



UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Naira Geovana Camilo

**Análise comparativa da Quitosana 0,2% com diferentes
protocolos de limpeza final na resistência de união à
dentina e ao pino intrarradicular**

Anápolis-GO

2023

Naira Geovana Camilo

**Análise comparativa da Quitosana 0,2% com diferentes
protocolos de limpeza final na resistência de união à
dentina e ao pino intrarradicular**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Odontologia da Universidade
Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA para
obtenção do Título de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Clínica Odontológica
Orientação: Prof. Dr. Helder Fernandes de
Oliveira

Anápolis - GO
2023

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, ao meu pai que sempre me disse que a educação nos edifica, e por isso nunca mediu esforços para me dar oportunidades de estudar. À minha mãe que me ensinou ter força de vontade, garra e perseverança. Ao meu irmão que é o meu exemplo de mestre e doutor, o meu companheiro de pesquisa. Ao meu marido que sempre me ajudou e sempre esteve comigo, meu porto seguro na caminhada da profissão e da vida. À Geovana, minha sobrinha/irmã, a quem eu quero deixar um bom exemplo e um legado de amor, apoio e esforço.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por me amparar nos momentos difíceis e permitir com que eu tivesse também os momentos bons, por me manter com saúde e ânimo para concluir tudo aquilo que me propus a fazer.

Agradeço também meus pais Orlando e Neire, por me proporcionarem o bem estar e a oportunidade de realizar esse sonho de me tornar mestre. Por sempre acreditarem em mim e na minha capacidade de ser quem eu me tornei.

Agradeço pela paciência e apoio do meu marido Alex que sempre esteve ao meu lado vibrando comigo a cada etapa vencida.

Agradeço os meus amigos por serem empáticos e orgulhosos da minha caminhada.

Agradeço o meu orientador, professor Doutor Helder Fernandes de Oliveira por sua disponibilidade, paciência, conselhos e ensinamentos. Que me inspirou desde a graduação e me deu a oportunidade de vivenciar a educação e a endodontia de perto.

Agradeço o coordenador do programa, professor Orlando Aguirre Guedes, por estar sempre disposto a nos ajudar e nos trazer o de melhor que a pesquisa e a odontologia pode nos oferecer.

Agradeço o professor Marco Aurélio de Carvalho no auxílio da pesquisa, por sua paciência e cordialidade comigo durante todo o tempo.

Agradeço a banca por aceitarem o convite, professora Priscila Cardoso Lazari-Carvalho e professora Andreza Maria Fábio Aranha. Poder contar com mulheres e pesquisadoras de grande peso me motiva e me inspira nessa jornada da docência.

EPÍGRAFE

“Onde quer que haja mulheres e homens, há sempre o que fazer, há sempre o que ensinar, há sempre o que aprender.”

Paulo Freire

Sumário

RESUMO.....	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUÇÃO.....	12
<u>2</u> . REFERENCIAL TEÓRICO	14
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GERAL.....	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
4.1. SELEÇÃO DAS AMOSTRAS	20
4.2. PREPARO E OBTURAÇÃO DO CANAL RADICULAR	20
4.3. PREPARO DO CONDUTO PARA PINO DE FIBRA DE VIDRO	21
4.4. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	22
4.5. PREPARO DAS SOLUÇÕES QUELANTES	23
4.6. CIMENTAÇÃO DOS PINOS DE FIBRA DE VIDRO	24
4.7. SECCIONAMENTO DAS RAÍZES E AVALIAÇÃO DA ADAPTAÇÃO MARGINAL.....	24
4.8 ENSAIO DE MICROPUSH-OUT.....	25
4.9 DEFINIÇÃO DO PADRÃO DE FALHA POR MICROSCOPIA CONFOCAL A LASER DE VARREDURA.....	25
4.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA	26
5. RESULTADOS	27
6. DISCUSSÃO	30
7. CONCLUSÃO.....	34
<u>8</u> . REFERÊNCIAS	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

