posso afirmar que: “quem tem amigo, tem Tudo!”.*

## Resumo



## **SILVA P.O. Influência de nova solução irrigadora endodôntica única multifuncional de dupla ação, na resistência de união de material obturador à dentina radicular.**

2024. 46 p. Trabalho de conclusão de curso submetido à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.2024.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do uso de nova solução irrigadora endodôntica única de dupla ação, na resistência de união ao cisalhamento por extrusão (push-out) do conjunto guta-percha e cimento obturador resinoso à dentina radicular. Foram selecionados caninos superiores humanos (n=40), que foram distribuídos de forma aleatória e randomizada por meio do programa random.org (www.random.org) em quatro (n=10) de acordo com o protocolo de solução irrigante utilizado: Grupo 1: Irrigação com 5 mL de solução de hipoclorito de sódio à 2,5% (Asfer Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) + irrigação final com 2 mL de EDTA a 17% (Biodinâmica, Ibiporã, Paraná, Brasil) + irrigação final com 2 mL de soro fisiológico (ADV Farma, Nova Odessa, São Paulo, Brasil); Grupo 2: Irrigação com 5 mL de solução Triton (Brasseler - Vista-Dental, Racine, USA) + irrigação final com 2 mL de soro fisiológico; Grupo 3: Irrigação com 5 mL de solução Triton + irrigação com 2 mL de EDTA a 17% + irrigação final com 2 mL de soro fisiológico; Grupo 4: Irrigação com 5 mL de solução de hipoclorito de sódio à 2,5% + irrigação com 5 mL de solução Triton + irrigação final com 2 mL de soro fisiológico. O preparo biomecânico dos canais radiculares foi realizado com sistema recíprocante WaveOne Gold Large, e a obturação foi realizada com cone único WaveOne Large e cimento resinoso AH Plus. Em seguida, os dentes foram armazenados a 37° e 100% de umidade. Após 24 horas, as raízes foram seccionadas, obtendo 3 *slices* por terço. O corte mais cervical de cada terço foi submetido ao teste de *push-out* e análise do padrão de falha, e o corte mais apical submetido à análise da interface adesiva em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os dados foram submetidos a testes para verificar a distribuição normal (Shapiro-Wilk,  $P>0,05$ ) e homogeneidade de variância (teste de Levene,  $P>0,05$ ). Em seguida, foram selecionados testes estatísticos específicos para cada análise realizada. Os testes estatísticos foram realizados no software Jamovi v.1.6.23 (The Jamovi Project, Sydney, Austrália) com o nível de probabilidade fixado em 95%. Os resultados evidenciaram maiores valores de RU para o grupo G1 ( $4,87 \pm 0,84$  MPa), quando comparado aos grupos 2 ( $2,66 \pm 0,70$  MPa), 3 ( $1,98 \pm 0,72$  Mpa) e 4 ( $1,76 \pm 0,48$  Mpa), independente do terço radicular avaliado ( $p<0,001$ ). Em relação aos terços radiculares, observou-se maior valor de RU para o terço cervical ( $p<0,05$ ), seguido dos terços médio e apical, entretanto sem diferenças estatísticas entre eles ( $p>0,05$ ). Para o padrão de falha, observou-se maior prevalência de falhas adesivas mistas em todos os grupos avaliados. As imagens de microscopia eletrônica de varredura evidenciaram que a maioria das seções avaliadas apresentaram boa adaptação para o G1, enquanto que os grupos 2 e 3 apresentaram a maioria das seções sem adaptação. Conclui-se que a nova solução endodôntica única multifuncional, independente do uso único ou associado à solução de NaOCl 2,5% ou EDTA, resultou em menor resistência de união do material obturador à dentina radicular, com menor qualidade na adaptação da interface adesiva.

**Palavras chave:** solução irrigadora; hipoclorito de sódio; obturação do canal radicular; resistência de união; microscopia eletrônica de varredura.

## Abstract



**SILVA P.O. Influence of a new multifunctional single endodontic irrigating solution with dual action on the bond strength of root canal filling material to root dentin.** 2024. 46 p. Undergraduate thesis submitted to the School of Dentistry of Ribeirão Preto, University of São Paulo. 2024."

The aim of this study was to evaluate the influence of using a new multifunctional single endodontic irrigating solution with dual action on the shear bond strength (push-out) of the gutta-percha and epoxy resin-based sealer assembly to root dentin. Forty human maxillary canines were selected and randomly distributed into four groups (n=10) using the random.org program: Group 1: Irrigation with 5 mL of 2.5% sodium hypochlorite solution + final irrigation with 2 mL of 17% EDTA + final irrigation with 2 mL of saline solution; Group 2: Irrigation with 5 mL of Triton solution + final irrigation with 2 mL of saline solution; Group 3: Irrigation with 5 mL of Triton solution + irrigation with 2 mL of 17% EDTA + final irrigation with 2 mL of saline solution; Group 4: Irrigation with 5 mL of 2.5% sodium hypochlorite solution + irrigation with 5 mL of Triton solution + final irrigation with 2 mL of saline solution. The root canal biomechanical preparation was performed using the reciprocating system WaveOne Gold Large, and obturation was carried out using single cone WaveOne Large and AH Plus sealer. Subsequently, the teeth were stored at 37°C and 100% humidity. After 24 hours, the roots were sectioned, obtaining three slices per third. The most cervical section of each third underwent the push-out test and failure pattern analysis, and the most apical section underwent adhesive interface analysis using scanning electron microscopy (SEM). Data were subjected to tests to verify normal distribution (Shapiro-Wilk,  $P > 0.05$ ) and variance homogeneity (Levene's test,  $P > 0.05$ ). Specific statistical tests were then selected for each analysis performed. Statistical tests were performed using Jamovi v.1.6.23 software (The Jamovi Project, Sydney, Australia) with a probability level set at 95%. The results showed higher bond strength values for group G1 ( $4.87 \pm 0.84$  MPa) compared to groups 2 ( $2.66 \pm 0.70$  MPa), 3 ( $1.98 \pm 0.72$  Mpa), and 4 ( $1.76 \pm 0.48$  Mpa), regardless of the evaluated root third ( $p < 0.001$ ). Regarding root thirds, a higher bond strength value was observed for the cervical third ( $p < 0.05$ ), followed by the middle and apical thirds, however, without statistical differences between them ( $p > 0.05$ ). For the failure pattern, a higher prevalence of mixed adhesive failures was observed in all evaluated groups. Scanning electron microscopy images showed that most evaluated sections presented good adaptation for G1, while groups 2 and 3 showed most sections without adaptation. It is concluded that the new multifunctional single endodontic solution, regardless of its single use or combined with 2.5% NaOCl or EDTA solution, resulted in lower bond strength of the root canal filling material to root dentin, with poorer quality in the adaptation of the adhesive interface.

**Keywords:** irrigating solution; sodium hypochlorite; root canal obturation; bond strength; scanning electron microscopy.

## Sumário



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. PROPOSIÇÃO.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4. RESULTADOS.....	29
5. DISCUSSÃO.....	33
6. CONCLUSÃO.....	37
7. REFERÊNCIAS.....	39
8. ANEXO.....	43

## Introdução



O sucesso do tratamento endodôntico depende diretamente da efetiva limpeza e modelagem, bem como do selamento tridimensional do sistema de canais radiculares (ZEHNDER, 2006; SOUSA-NETO et al., 2018; MAZZI-CHAVES et al., 2020). Nesse sentido, durante o preparo biomecânico é necessário o emprego conjunto de meios físicos e mecânicos, bem como de meios químicos por meio do uso de soluções irrigantes e auxiliares. A eficiência da irrigação do sistema de canais radiculares depende de vários fatores, como: anatomia dos canais; modelagem obtida; bem como o tipo, volume, concentração e tempo de contato da solução irrigadora empregada (SOUSA-NETO et al., 2018; CHUBB et al., 2019; NG et al., 2021).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) nas suas diversas concentrações, que varia de 0,5 a 5,25%, é consagrado na literatura como a substância química mais estudada e utilizada como solução irrigadora durante o preparo dos sistemas de canais radiculares, uma vez que possui as propriedades fundamentais que uma solução irrigadora necessita, como: capacidade de dissolução de tecido orgânico, atividade antimicrobiana e baixa toxicidade em determinadas concentrações (MOHAMMADI, 2008; ABUHAIMED; ABOU NEEL, 2017; HAAPASALO et al., 2014; GONÇALVES et al., 2016; RATH et al., 2020; RUKSAKIET et al., 2020; ARUL et al., 2021; HOSNY et al., 2021; MANKELIYA et al., 2021).