&	e
%	Porcentagem
<	Menor
=	Igual
>	Maior
CAAP	Plasma de Argônio Atmosférico Frio
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
Com.	Comércio
CT	Comprimento de trabalho
EA	EndoActivator
EDTA	Ácido etilenodiamino tetraacético
EDTAC	Ácido etilenodiamino tetraacético + Cetavlon
et al.	e outros
EUA	Estados Unidos da América
GO	Goiás
Ind.	Indústria
ISO	International Organization for Standardization
IC	Irrigação Convencional
PUI	Irrigação ultrassônica passiva
Ltda.	Sociedade limitada
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
Min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MN	Minnessota
n	Número da amostra
NaOCl	Hipoclorito de sódio
Ncm	Newton por centímetro
n ^o	Número
°C	Graus Celsius
p	Probabilidade de Significância
PCR	Preparo do canal radicular
pH	Potencial hidrogeniônico
PR	Paraná
PUI	Irrigação Ultrassônica Passiva
RJ	Rio de Janeiro
RPM	Rotações por minuto
S	Segundos
SP	São Paulo
UT	Utah
XPF	XP-Endo Finisher
α	Nível de significância

TABELAS E FIGURAS

Figura 1. Distribuição dos grupos experimentais (n = 10) de acordo com a solução quelante e o método de ativação.22

Tabela 1. Mediana e intervalo interquartil (Q25-Q75) referentes aos valores de resistência de união nos grupos testados para os diferentes terços radiculares de acordo com o teste Kruskall Wallis (n=10)28

Tabela 2. Distribuição dos modos de falhas para os grupos experimentais. (1) falha adesiva entre o pino e o agente cimentante; (2) falha adesiva entre o agente cimentante e dentina radicular; (3) falha adesiva mista (entre pino, agente cimentante e dentina); (4) falha coesiva no cimento;(5) falha coesiva no pino; (6) falha coesiva na dentina.....29

RESUMO

Objetivo: Comparar o efeito da Quitosana 0,2% com diferentes protocolos de limpeza final na resistência de união à dentina e ao pino intrarradicular.

Material e Método: Noventa incisivos bovinos foram seccionados transversalmente para obtenção de remanescentes radiculares de 18 mm de comprimento. As raízes foram distribuídas em oito grupos de acordo com a solução quelante (EDTA 17% e Quitosana 0,2%) e o método de ativação (irrigação convencional [IC], EndoActivator [EA], XP-Endo Finisher [XPF] e irrigação ultrassônica passiva [IUP]). Posterior a realização dos diferentes métodos de limpeza, os pinos foram cimentados e as raízes foram seccionadas para obtenção de dois discos de cada terço radicular. Os discos foram submetidos ao ensaio mecânico micropush-out e os valores de resistência de união (MPa) foram submetidos aos testes de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner ($\alpha = 5\%$). O padrão de falha foi avaliado por meio de microscopia óptica em um aumento de 40x. **Resultados:** Na análise por grupo não foram observadas diferenças entre os terços radiculares ($p > 0,05$). As comparações entre os protocolos de limpeza revelaram diferenças no terço cervical entre os grupos G1 e G8 ($p=0,038$), G4 e G8 ($p=0,003$) e G6 e G8 ($p=0,049$), Controle e G8 (0,019). A falha adesiva entre cimento e dentina foi a mais frequente em todos os grupos. A falha adesiva entre o agente cimentante e dentina radicular foi a mais prevalente (68,3%) seguida da falha coesiva na dentina (28,7%). **Conclusão:** A Quitosana 0,2% + XPF proporcionou maiores valores de resistência de união. O método de agitação como protocolo de limpeza final influenciou na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular.

Palavras-chave: Adesão, EDTA, pino de fibra de vidro, preparo para pino, lama dentinária, ultrassom.

ABSTRACT

Objective: To compare the effect of Chitosan 0.2% with different final cleaning protocols on bond strength to dentin and fiber post. **Material and Method:** Ninety bovine incisors were transversely sectioned to obtain root remnants measuring 18 mm in length. The roots were distributed into eight groups according to the chelating solution (EDTA 17% and Chitosan 0.2%) and the activation method (conventional irrigation [IC], EndoActivator [EA], XP-Endo Finisher [XPF] and irrigation passive ultrasonic [PUI]). After carrying out the different cleaning methods, the posts were cemented and the roots were sectioned to obtain two disks from each root third. The disks were transferred to the *micropush-out* mechanical test and the force resistance values (MPa) were expressed to the Kruskal-Wallis testicles, followed by the Dwass-Steel-Critchlow-Fligner test ($\alpha = 5\%$). The failure pattern was assessed using light microscopy at a 40x magnification. **Results:** In the analysis by group, no differences were observed between the root thirds ($p > 0.05$). Comparisons between cleaning protocols revealed differences in the cervical third between groups G1 and G8 ($p = 0.038$), G4 and G8 ($p = 0.003$) and G6 and G8 ($p = 0.049$), Control and G8 (0.019). Adhesive failure between cement and dentin was more frequent in all groups. Adhesive failure between the luting agent and root dentin was the most prevalent (68.3%) followed by cohesive failure in the dentin (28.7%). **Conclusion:** Chitosan 0.2% + XPF acquired higher bond strength values. The inspiration method as a final cleaning protocol influenced the bond strength of fiberglass posts to root dentin.

Keywords: Bond strength, Chelating agent, Chitosan, Fiber post, Passive ultrasonic activation, Smear Layer

1. INTRODUÇÃO

Reabilitar dentes que tratados endodônticamente e que possuem uma perda de estrutura coronária significativa, posteriormente ao tratamento endodôntico, o restabelecimento da forma e tipo de coroa envolvem principalmente a utilização de instalação de pinos de fibra de vidro pré-fabricados associados com cimentos resinosos. (Menezes et al., 2008;) A recomendação desses materiais se dá devido à suas características quanto à durabilidade, estética e custo operacional, o que o torna a melhor opção para a restauração destes dentes em questão. (Baena et al., 2017)

Apesar disso, durante o preparo, raspas de dentina infectada, restos de guta-percha e cimento obturador, microrganismos, formam a *smear layer* que pode influenciar a polimerização de cimentos resinosos e a qualidade da cimentação do pino de fibra de vidro que é essencial para a união do pino à dentina. (Akman et al., 2016). A união de dentina radicular com o cimento e o pino de fibra de vidro se baseia em retenções micromecânicas entre dentina desmineralizada e o cimento resinoso e por isso, a limpeza das paredes presentes dentro do canal radicular é imprescindível para a retenção ideal do pino. (Oliveira et al., 2018)

A irrigação é uma parte fundamental no tratamento endodôntico, uma vez que cumpre funções biomecânicas e químicas, é importante para atingir áreas do canal radicular em que não foram tocadas durante a instrumentação como istmos e canais laterais. (Haapsalo et al., 2014). Muitas soluções são testadas com o objetivo de remover essa *smear layer*, porém a solução envolvendo EDTA e suas combinações (principalmente o hipoclorito de sódio) é o mais utilizado devido suas propriedades quelantes. (Silva et al., 2012).

Por outro lado, existe uma busca por soluções mais biocompatíveis que o EDTA, na tentativa de minimizar os danos aos tecidos periapicais já que o EDTA pode ser erosivo para a dentina e é considerado um poluente, uma vez que esta substância não é encontrada originalmente na natureza. (Silva et al., 2012; Sen et al., 2009.) Como alternativa, a quitosana vem sendo cada vez mais estudada por ser uma solução natural e devido sua biocompatibilidade tanto com tecido mole tanto com tecido duro, biodegradabilidade, bioadesão e falta de toxicidade (Silva et al., 2013; Akncbay et al., 2007).

Avanços tecnológicos permitiram que soluções irrigadoras sejam agitadas dentro do canal radicular para que ocorra uma melhor remoção da smear layer através de protocolos de agitação mecânica, sônica ou ultrassônica (Gu et al., 2009). Porém, mesmo com a comprovação de que esses protocolos de irrigação auxiliam na remoção de smear layer, esses protocolos podem causar erosões dentinárias comprometendo assim a resistência de união entre pino e dentina. (Barreto et al., 2016; Mancini et al., 2018;)

Não há consenso sobre o efeito dos procedimentos de limpeza pós preparo para pino na união de um retentor de fibra à dentina radicular (Elnaghy et al., 2014; Oliveira et al., 2018). Até o momento, nenhum estudo avaliou o efeito da quitosana, isoladamente ou em associação com diferentes técnicas de agitação, no processo de adesão e resistência de união de pinos de fibra. Portanto, parece oportuno investigar o efeito do protocolo de limpeza intraradicular pós preparo do conduto para pino na resistência de união do pino, um agente cimentante à dentina radicular. As hipóteses nulas testadas foram de que não haveria diferença no nível de resistência de união em função (i) da solução quelante, (ii) do método de ativação do quelante e (iii) do terço do canal radicular.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