Entretanto, o uso da solução de NaOCl, mostrou afetar negativamente as forças de adesão de cimentos resinosos à dentina após o tratamento endodôntico (MOHAMMADI, 2008; ABUHAIMED; ABOU NEEL, 2017; HAAPASALO et al., 2014; GONÇALVES et al., 2016; RATH et al., 2020; RUKSAKIET et al., 2020; ARUL et al., 2021; HOSNY et al., 2021; MANKELIYA et al., 2021). Além disso, os irrigantes químicos residuais provavelmente difundem-se na dentina e nos túbulos dentinários, podendo contaminar a superfície, afetar a penetração do cimento resinoso na estrutura dentinária e a polimerização do monômero, prejudicando a qualidade do selamento (MOHAMMADI, 2008; ABUHAIMED; ABOU NEEL, 2017; HAAPASALO et al., 2014; GONÇALVES et al., 2016; RATH et al., 2020; RUKSAKIET et al., 2020; ARUL et al., 2021; HOSNY et al., 2021; MANKELIYA et al., 2021).

Segundo Hawkins & Davies (1999), o mecanismo responsável pela redução da força adesiva induzida pelo NaOCl ainda não é bem conhecido. Conforme estes autores, algumas ligações moleculares encontradas no colágeno tipo I e II são rompidas pelo NaOCl, formando cloraminas e radicais derivados de proteínas. A presença destes radicais-livres na dentina tratada por NaOCl deve competir com os radicais-livres

vinílicos gerados durante a polimerização, resultando em um fechamento prematuro da cadeia e polimerização incompleta (MOHAMMADI, 2008; ABUHAIMED; ABOU NEEL, 2017; HAAPASALO et al., 2014; GONÇALVES et al., 2016; RATH et al., 2020; RUKSAKIET et al., 2020; ARUL et al., 2021; HOSNY et al., 2021; MANKELIYA et al., 2021).

Por outro lado, a redução na resistência adesiva também pode ser causada pela presença de resíduos da solução de NaOCl na matriz de colágeno e nos túbulos dentinários que, dissociam-se em oxigênio e cloreto de sódio (MOHAMMADI, 2008; ABUHAIMED; ABOU NEEL, 2017; HAAPASALO et al., 2014; GONÇALVES et al., 2016; RATH et al., 2020; RUKSAKIET et al., 2020; ARUL et al., 2021; HOSNY et al., 2021; MANKELIYA et al., 2021). A liberação de oxigênio pode tanto interferir na penetração da resina adesiva na dentina condicionada, quanto inibir a polimerização na interface dentina-resina (MOHAMMADI, 2008; SOUSA-NETO et al., 2008; ABUHAIMED; ABOU NEEL, 2017; HAAPASALO et al., 2014; GONÇALVES et al., 2016; RATH et al., 2020; RUKSAKIET et al., 2020; ARUL et al., 2021; HOSNY et al., 2021; MANKELIYA et al., 2021). Além disso, o NaOCl, por ser um eficaz agente desproteinizante, pode causar uma degeneração na dentina pela dissolução do colágeno. A degradação de fibrilas colágenas na superfície dentinária impede a formação de uma camada híbrida consistente, resultando em queda dos valores de resistência de união (MOHAMMADI, 2008; SOUSA-NETO et al., 2008; ABUHAIMED; ABOU NEEL, 2017; HAAPASALO et al., 2014; GONÇALVES et al., 2016; RATH et al., 2020; RUKSAKIET et al., 2020; ARUL et al., 2021; HOSNY et al., 2021; MANKELIYA et al., 2021).

Após o uso do NaOCl, preconiza-se a utilização de irrigação final com soluções como o ácido etilenodiamino tetracético (EDTA) ou o ácido cítrico, com capacidade quelante, que permite reduzir os resíduos dentinários, gerados durante o preparo biomecânico, no interior dos túbulos dentinários, eliminando estas barreiras mecânicas, aumentando a superfície radicular livre de sujidade, expondo maior quantidade de túbulos dentinários, aumentando a permeabilidade dentinária e potencializando a descontaminação proporcionada pelas substâncias químicas e pela medicação intracanal (HÜLSMANN; HECKENDORFF; LENNON, 2003; SENNA et al., 2018; FARHAD; SAATCHI; BAGHERIEH, 2022).

Recentemente, foi lançado no mercado, uma nova solução irrigadora única, com dupla ação (Triton; Brasseler - Vista-Dental, Racine, US), e que ao contrário das soluções

irrigantes tradicionais funciona de forma diferente, evitando o uso associado de NaOCl e EDTA. Sabe-se até o momento que a solução Triton contém cerca de 4% de NaOCl em sua composição auto-misturada, e que quando aplicada no interior do canal radicular tem efeito sinérgico e dissolução simultânea de detritos orgânicos e inorgânicos permitindo que o clínico use volumes e concentrações mais baixas de solução, com máxima eficiência clínica (Manual do fabricante; Triton; Brasseler - Vista-Dental, Racine, US).

Ainda, por ser uma solução de dupla ação, o uso da Triton dispensa a irrigação final com solução de EDTA, uma vez que o fabricante relata de forma cega uma mistura de 14 diferentes quelantes e surfactantes suaves, em sua composição, que podem funcionar na presença de NaOCl sem tamponá-lo, até o ponto em que não é mais eficaz na dissolução de detritos orgânicos. Entretanto, até o momento, não existem estudos na literatura que evidenciem a influência do uso da solução Triton, na resistência de união de cimentos resinosos à dentina radicular (Manual do fabricante; Triton; Brasseler - Vista-Dental, Racine, US).

O cimento resinoso AH Plus (De Trey-Dentsply, Konstanz, Germany), usado como padrão ouro na Endodontia, possui propriedades importantes como selamento de longa duração, grande estabilidade dimensional, baixa solubilidade, auto-adesão e alta radiopacidade, mostrando uma elevada força de adesão quando comparado a outros cimentos endodônticos (ALMEIDA et al., 2020; SILVA et al., 2021; TIAN et al., 2021; ZORDAN-BRONZEL et al., 2021; KAPRALOS et al., 2022).

O desempenho do conjunto guta-percha e cimento resinoso tem sido avaliado por meio do teste de resistência de união ao cisalhamento por extrusão (push-out) que permite a determinação da resistência de união nos terços cervical, médio e apical (YAMIN et al., 2018; ASSIS et al., 2020; LOPES et al., 2020). Associado ao teste de resistência de união é apropriado que se empregue outras metodologias para obtenção de resultados complementares como a análise digital de imagens para determinação do padrão de falha, bem como microscopia eletrônica de varredura para avaliação da integridade da interface adesiva, permitindo a visualização da espessura da camada de cimento, bem como sua interação com a superfície dentinária (ZHOU et al., 2013; MARTINHO et al., 2015; PELEGRINE et al., 2016; ROPERTO et al., 2016; SHAFIEI; YOUSEFIPOUR; MOHAMMADI-BASSIR, 2016; SOUZA-GABRIEL et al., 2016; YAMIN et al., 2018; ASSIS et al., 2020; LOPES et al., 2020).

Assim, diante da disponibilidade da nova solução de dupla ação proposta para uso único durante o tratamento endodôntico, bem como da ausência de evidências na

literatura sobre o comportamento dessa solução na superfície dentinária radicular, bem como na interação com os cimentos resinosos na interface adesiva em dentina radicular, torna-se necessário avaliar a influência do uso dessa solução na resistência de união e na integridade da interface adesiva formada entre guta-percha/cimento resinoso/superfície dentinária.