ADESÃO

A adesão do pino de fibra de vidro e da dentina radicular no interior do canal ainda é bastante discutida. Ferreira et al. (2015) avaliaram a influência do microscópio clínico no processo de limpeza mecânica e o seu efeito na resistência de união entre o pino e a dentina radicular. A pesquisa utilizou dentes humanos extraídos com espaços para pinos preparados de acordo com protocolos padronizados. Os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos: um grupo controle e um grupo experimental onde um microscópio clínico foi empregado como auxiliar durante a limpeza mecânica. O processo de limpeza envolveu a remoção de material obturador residual e detritos do espaço do pino. Após a limpeza, a resistência de união entre o pino e a dentina radicular foi avaliada usando uma análise de resistência de união. No grupo controle, onde a limpeza mecânica foi realizada sem um microscópio clínico, a resistência de união entre o pino e a dentina radicular apresentou resultados moderados. No entanto, no grupo experimental em que o microscópio clínico foi utilizado como auxiliar durante a limpeza, a resistência de união melhorou significativamente. O microscópio clínico facilitou uma limpeza mais precisa e completa do espaço do pino, resultando em uma ligação mais forte entre o pino e a dentina radicular.

Guedes et al. (2021) avaliaram diferentes protocolos de retratamento endodôntico e o seu efeito na resistência de união do pino de fibra de vidro à dentina radicular através de amostras de dentes uniradiculares humanos no qual foram submetidos a diferentes protocolos de retratamento incluindo técnicas baseadas em solvente, técnicas baseadas em calor e técnicas baseadas em instrumentos rotativos. O estudo concluiu que diferentes protocolos de retratamento tiveram efeitos variados na resistência de união dos pinos de fibra de vidro à dentina do canal radicular. A técnica baseada em solvente apresentou a maior resistência de união, seguida pela técnica baseada em calor e a técnica baseada em instrumento rotativo. Esses achados indicam que a escolha do protocolo de retratamento pode influenciar significativamente a resistência de união e, conseqüentemente, o sucesso das restaurações com pinos e núcleos.

Sadeghi et al. (2021) também estudaram sobre a resistência de união entre pinos de fibra de vidro e a dentina do canal radicular com micropush-out porém utilizando dois métodos pré tratamento da dentina radicular, o plasma de argônio atmosférico frio (CAAP) e o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA). Os canais radiculares da amostra de dentes humanos extraídos foram preparados para a colocação do pino e os espécimes divididos aleatoriamente em Grupo 1 (controle), Grupo 2 (pré-tratamento CAAP) e Grupo 3 (pré-tratamento com EDTA). Após o pré-tratamento, os pinos de fibra foram cimentados nos canais radiculares usando um cimento resinoso adesivo e Testes de resistência de união micro-push-out foram realizados para medir a resistência dos pinos de fibra ao deslocamento da dentina. Os resultados do estudo mostraram que os dois métodos de pré-tratamento tiveram um efeito significativo na resistência de união micro-push-out dos pinos de fibra à dentina do canal radicular, os grupos que utilizaram CAAP ou EDTA exibiram maiores valores de resistência de união em comparação com o grupo controle, indicando melhor adesão entre os pinos de fibra e a dentina. Com base nessas descobertas, o estudo sugere que os pré-tratamentos CAAP e EDTA podem influenciar positivamente a resistência de união dos pinos de fibra à dentina do canal radicular. Esses métodos de pré-tratamento têm o potencial de aumentar o sucesso clínico e a longevidade das restaurações envolvendo pinos de fibra.

REMOÇÃO DA SMEAR LAYER

Um grupo de pesquisadores avaliou instrumentos de níquel titânio em combinação com diferentes protocolos de limpeza para determinar a abordagem mais eficaz. Para isso, Coniglio et al. (2008) utilizaram EDTA, hipoclorito de sódio e EDTA+ hipoclorito de sódio e avaliou através da microscopia eletrônica de varredura a quantidade de debris presente no interior do canal radicular após o preparo para pino. Concluíram então que o grupo que utilizou apenas o EDTA apresentou limpeza satisfatória, porém em um grau menor do que quando utilizou o hipoclorito de sódio e a combinação de ambos apresentou resultados ainda melhores com detritos significativamente reduzidos e excelente remoção de materiais de obturação residuais.