## Proposição



O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do uso de nova solução irrigante única de dupla ação (Triton; Brasseler - Vista-Dental, Racine, US), durante o tratamento endodôntico, em relação: à resistência de união ao cisalhamento por extrusão (*push-out*) do conjunto guta-percha e cimento obturador resinoso à dentina radicular; ao padrão de falha ocorrido após o teste de *push-out* por meio de estereomicroscópio; e à interface adesiva formada entre dentina radicular/cimento resinoso/guta-percha de vidro por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

## Material e Métodos



### *Seleção da amostra*

O presente projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (CAAE n° 43643521.5.0000.5419).

Foram obtidos, junto ao Biobanco de Dentes da FORP-USP, 40 caninos superiores humanos recém extraídos por razões periodontais, mantidos em solução de timol a 0,1% até o momento do uso. Previamente ao uso, os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas e, em seguida, tiveram sua superfície radicular externa limpa por meio de raspagem com ultrassom (Profi II Ceramic, Dabi Atlante Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Os dentes foram examinados macroscopicamente e radiografados pela técnica do paralelismo (Spectro 70X Eletronic, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo) nos sentidos orto e mesiorradial utilizando sensor digital (Fona CDRelite, Schick, DMM, Bandeirantes, PR, Brasil). Com isso, foram selecionados apenas caninos com raízes completamente formadas e canais sem calcificações, reabsorções ou trincas, e sem tratamento endodôntico prévio.

Em seguida, os dentes foram distribuídos de forma aleatória e randomizada por meio do programa random.org ([www.random.org](http://www.random.org)) em quatros (n=10) de acordo com o protocolo de solução irrigante utilizado:

Grupo 1: Irrigação com 5 mL de solução de hipoclorito de sódio à 2,5% (Asfer Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) + irrigação final com 2 mL de EDTA a 17% (Biodinâmica, Iporã, Paraná, Brasil) + irrigação final com 2 mL de soro fisiológico (ADV Farma, Nova Odessa, São Paulo, Brasil);

Grupo 2: Irrigação com 5 mL de solução Triton (Brasseler - Vista-Dental, Racine, USA) + irrigação final com 2 mL de soro fisiológico (ADV Farma, Nova Odessa, São Paulo, Brasil);

Grupo 3: Irrigação com 5 mL de solução Triton (Brasseler - Vista-Dental, Racine, USA) + irrigação com 2 mL de EDTA a 17% (Biodinâmica, Iporã, Paraná, Brasil) + irrigação final com 2 mL de soro fisiológico (ADV Farma, Nova Odessa, São Paulo, Brasil);

Grupo 4: Irrigação com 5 mL de solução de hipoclorito de sódio à 2,5% (Asfer Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) + irrigação com 5 mL de solução Triton (Brasseler - Vista-Dental, Racine, USA) + irrigação final com 2 mL de soro fisiológico (ADV Farma, Nova Odessa, São Paulo, Brasil);

### *Preparo biomecânico dos canais radiculares*

Após a seleção da amostra, para exploração inicial, os canais radiculares foram irrigados com 2 mL de hipoclorito de sódio (NaOCl) 2,5% com seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) e agulha NaviTip de diâmetro 0,30 mm (Ultradent). Os canais radiculares foram explorados com limas tipo K #15 (Dentsply Sirona Endodontics, Ballaigues, Suíça) de forma passiva, até que a ponta coincidissem com o forame apical, alcançando o comprimento real dos dentes. Desta medida subtraiu-se 0,5 mm para o estabelecimento do comprimento de trabalho (CT). O ápice de cada raiz foi selado com verniz e esmalte de unha, para evitar o extravasamento de solução via ápice.

O preparo biomecânico foi realizado pela técnica de instrumentação por movimento recíproco com o instrumento WaveOne Gold Large (45.05) (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) acoplado ao contra ângulo redutor X-Smart Plus 6:1 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) que, por sua vez, estava conectado ao motor elétrico X-Smart Plus (Dentsply Maillefer). Os canais foram preparados seguindo as recomendações do fabricante, e o instrumento foi utilizado de forma passiva, com movimentos de bicada e, a cada 3 avanços, retirado do canal e limpo com gaze, até atingir o CT. A cada retirada do instrumento, foi realizada irrigação, aspiração e inundação dos canais de acordo com os grupos descritos acima, por meio da técnica de irrigação convencional com seringa plástica descartável e agulha NaviTip.

Em seguida, a secagem dos canais foi inicialmente realizada com cânula de aspiração Capillary Tip (Ultradent) seguido do uso de cones de papel absorvente WaveOne Large (Dentsply Maillefer). Os canais foram obturados com cone único WaveOne Large (Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha) e cimento à base de resina epóxi (AH Plus, Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha). A limpeza final da cavidade foi realizada com esponja umedecida em álcool 70°, e os espécimes foram selados com cimento obturador provisório Coltosol (Coltène/Whaledent S.A.R.L.).

Após a obturação, os espécimes foram armazenados individualmente em tubos eppendorf numerados, a 37°C e 100% de umidade, por 24 horas, respeitando três vezes o tempo de endurecimento do cimento, conforme orientações do fabricante.

### *Teste de resistência de união ao cisalhamento por extrusão (push-out) (Grupos I e II)*

Para obtenção dos *slices* para o teste de *push-out* e análise em MEV, os dentes tiveram suas coroas cortadas, e as raízes posicionadas em placas de resina acrílica com

eixo longitudinal paralelo à superfície da placa e fixadas com cola quente, de forma que as raízes pudessem ser seccionadas perpendicularmente ao seu longo eixo, com disco diamantado de 0,3 mm de espessura (South Bay Technology, San Clement, CA, EUA) sob refrigeração constante à velocidade de 350 rpm e peso de 75 g, em máquina de corte de precisão Isomet 1000.

De cada terço radicular (cervical, médio e apical) foram obtidos três *slices* de dentina com 1,0 mm ( $\pm$  0,2 mm) de espessura. O primeiro *slice* de cada terço será destinado para o teste de *push-out* totalizando três *slices* por raiz, e o *slice* mais apical de cada terço será utilizado para análise em MEV. Assim, para o teste de *push-out*, 30 *slices* de cada terço serão incluídos para cada grupo e armazenados a 37°C.

Em seguida, para a realização do teste de resistência de união, os *slices* foram posicionados em bases metálicas de aço inoxidável acopladas na porção inferior da máquina de ensaio universal Instron 2519-106 (Instron, Canton, MA, EUA). As bases metálicas foram confeccionadas com orifícios de 2 mm, 1,5mm e 1 mm de diâmetro em sua porção central e hastes metálicas com ponta ativa de 0,8 mm, 0,5 mm e 0,3 mm de diâmetro, correspondendo a 80% do diâmetro do material obturador.

Os corpos de prova foram posicionados na mesma direção do orifício da base metálica com sua face cervical voltada para baixo e as hastes fixadas na porção superior da máquina de ensaios e posicionadas sobre o material obturador. A máquina de ensaio foi acionada com velocidade constante de 0,5 mm/min até a tensão máxima necessária para deslocamento do material.

A força necessária para o deslocamento foi aferida em Newtons (N), e, para calcular a resistência de união (RU), a força resultante foi convertida em MegaPascal (MPa), pela divisão da área lateral do material obturador. Para o cálculo exato da área lateral aderida (SL), o aspecto geométrico do material obturador (cimento resinoso + guta-percha) foi considerado de acordo com o nível do corte realizado para obtenção dos *slices*. Para isso, antes da realização do teste, foram também mensurados a altura (h) de cada *slice* com auxílio de um paquímetro digital (Digimess, Shiko Precision Gaging Ltd, China) e o raio (maior e menor) por meio de estereomicroscópio Leica M165C (Leica Mycosystems, Mannheim, Alemanha) usando o software Las v4.4 (Leica Mycosystems, Mannheim, Alemanha).

Assim, a área de adesão do cimento (em mm<sup>2</sup>) foi calculada pela fórmula da área lateral (SL):

$$S_L = \pi (R + r) \sqrt{h^2 + (R - r)^2}$$

Nesta fórmula, “R” é a medida do raio do material obturador (guta-percha e cimento) em sua porção coronal, “r” é medida do raio do material obturador (guta-percha e cimento) em sua porção apical e “h” é a altura/espessura do *slice*. A partir destes dados, será calculado a RU, em MPa, dividindo-se a força necessária para o deslocamento do material obturador pela sua área lateral (RU=F/SL).

#### *Análise do padrão de falha*

Para a análise do tipo de falha, os *slices* foram avaliados com auxílio do estereomicroscópio Leica M165C, com aumento de 25x e do *software* Las v4.4. As falhas observadas foram determinadas em percentuais e classificadas em: a) adesiva: quando o material obturador deslocou da dentina ou do cimento; b) mista: quando a gutapercha deslocou tanto da dentina quanto do cimento; c) coesiva na dentina: quando ocorreu fratura na dentina (ASSIS et al., 2020; LOPES et al., 2020).

#### *Análise da interface adesiva por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura*

As análises em MEV foram realizadas na face cervical dos *slices* mais apicais de cada terço radicular (cervical, médio e apical). Foram selecionados aleatoriamente 10 *slices* por terço de cada grupo, totalizando 120 *slices*.

O preparo para MEV foi realizado a partir do polimento dos *slices* de dentina com lixas d'água #400, #600 e #1200 (Norton Abrasivos Ltda, São Paulo, SP, Brasil) e pastas de alumina de 1,0 e 0,3 µm (Arotec S/A Ind. e Comércio, São Paulo, SP, Brasil), sob refrigeração constante, com disco de feltro em máquina de polimento (Arotec APL- 4, Arotec S/A Ind. e Comércio, São Paulo, SP, Brasil).

Os *slices* foram enxaguados em água corrente, lavados em cuba ultrassônica (Ultrasonic Cleaner, 1440D, Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com água destilada e deionizada por 10 minutos, e superficialmente descalcificados em ácido clorídrico (HCl) 6 M por 30 segundos e desproteinizados em NaOCl 2% durante 10 minutos.

Após isso, os espécimes foram novamente enxaguados com água deionizada, e fixados com glutaraldeído 2,5% tamponado ao pH de 7,4 com 0,1 M de cacodilato de sódio, por 12 horas a 4°C. Após a fixação, os *slices* de dentina foram imersos em cacodilato de sódio 0,1 M (pH 7,4) por 1 hora, com 3 trocas sucessivas, e enxágue com

água destilada por 1 minuto. Na sequência, foi realizado o processo de desidratação em bateria alcoólica de concentrações crescentes 25%, 50%, 75%, 95% por 20 minutos de imersão em cada, e em concentração de 100% por 1 hora, seguido de imersão em hexametildisilizano (HMDS, Ted Pella, Redding, CA, EUA) por 10 minutos em capela de exaustão (Permutation, E. J. Krieger & Cia Ltda, Indústria Brasileira, Curitiba, PR, Brasil).

Uma vez desidratados, os espécimes foram fixados em *stub* metálico utilizando fita adesiva dupla face (Electron Microscopy Sciences, Washington, DC, EUA), e recobertos com camada ultrafina de material eletricamente condutor - liga ouro-paládio (30 nm de espessura), com o auxílio do aparelho metalizador Desk II Denton Vacuum (Moorestown, New Jersey, NJ, EUA) sob vácuo. As fotomicrografias foram analisadas em magnificação de 45, 75, 150 e 300 vezes, sendo que nas imagens com magnificação de 150 vezes foram realizadas 12 mensurações em pontos equidistantes na interface adesiva para identificar espaços vazios (lacunas ou *gaps*).

Conforme metodologia descrita em estudo prévio (BALGUERIE *et al.*, 2011), a adaptação do cimento na parede do canal radicular foi classificada de acordo com os seguintes critérios: a) boa: a maioria das seções não apresenta lacunas entre o cimento e a dentina; b) razoável: a maioria das seções apresenta algumas pequenas falhas ( $<1\mu\text{m}$ ) entre o cimento e a dentina; c) ruim: a maioria das seções apresenta muitas lacunas (entre 1 e  $10\mu\text{m}$ ) entre o cimento e a dentina; d) sem adaptação: a maioria das seções não apresenta adaptações entre o cimento e a dentina (lacunas  $> 10\mu\text{m}$ ).

### **Análise estatística dos dados**

Os dados foram submetidos a testes para verificar a distribuição normal (Shapiro-Wilk,  $P>0,05$ ) e homogeneidade de variância (teste de Levene,  $P>0,05$ ). Em seguida, foram selecionados testes estatísticos específicos para cada análise realizada. Os testes estatísticos foram realizados no software Jamovi v.1.6.23 (The Jamovi Project, Sydney, Austrália) com o nível de probabilidade fixado em 95%.

## Resultados



### **Resistência de união ao cisalhamento por extrusão**

Os dados de média e desvio padrão para protocolo de irrigação e terço são apresentados na Tabela I. A análise de variância dois fatores (Anova Two-way) evidenciou diferença estatisticamente significativa para o fator Protocolo de Irrigação e terços radiculares ( $p < 0,001$ ), não havendo diferença para a interação dos fatores terço x protocolo de irrigação ( $p=0,167$ ).

**Tabela I.** Média e desvio padrão, em megapascal (MPa), de resistência de união do material obturador à dentina radicular dos diferentes protocolos de irrigação.

Terço	Protocolo de Irrigação			
	NaOCl 2,5%+EDTA	Triton™	Triton™ + EDTA	NaOCl + Triton™
Cervical	5,05 ± 0,55 Aa	3,65 ± 0,73 Ba	3,05 ± 0,66 Ca	3,08 ± 0,31 Ca
Médio	4,90 ± 0,96 Ab	2,47 ± 0,49 Bb	1,57 ± 0,98 Cb	1,18 ± 0,54 Cb
Apical	4,67 ± 1,02 Ab	1,87 ± 0,89 Bb	1,32 ± 0,53 Cb	1,03 ± 0,58 Cb
<b>Média agrupada</b>	4,87 ± 0,84 A	2,66 ± 0,70 B	1,98 ± 0,72 B	1,76 ± 0,48 B

\*Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística nas colunas e letras minúsculas indicam diferenças estatísticas entre linhas no pós-teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Em relação aos protocolos de irrigação, os resultados evidenciaram maiores valores de RU para o protocolo convencional de irrigação – NaOCl 2,5% + EDTA (4,87 ± 0,84 MPa), quando comparado aos protocolos de uso único da solução Triton™ (2,66 ± 0,70 MPa), uso associado da Triton™ + EDTA (1,98 ± 0,72 Mpa) e uso associado da solução de NaOCl 2,5% + Triton™ (1,76 ± 0,48 Mpa), independente do terço radicular avaliado ( $p < 0,001$ ).

Em relação aos terços radiculares, independente do protocolo de irrigação avaliado, o terço cervical apresentou maior resistência de união quando comparado aos terços médio e apical ( $p < 0,001$ ), sendo os valores de resistência de união do terço médio superiores ao do terço apical, entretanto sem diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ).

### **Padrão de Falha**

Os dados de padrão de falha para os tratamentos da dentina em valores percentuais são apresentados na Tabela II. O teste qui-quadrado evidenciou maior prevalência de falhas adesivas mistas em todos os grupos avaliados. Destaca-se que o protocolo de irrigação com uso associado da solução Triton™ + EDTA apresentou maior porcentagem de falhas adesivas à guta-percha em relação aos demais grupos ( $p < 0,001$ ).