Um outro estudo realizado por Chen et al. (2018) investigaram como vários cimentos endodônticos e sistemas de irrigação influenciam a eficácia da

remoção da smear layer, que é crucial para o sucesso da colocação de pinos. A pesquisa envolveu o uso de dentes humanos extraídos com espaços para pinos preparados de acordo com protocolos padronizados. Os dentes foram divididos em diferentes grupos com base no tipo de cimento endodôntico e sistema de irrigação empregado. Os cimentos endodônticos incluíam cimentos à base de resina e cimentos à base de silicato de cálcio. Os sistemas de irrigação incluíram irrigação por seringa convencional e irrigação sônica. Após a preparação do espaço do pino, a remoção da smear layer foi avaliada usando microscopia eletrônica de varredura e um sistema de pontuação. O grupo que usou selantes à base de resina combinados com irrigação sônica exibiu a remoção mais eficaz da smear layer. A combinação de um cimento à base de resina e irrigação sônica resultou em uma camada residual mínima e paredes mais limpas do canal radicular. O grupo que usou cimentos à base de silicato de cálcio com irrigação por seringa convencional mostrou remoção da smear layer menos eficaz, com maior presença de detritos e smear layer.

PROTÓCOLOS DE IRRIGAÇÃO

Uroz-Torres et al. (2009) avaliaram o desempenho do Sistema EndoActivator na remoção da smear layer e seu impacto na limpeza do sistema de canais radiculares através de amostras de dentes humanos extraídos e divididos em um grupo controle e outro grupo que utilizou o sistema EndoActivator. Através da microscopia eletrônica de varredura (MEV), concluíram que houve uma significativa eficácia do Sistema EndoActivator na remoção da smear layer. No grupo controle, as paredes do canal radicular exibiram uma smear layer proeminente, indicando remoção incompleta de detritos. Por outro lado, no grupo experimental onde o Sistema EndoActivator foi empregado, a smear layer foi visivelmente reduzida e as paredes do canal radicular pareciam mais limpas.

Melo et al. (2010) investigaram como diferentes técnicas de protocolos de irrigação final afetam a capacidade do EDTA de eliminar efetivamente a smear layer. A pesquisa utilizou uma amostra de dentes humanos extraídos com canais radiculares. Os dentes foram instrumentados usando técnicas padrão de instrumentação rotativa. Após a instrumentação, os dentes foram aleatoriamente divididos em diferentes grupos representando

várias técnicas de protocolo final. Essas técnicas incluíam irrigação ultrassônica passiva (PUI), agitação sônica e irrigação com seringa convencional. Em cada grupo, EDTA foi usado como solução de enxágue final. A eficácia de cada técnica na remoção da smear layer foi avaliada usando microscopia eletrônica de varredura e um sistema de pontuação. O grupo que utilizou irrigação ultrassônica passiva (PUI) como técnica de protocolo final demonstrou a remoção mais eficaz da smear layer. A técnica PUI criou fluxo acústico e cavitação, o que facilitou a penetração e dispersão do EDTA, resultando em limpeza completa da superfície dentinária. Os grupos que utilizaram agitação sônica e irrigação com seringa convencional também mostraram algum grau de remoção da smear layer, embora em menor extensão em comparação com a PUI.

SOLUÇÕES QUELANTES

De-Deus et al. (2006) Avaliaram o efeito das soluções EDTA e EDTAC na microdureza da dentina do canal radicular humano. amostras foram aleatoriamente divididas em três grupos de acordo com o agente quelante empregado, grupo 1: EDTA 17%, grupo 2: EDTAC 17% e grupo 3: ácido cítrico 10%. A microdureza da dentina foi então medida e concluíram que a microdureza diminuiu com o aumento do tempo de aplicação de soluções quelantes. Não houve diferença significativa entre os 3 grupos após 1 minuto de aplicação das substâncias. Após 3 minutos, EDTA produziu uma redução significativamente maior na microdureza. No entanto, não houve diferença significativa entre EDTA e EDTAC após 5 min. Ácido Cítrico causou uma redução significativamente menor na microdureza. Portanto, em geral, o ácido cítrico foi menos eficaz em relação a dureza da dentina, enquanto o EDTA teve a efeito mais forte.