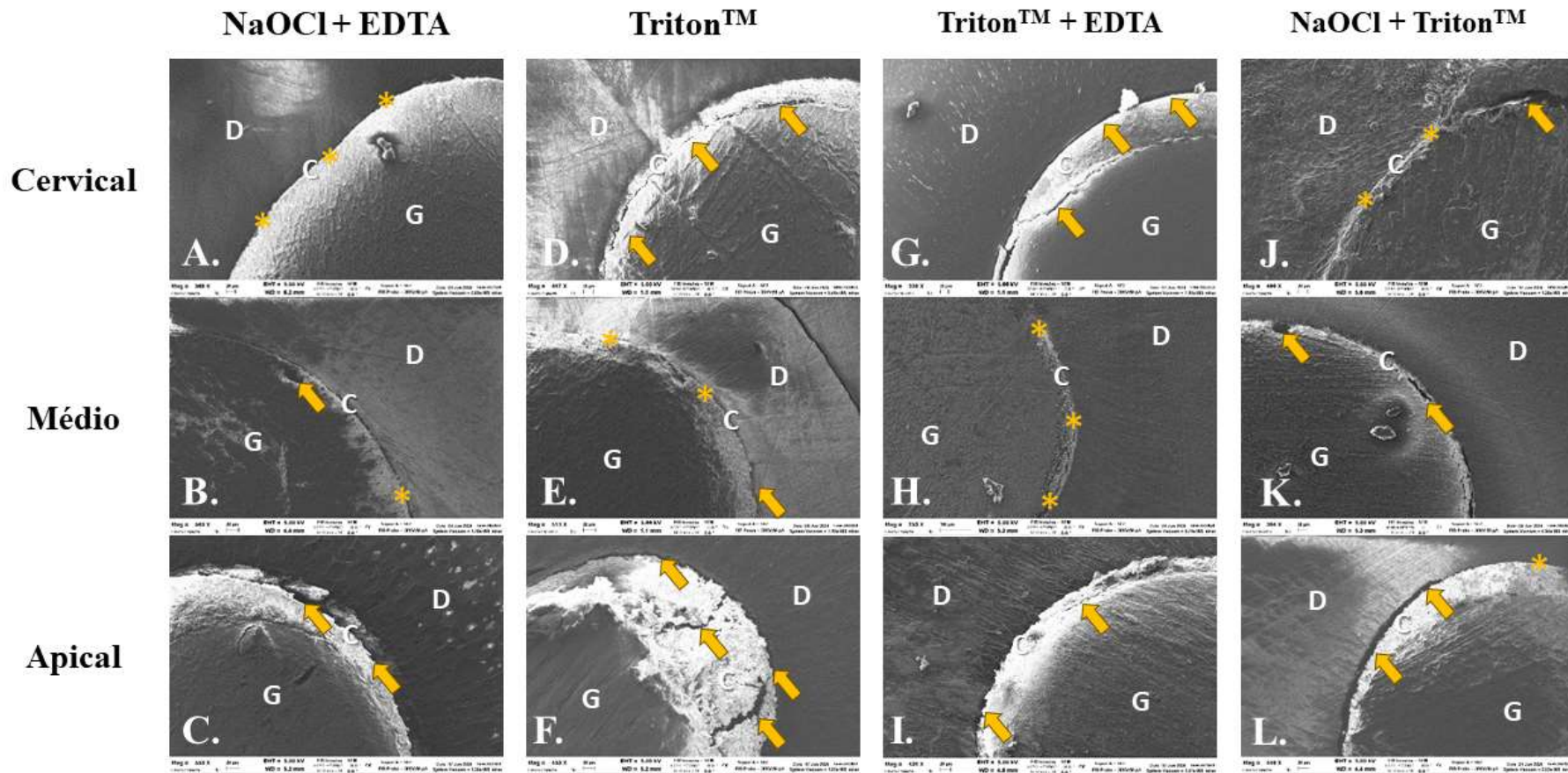
**Tabela II.** Tipo de falha após teste de *push-out* para os diferentes protocolos de irrigação (valores percentuais).

Padrão de Falha	Protocolo de Irrigação			
	NaOCl 2,5%+EDTA	Triton <sup>TM</sup>	Triton <sup>TM</sup> + EDTA	NaOCl + Triton <sup>TM</sup>
AD	0	2,1	2,1	2,1
AMO	0	0	27,1	4,2
CD	16,7	6,3	20,8	10,4
M	83,3	91,7	50	83,3

\*Tipos de falha: AD= Adesiva à dentina; AMO= Adesiva ao material obturador; CD= Coesiva da dentina; M= Mista.

#### ***Avaliação da Interface Adesiva por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)***

A análise qualitativa das imagens de MEV da interface adesiva do material obturador para o grupo submetido ao protocolo de irrigação NaOCl 2,5% + EDTA permitiu observar ausência de lacunas no terço cervical e adaptação do material obturador à dentina radicular, já no terço médio foi possível observar lacunas e zonas de adaptação, contudo no apical observou-se lacunas entre o material obturador e a dentina. Para o grupo submetido ao protocolo de irrigação Triton<sup>TM</sup> foi observado desadaptação entre o cimento obturador e a guta-percha no terço cervical, assim como presença de lacunas em todos os terços, tendo zonas de adaptação em terço médio. Para o grupo tratado com o protocolo Triton<sup>TM</sup> + EDTA foi observado desadaptação entre o cone de guta percha e o cimento obturador nos terços cervical e apical, assim como lacunas, já o terço médio apresentou-se sem lacunas e com zonas de adaptação. Para o grupo NaOCl + Triton<sup>TM</sup> foi observado lacunas entre o cimento e a dentina para todos os terços.



**Figura 1.** Eletromicrografias da interface adesiva do material obturador com a dentina: (A, B e C) Protocolo NaOCl + EDTA evidenciando adaptação de interface adesiva em terço cervical, presença de lacunas e zonas de adaptação no terço médio e presença de lacunas no terço apical, respectivamente. (D, E e F) Protocolo Triton™ evidenciando presença de lacunas no terço cervical, zonas de adaptação e lacuna em terço médio e presença de lacunas no terço apical, respectivamente. (G, H e I) Protocolo Triton™ + EDTA evidenciando lacunas em terço cervical, zona de adaptação em terço médio e lacunas em terço apical, respectivamente. (J, K e L) Protocolo NaOCl + Triton™ evidenciando zonas de adaptação e presença de lacunas em terço cervical, presença de lacunas em terço médio e zona de adaptação assim como lacunas em terço apical, respectivamente. (Asteriscos amarelos: zonas de adaptação; Setas amarelas: lacunas).

## Discussão



O uso da solução multifuncional Triton™ objetiva, sobretudo, a simplificação do tratamento endodôntico ao reduzir o número de soluções irrigantes para apenas uma, otimizando e reduzindo o tempo clínico (SHENG et al., 2023). Como já visto por SHENG et al em 2023, a solução Triton™ possui propriedades antimicrobianas favoráveis e remoção da camada de *smear* adequada (CASTAGNOLA et al., 2024), apesar de estudos conflitarem com essa informação (WAKAS ORAIM et al., 2024). Para tanto, é importante que tal solução não interfira na qualidade de obturação assim como na resistência de união do material obturador à dentina radicular, ou que pelo menos se mantenha ao mesmo nível do padrão ouro da Endodontia (SUSILA et al., 2023) proposto pelo protocolo de irrigação sequencial com uso associado das soluções de hipoclorito de sódio (NaOCl) e ácido etilenodiaminotetracético (EDTA).

No presente estudo, para garantir a homogeneidade da amostra, a seleção da amostra foi criteriosamente realizada por meio da avaliação em tomografia computadorizada de feixe cônico (WU et al., 2001; PEREIRA et al., 2015; ALVES DOS SANTOS et al., 2022), em que foi possível avaliar a secção transversal dos canais radiculares, por terço radicular, garantindo a seleção de caninos superiores humanos com canais radiculares circulares, de acordo com a razão entre as dimensões vestibulolingual e mesiodistal (razão igual a 1) (WU et al., 2001; PEREIRA et al., 2015; ALVES DOS SANTOS et al., 2022).

Para a avaliação da resistência de união ao cisalhamento por extrusão foi utilizado o teste de *push-out* que permite a determinação da resistência de união em diferentes terços do canal radicular (CASTELLAN et al., 2010; MANICARDI et al., 2011; ALVES DOS SANTOS et al., 2022), seguido de análise complementar do padrão de falhas em estereomicroscópio (YAMIN et al., 2018; ASSIS et al., 2020; LOPES et al., 2020; ALVES DOS SANTOS et al., 2022) e da análise da interface adesiva formada entre pino de fibra de vidro, cimento resinoso e dentina radicular por meio de fotomicrografias obtidas por MEV (YAMIN et al., 2018; ASSIS et al., 2020; LOPES et al., 2020; ALVES DOS SANTOS et al., 2022) que possibilita a avaliação de gaps presentes na interface adesiva (BALGUERIE et al., 2011; BRITO-JÚNIOR et al., 2015; YAMIN et al., 2018; ASSIS et al., 2020; LOPES et al., 2020; ALVES DOS SANTOS et al., 2022). Para isso, foram utilizadas bases e hastes metálicas com ponta ativa e orifícios de diâmetros compatíveis para cada terço radicular com o objetivo de favorecer a aplicação da força e ideal distribuição de tensões de cisalhamento, o mais próximo possível da interface adesiva formada entre o material obturador e a dentina radicular (ASSIS et al., 2023).

Em relação aos resultados obtidos pelo teste de *push-out*, foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre terços e entre protocolos de irrigação. O grupo NaOCl + EDTA mostrou resistência de união (RU) superior aos demais grupos ( $P < 0,001$ ). O protocolo NaOCl + EDTA é considerado o padrão ouro para tratamento endodôntico (SUSILA et al., 2023) e, portanto, é comumente utilizado como comparativo para soluções ou protocolos experimentais (ALVES DOS SANTOS et al., 2022; DE ANDRADE MARAFIGA et al., 2022; ALDOSKI; SELIVANY; SULAIMAN, 2023).

O grupo submetido à solução Triton™ demonstrou valores intermediários ( $P < 0,001$ ), o que pode ser associado aos resultados da microscopia eletrônica de varredura (MEV), onde evidenciou-se desadaptação entre cimento obturador e guta-percha no terço cervical, assim como presença de lacunas nos demais terços, o que demonstra que a solução teve influência no tratamento realizado. WAKAS ORAIM et al., em 2024 demonstraram que a capacidade de remoção da camada de *smear* da solução Triton™ é inferior ao EDTA, e sabe-se que a remoção da camada de *smear* é fundamental para melhor penetrabilidade do cimento obturador (RAO et al., 2023) e, conseqüentemente, melhores resultados de RU, quando se utiliza cimento à base de resina epóxi (ABDELGAWAD et al., 2022; BODRUMLU; PARLAK; BODRUMLU, 2010).

Os resultados de RU do NaOCl + Triton™, onde a solução Triton™ foi utilizada como solução quelante, podem ser explicados pelos mesmos princípios supracitados (ABDELGAWAD et al., 2022; BODRUMLU; PARLAK; BODRUMLU, 2010), contudo não sendo eficaz em remover a camada de *smear*. O grupo NaOCl + Triton™ – assim como o grupo Triton™ + EDTA ( $P < 0,455$ ) – apresentou os valores mais inferiores de RU, além de apresentar lacunas e desadaptações nas fotomicrografias da MEV.

Contudo, no caso do grupo Triton™ + EDTA os resultados para o padrão de falha se mostram relevantes, quando é observado uma expressiva porcentagem de falhas adesivas a guta-percha (27,1%). Esse resultado, associado às fotomicrografias, onde é observável desadaptações da guta percha ao cimento obturador e grandes linhas de cimentação entre a dentina radicular e a guta-percha podem sugerir um aumento de tensões de contração por parte da polimerização do cimento obturador (FANG et al., 2012; PONGPRUEKSA; KUPHASUK; SENAWONGSE, 2008).

Em relação aos terços radiculares, os maiores valores de RU foram observados no terço cervical, quando comparados aos terços médio e apical, bem como observa-se maior penetração tubular no terço cervical em relação ao terço médio e apical. E isso corrobora com os estudos na literatura, onde revelam que a profundidade de penetração do cimento

varia nos terços cervical, médio e apical (GHARIB et al. 2007; KARA TUNCER et al. 2012; AKCAY et al. 2016; CASINO-ALEGRE et al. 2022), uma vez que os terços médio e apical apresentam os menores números e diâmetros de túbulos dentinários por milímetro quadrado (BOLLES et al. 2013; MOBARAKI & YESILDAL, 2020), reduzindo a ancoragem mecânica do cimento resinoso por meio da menor formação de *tags* resinosos no interior dos túbulos dentinários e, conseqüentemente, reduzindo a resistência de união (QUARESMA et al., 2023).

É importante salientar a necessidade de estudos futuros que visem elucidar a atividade química da solução Triton™ na dentina radicular, para que sua ação seja melhor compreendida. É visto resultados conflitantes na literatura (CASTAGNOLA et al., 2024; WAKAS ORAIM et al., 2024), o que mostra que seu uso clínico, até o momento deve ser visto com cautela. Apesar das limitações inerentes a um estudo *in vitro*, de modo geral, esse estudo evidenciou dados relevantes de como a solução Triton™ influencia negativamente na resistência de união e na qualidade da interface adesiva em dentes obturados com cimento à base de resina epóxi.

## Conclusão



A partir dos dados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que a nova solução endodôntica única multifuncional (Triton - Brasseler - Vista-Dental, Racine, USA), isoladamente ou associada à solução de hipoclorito de sódio 2,5% ou associada à solução de ácido etilenodiaminotetracético, resultou em menor resistência de união do material obturador à dentina radicular em relação aos demais grupos avaliados, com maior prevalência de falhas adesivas e áreas de desadaptação da interface adesiva entre material obturador e parede dentinária.

## Referências



ABDELGAWAD, L. M. et al. Efficacy of Photoinduced Photoacoustic Streaming and Diode Laser Irrigation Techniques on Smear Layer Removal, Sealer Penetration and Push-out Bond Strength. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, v. 13, n. 1, p. e12–e12, 18 mar. 2022.

ABUHAIMED, T. S., & ABOU NEEL, E. A. Sodium Hypochlorite Irrigation and Its Effect on Bond Strength to Dentin. **Biomed Research International**, 1930360, 2017.

ALDOSKI, M. R. N.; SELIVANY, B. J.; SULAIMAN, T. Bromelain-based endodontic irrigant: preparation, properties, and biocompatibility: An in-vitro study. **Australian Endodontic Journal**, v. 49, n. S1, p. 146–155, 28 set. 2023.

ALMEIDA, M. M., RODRIGUES, C. T., MATOS, A. A., CARVALHO, K. K., SILVA, E. J., DUARTE, M. A., OLIVEIRA, R. C., & BERNARDINELLI, N. Analysis of the physicochemical properties, cytotoxicity and volumetric changes of AH Plus, MTA Fillapex and TotalFill BC Sealer. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, 12(11), e1058–e1065, 2020.

ALVES DOS SANTOS, G. N. et al. Evaluation of the push-out bond strength of an adjustable fiberglass post system to an endodontically treated oval root canal. **Dental materials journal**, v. 42, n. 4, p. 532–541, 2 ago. 2023.

ARUL, B., SURESH, N., SIVARAJAN, R., & NATANASABAPATHY, V. Influence of volume of endodontic irrigants used in different irrigation techniques on root canal dentin microhardness. *Indian journal of dental research: official publication of Indian Society for Dental Research*, 32(2), 230–235, 2021.

ASSIS, H. C. DE et al. Analysis of the adhesive interface of dentine treated with carbodiimide and chitosan before cementation of fiberglass posts with different resin cements. **Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials**, v. 111, n. 10, p. 1840–1852, 8 out. 2023.