Silva et al. (2012) avaliaram os efeitos da quitosana em diferentes concentrações na remoção da smear layer e estrutura da dentina após 3 e 5 min de aplicação. Caninos superiores extraídos foram instrumentados e irrigados com hipoclorito de sódio a 1%. Os espécimes foram distribuídos de acordo com o tempo e a concentração da solução irrigadora final: G1: quitosana 0,1% por 3 min; G2: quitosana 0,2% por 3 min; G3: quitosana 0,37% por 3 min; G4: 0,1% de quitosana por 5 min; G5: quitosana 0,2% por 5 min; G6:

quitosana 0,37% por 5 min. Todas as amostras foram preparadas para análise em microscopia eletrônica de varredura. Concluíram através de seus resultados que a quitosana 0,2% por 3 min pareceu ser eficiente na remoção da smear layer, causando pouca erosão da dentina.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Comparar o efeito da Quitosana 0,2% com diferentes protocolos de limpeza final na resistência de união à dentina e ao pino intrarradicular.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito do EDTA 17% associado ou não as técnicas de agitação sônica (EndoActivator; EA), mecânica (XP-Endo Finisher; XPF) e ultrassônica (inserto ultrassônico; PUI) na resistência de união à dentina e ao pino intrarradicular por meio do ensaio mecânico de micropush-out.

Avaliar o efeito da quitosana 0,2% associada ou não as técnicas de agitação sônica (EndoActivator; EA), mecânica (XP-Endo Finisher; XPF) e ultrassônica (inserto ultrassônico; PUI) na resistência de união à dentina e ao pino intrarradicular por meio do ensaio mecânico de micropush-out.

Avaliar a influência do terço do canal radicular quanto à resistência de união pino à dentina radicular nos diferentes protocolos de limpeza final testados por meio do ensaio mecânico de micropush-out.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O protocolo do estudo foi revisado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Evangélica de Goiás, Anápolis, Brasil (no 001/2021).

4.1. SELEÇÃO DAS AMOSTRAS

Trezentos incisivos inferiores bovinos, recém-extraídos, com raízes completamente formadas, morfológicamente semelhantes em tamanho e forma (Renovato *et al.*, 2013; Guedes *et al.*, 2014; Santana *et al.*, 2015), foram coletados e armazenados em solução de timol 0,2% (Fitofarma, Goiânia, GO, Brasil) por não mais de dois meses. Radiografias periapicais nos sentidos vestibulo-lingual e mesiodistal foram feitas, e apenas dentes com um único canal, sem calcificações internas ou anatomia irregular foram incluídos no estudo. Para aumentar a padronização, foram selecionados apenas dentes com canais radiculares de larguras compatíveis. As medidas foram realizadas nos sentidos vestibulo-lingual e mesiodistal a 11 mm do ápice em ambos os exames radiográficos. Um total de 80 dentes foram usados.

4.2. PREPARO E OBTURAÇÃO DO CANAL RADICULAR

Os dentes tiveram as coroas removidas com um disco diamantado de dupla face (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil), operado perpendicularmente ao seu longo eixo para produzir raízes padronizadas de 18 mm de comprimento a partir da extremidade apical. Uma lima K-File nº 10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi usada para confirmar a patência de todos os canais radiculares. Qualquer raiz com diâmetro coronal maior que 1 mm, medido com paquímetro digital (Mitutoyo, Tóquio, Japão) e patência > ISO 15 foi substituída. O comprimento de trabalho (CT) foi determinado usando uma lima K nº 15 (Dentsply Maillefer), que foi introduzida no canal radicular até ficar visível no forame apical. O CT foi definido 1 mm aquém desta medida. Para simular condições clínicas, os ápices radiculares foram selados com compósito *flow* (Top Dam; FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil).

O preparo do canal radicular (PCR) foi realizado usando a técnica coroa-ápice com instrumentos do sistema de níquel-titânio ProTaper Universal (Dentsply Maillefer). O último instrumento utilizado foi o F5 (50/.05). Cada

instrumento foi utilizado no preparo de apenas cinco canais radiculares e foi acionado com motor endodôntico X-Smart Plus (Dentsply Maillefer), respeitando os padrões de velocidade e torque estabelecidos pelo fabricante. A cada troca de instrumento, os canais foram irrigados com 4 mL de hipoclorito de sódio a 2,5% (NaOCl; Fitofarma) usando uma seringa descartável de 5 mL (Ultradent, South Jordan, UT, EUA) e uma agulha de calibre 29 (NaviTip; Ultradent). Após a conclusão do PCR, os canais radiculares foram irrigados com 4 mL de EDTA 17% (Biodinâmica, Ibiporã, PR, Brasil) por 3 min para remover a *smear layer*, depois enxaguados com 4 mL de solução salina estéril. As raízes foram então secadas com pontas de papel absorvente (Dentsply Maillefer) e obturadas com cones de guta-percha (Dentsply Maillefer) em associação com cimento à base de resina epóxi (AH Plus; Dentsply Maillefer), misturado de acordo com as instruções do fabricante, usando a técnica híbrida de Tagger. O excesso de guta-percha e cimento foi removido com condensadores aquecidos (Paiva; SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), e o acesso ao canal foi selado com resina composta micro-híbrida (TPH Spectrum, Dentsply Latin America, Petrópolis, RJ, Brasil). Todas as raízes foram armazenadas a 37°C e 100% de umidade por 7 dias para permitir que o cimento endurecesse.