ASSIS, R. S.; LOPES, F. C.; ROPERTO R.; SILVA-SOUSA, Y. T. C.; BRAZÃO, E. H.; SPAZZIN, A. O.; PEREIRA, G. K. R.; ALVES, D. M.; SAQUY, P. C.; SOUSA-NETO, M. D. Bond strength and quality of bond interface of multifilament fiberglass posts luted onto flat-oval root canals without additional dentin wear after biomechanical preparation. **J Prosthet Dent**, v. 124, n. 6, p. 738.e1-738.e8, 2020.

BODRUMLU, E.; PARLAK, E.; BODRUMLU, E. H. The effect of irrigation solutions on the apical sealing ability in different root canal sealers. **Brazilian Oral Research**, v. 24, n. 2, p. 165–169, jun. 2010.

CASTAGNOLA, R. In Vitro Evaluation of Smear Layer and Debris Removal and Antimicrobial Activity of Different Irrigating Solutions. **European Endodontic Journal**, p. 81–88, 2024.

CASTELLAN, C. S. et al. Measuring bond strength between fiber post and root dentin: a comparison of different tests. **The journal of adhesive dentistry**, v. 12, n. 6, p. 477–85, dez. 2010.

CHUBB D. A review of the prognostic value of irrigation on root canal treatment success. **Australian Endodontic Journal: The Journal of the Australian Society of Endodontology Inc**, 45(1), 5–11, 2019.

DE ANDRADE MARAFIGA, F. et al. Effect of glycolic acid and EDTA on dentin mechanical properties. **Australian Endodontic Journal**, v. 48, n. 1, p. 27–31, 21 abr. 2022.

FANG, J. et al. In vitro evaluation of bond strength and sealing ability of a new low-shrinkage, methacrylate resin-based root canal sealer. **Journal of the Formosan Medical Association**, v. 111, n. 6, p. 340–346, jun. 2012.

FARHAD, A., SAATCHI, M., & BAGHERIEH, S. Effect of Citric Acid versus EDTA on Radiographic Root Development in Regenerative Endodontic Treatment: An Animal Study. **Journal of Endodontics**, 48(4), 535–541, 2022.

- GONÇALVES, L. S., RODRIGUES, R. C., ANDRADE JUNIOR, C. V., SOARES, R. G., & VETTORE, M. V. The Effect of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine as Irrigant Solutions for Root Canal Disinfection: A Systematic Review of Clinical Trials. **Journal of Endodontics**, 42(4), 527–532, 2016.
- HAAPASALO, M., SHEN, Y., WANG, Z., & GAO, Y. Irrigation in endodontics. **British Dental Journal**, 216(6), 299–303, 2014.
- HOSNY, N. S., EL KHODARY, S. A., EL BOGHADADI, R. M., & SHAKER, O. G. Effect of Neem (*Azadirachta indica*) versus 2.5% sodium hypochlorite as root canal irrigants on the intensity of post-operative pain and the amount of endotoxins in mandibular molars with necrotic pulps: a randomized controlled trial. **International Endodontic Journal**, 54(9), 1434–1447, 2021.
- HÜLSMANN, M., HECKENDORFF, M., & LENNON, A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. **International Endodontic Journal**, 36(12), 810–830, 2003.
- KAPRALOS, V., SUNDE, P. T., CAMILLERI, J., MORISBAK, E., KOUTROULIS, A., ØRSTAVIK, D., & VALEN, H. Effect of chlorhexidine digluconate on antimicrobial activity, cell viability and physicochemical properties of three endodontic sealers. **Dental Materials**: official publication of the Academy of Dental Materials, S0109-5641(22)00101-4, 2022.
- LOPES, F. C.; ROPERTO, R.; AKKUS, A.; DE QUEIROZ, A. M.; FRANCISCO-DE-OLIVEIRA, H.; SOUSA-NETO, M. D. Effect of carbodiimide and chlorhexidine on the bond strength longevity of resin cement to root dentine after radiation therapy. **Int Endod J**, v. 53, n. 4, p. 539-552, 2020.
- MANICARDI, C. A. et al. Influence of filling materials on the bonding interface of thin-walled roots reinforced with resin and quartz fiber posts. **Journal of endodontics**, v. 37, n. 4, p. 531–7, abr. 2011.
- MANKELIYA, S., SINGHAL, R. K., GUPTA, A., JAISWAL, N., PATHAK, V. K., & KUSHWAH, A. A Comparative Evaluation of Smear Layer Removal by Using Four Different Irrigation Solutions like Root Canal Irrigants: An In Vitro SEM Study. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, 22(5), 527–531, 2021.
- MARTINHO, F. C.; CARVALHO, C. A.; OLIVEIRA, L. D.; DE LACERDA, A. J.; XAVIER, A. C.; AUGUSTO, M. G.; ZANATTA, R. F.; PUCCI, C. R. Comparison of different dentin pretreatment protocols on the bond strength of glass fiber post using self-etching adhesive. **J Endod**, v. 41, n. 1, p. 83-87, 2015.
- MOHAMMADI Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. **International Dental Journal**, 58(6), 329–341, 2008.
- NG, W., MARRUGANTI, C., GRANDINI, S., & NEELAKANTAN, P. Root canal debridement by negative pressure irrigation, ultrasonically activated irrigation and their combination. **Journal of Oral Science**, 63(3), 286–288, 2021.
- PELEGRINE, R. A.; PAULILLO, L. A.; KATO, A. S.; FONTANA, C. E.; PINHEIRO, S. L.; DE MARTIN, A. S.; BUENO, C. E. Effect of endodontic retreatment on push-out bond strength and quality of fiber postbonding interface of resin cements. **J Contemp Dent Pract**, v. 17, n. 1, p. 42-48, 2016.
- PONGPRUEKSA, P.; KUPHASUK, W.; SENAWONGSE, P. The elastic moduli across various types of resin/dentin interfaces. **Dental Materials**, v. 24, n. 8, p. 1102–1106, ago. 2008.
- QUARESMA SAL, ALVES DOS SANTOS GN, SILVA-SOUSA AC, CAMARGO RV, SILVA-SOUSA YT, LOPES-OLHÉ FC, MAZZI-CHAVES JF, SOUSA-NETO MD. Influence of bioceramic cones on the quality of root canal filling relative to bond strength and adaptation of the adhesive interface. **Clin Oral Investig**. 2023 Dec;27(12):7919-7933.
- RAO, P. D. et al. Comparative evaluation of effect of nisin-incorporated ethylenediamine tetraacetic acid and MTAD on endodontic biofilm eradication, smear layer removal, and depth of sealer penetration. **Clinical Oral Investigations**, v. 27, n. 12, p. 7247–7259, 24 nov. 2023.

RATH, P. P., YIU, C., MATINLINNA, J. P., KISHEN, A., & NEELAKANTAN, P. The effect of root canal irrigants on dentin: a focused review. **Restorative Dentistry & Endodontics**, 45(3), e39, 2020.

ROPERO, R. C.; PORTO, T. S.; LANG, L.; TEICH, S.; WEBER, S.; EL-MOWAFY, O.; PORTO-NETO, S. T. Microtensile bond strength between a UDMA fiber post and different resin cements: effect of pre-surface treatment. **Dental Materials Journal**, v. 35, n. 6, p. 923-928, 2016.

RUKSAKIET, K., HANÁK, L., FARKAS, N., HEGYI, P., SADAENG, W., CZUMBEL, L. M., SANG-NGOEN, T., GARAMI, A., MIKÓ, A., VARGA, G., & LOHINAI, Z. Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. **Journal of Endodontics**, 46(8), 1032–1041.e7, 2020.

SENNA, R. A., SPOHR, A. R., GASTMANN, A. H., PAPPEN, F. G., LIMA, R., & MORGENTAL, R. D. The effect of EDTA on the antibacterial activity of sodium hypochlorite. **General Dentistry**, 66(1), 74–78, 2018.

SHAFIEI, F.; YOUSEFIPOUR, B.; MOHAMMADI-BASSIR, M. Effect of carbodiimide on bonding durability of adhesive-cemented fiber posts in root canals. **Operative Dentistry**, v. 41, n. 4, p. 432-440, 2016.

SHENG, X. et al. Dual effectiveness of a novel all-in-one endodontic irrigating solution in antibiofilm activity and smear layer removal. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 11, 1 ago. 2023.

SILVA, E., FERREIRA, C. M., PINTO, K. P., BARBOSA, A., COLAÇO, M. V., & SASSONE, L. M. Influence of variations in the environmental pH on the solubility and water sorption of a calcium silicate-based root canal sealer. **International Endodontic Journal**, 54(8), 1394–1402, 2021.

SOUZA-GABRIEL, A. E.; SOUSA-NETO, M. D.; URURAHY, M. S.; ANDRADE, L. M.; FARAONI, J. J.; ROMEO, U.; PALMA-DIBB, R. G. Analysis of adhesive interface in root canals irradiated by Er,Cr:YSGG laser after luting a fiber post. **Microsc Res Tech**, v. 79, n. 11, p. 1090-1096, 2016.

SUSILA, A. V. et al. Can natural irrigants replace sodium hypochlorite? A systematic review. **Clinical Oral Investigations**, v. 27, n. 5, p. 1831–1849, 18 fev. 2023.

TIAN, F., JETT, K., FLAUGHER, R., ARORA, S., BERGERON, B., SHEN, Y., & TAY, F. Effects of dentine surface cleaning on bonding of a self-etch adhesive to root canal sealer-contaminated dentine. **Journal of Dentistry**, 112, 103766, 2021.

WAKAS ORAIM, H. Effectiveness of Triton Irrigation Solution in Smear Layer Removal: An in-vitro Study. **European Endodontic Journal**, p. 139–145, 2024.

YAMIN, P. A.; PEREIRA, R. D.; LOPES, F. C.; QUEIROZ, A. M.; OLIVEIRA, H. F.; SAQUY, P. C.; SOUSA-NETO, M. D. Longevity of bond strength of resin cements to root dentine after radiation therapy. **International Endodontic Journal**, v. 51, n. 11, p. 1301-1312, 2018.

ZEHNDER M. Root canal irrigants. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 5, p. 389–398, 2006.

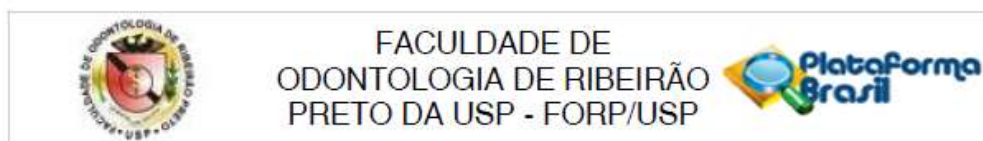
ZHOU, J.; YANG, X.; CHEN, L.; LIU, X.; MA, L.; TAN, J. Pre-treatment of radicular dentin by self-etch primer containing chlorhexidine can improve fiber post bond durability. **Dental Materials Journal**, v. 32, n. 2, p. 248-255, 2013.

ZORDAN-BRONZEL, C. L., TANOMARU-FILHO, M., TORRES, F., CHÁVEZ-ANDRADE, G. M., RODRIGUES, E. M., & GUERREIRO-TANOMARU, J. M. Physicochemical Properties, Cytocompatibility and Antibiofilm Activity of a New Calcium Silicate Sealer. **Brazilian Dental Journal**, 32(4), 8–18, 2021.

## Anexo



**Anexo 1.** Documento de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Influência da nova solução irrigadora endodôntica ζ Triton, de dupla ação e uso único, na resistência de união de material obturador à dentina radicular

**Pesquisador:** JARDEL FRANCISCO MAZZI CHAVES

**Area Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 58855922.0.0000.5419

**Instituição Proponente:** Universidade de Sao Paulo

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 6.433.545

**Apresentação do Projeto:**

Respostas as pendências elencadas pelo CEP. As pendências apontadas no parecer foram atendidas.

**Objetivo da Pesquisa:**

Os mesmos descritos inicialmente.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os mesmos descritos inicialmente.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Os pesquisadores corrigiram o texto do material e método, cadastraram todos os pesquisadores, adequaram o termo de dispensa do TCLE.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Vide o item "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

**Recomendações:**

Vide o item "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Projeto de pesquisa aprovado.

**Endereço:** Avenida do Café s/nº - Bloco K, sala k,10  
**Bairro:** Monte Alegre **CEP:** 14.040-904  
**UF:** SP **Município:** RIBEIRAO PRETO  
**Telefone:** (16)3315-0493 **Fax:** (16)3315-0493 **E-mail:** cep@forp.usp.br



Continuação do Parecer: 0.433.545

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Projeto de pesquisa aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1951753.pdf	06/10/2023 09:45:56		Aceito
Cronograma	Cronograma_atualizado.docx	06/10/2023 09:45:37	JARDEL FRANCISCO MAZZI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP_Atualizado.docx	06/10/2023 09:45:16	JARDEL FRANCISCO MAZZI CHAVES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Revisado.pdf	11/09/2023 15:06:44	JARDEL FRANCISCO MAZZI CHAVES	Aceito
Outros	RespostaParecer.pdf	11/09/2023 15:05:37	JARDEL FRANCISCO MAZZI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	AUSENCIA_TCLE_assinada.pdf	11/09/2023 15:04:58	JARDEL FRANCISCO MAZZI CHAVES	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	declaracaobiobanco.pdf	19/05/2022 15:06:42	JARDEL FRANCISCO MAZZI CHAVES	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	19/05/2022 15:03:18	JARDEL FRANCISCO MAZZI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMODECOMPROMISSO.pdf	19/05/2022 15:02:54	JARDEL FRANCISCO MAZZI	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	19/05/2022 15:01:52	JARDEL FRANCISCO MAZZI	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	aut_infra_revisada_201802_jardel.pdf	19/05/2022 15:00:30	JARDEL FRANCISCO MAZZI CHAVES	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	19/05/2022 14:49:13	JARDEL FRANCISCO MAZZI	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Endereço: Avenida do Café s/nº - Bloco K, sala k,10  
Bairro: Monte Alegre CEP: 14.040-904  
UF: SP Município: RIBEIRAO PRETO  
Telefone: (16)3315-0493 Fax: (16)3315-0493 E-mail: oep@forp.usp.br



FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO  
PRETO DA USP - FORP/USP



Continuação do Parecer: 0.433.545

Não

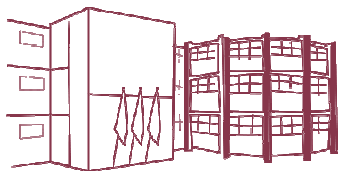
RIBEIRAO PRETO, 18 de Outubro de 2023

---

Assinado por:  
Simone Cecilio Hallak Regalo  
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida do Café s/nº - Bloco K , sala k,10  
Bairro: Monte Alegre CEP: 14.040-904  
UF: SP Município: RIBEIRAO PRETO  
Telefone: (16)3315-0493 Fax: (16)3315-0493 E-mail: cep@forp.usp.br

Página 08 de 08



### Folha de Informação

Em consonância com a Resolução CoCEx-CoG nº 7.497/2018, informamos que a Comissão de Graduação da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP/USP) em sua 536ª Reunião Ordinária, realizada em 04 de outubro de 2024, **aprovou**, fundamentando-se na sugestão da Subcomissão para Avaliação dos Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs) da Unidade, **a inclusão deste trabalho na Biblioteca Digital de Trabalhos Acadêmicos da USP (BDTA).**

Cumpre-nos destacar que a disponibilização deste trabalho na BDTA foi autorizada pelos autores (estudante e docente orientador), conforme menção constante no trabalho e documentação existente no Serviço de Graduação da FORP.

Ribeirão Preto, 04 de novembro de 2024.

**Prof. Dr. Michel Reis Messoria**  
Presidente da Comissão de Graduação  
FORP/USP