4.3. PREPARO DO CONDUTO PARA PINO DE FIBRA DE VIDRO

Após a presa do cimento, o material restaurador foi removido e condensadores aquecidos (Paiva; SS White) foram usados para remover a porção inicial da massa obturadora do canal radicular. Os condutos foram preparados a uma profundidade de 14 mm usando brocas Largo nº 3-5 (Dentsply Maillefer), correspondentes aos pinos paralelos e serrilhados de 1,5 mm de diâmetro (Reforpost nº 3; Angelus, Londrina, PR, Brasil) (MENEZES *et al.*, 2008; RENOVATO *et al.*, 2015). As brocas Largo foram acionadas por motores Intramatic 20168 e Intramatic 181DBN (ambos da Kavo Ind. Com. Ltda., Joinville, PR, Brasil) operando a 5.000 rpm. Os canais radiculares foram irrigados com 4 mL de NaOCl 2,5% (Fitofarma) após cada troca de broca e secos com cones de papel absorvente (Dentsply Maillefer).

4.4. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Após o preparo do conduto, os espécimes foram divididos aleatoriamente em oito grupos experimentais (n=10) e um grupo controle, definidos de acordo com a solução quelante testada (EDTA 17% ou Quitosana 0,2%) e o método de ativação do irrigante (irrigação convencional [IC], EndoActivator [EA], XP-Endo Finisher [XPF] ou irrigação ultrassônica passiva [PUI]) (Figura 1).

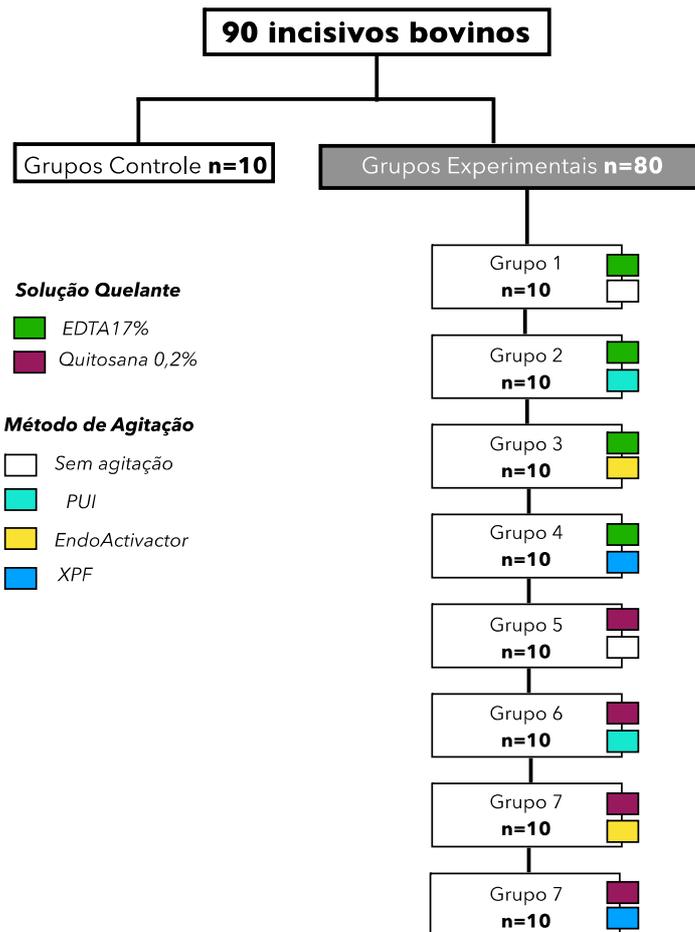


Figura 1. Distribuição dos grupos experimentais (n = 10) de acordo com a solução quelante e o método de ativação

4.5. PREPARO DAS SOLUÇÕES QUELANTES

As soluções foram formuladas em farmácia de manipulação (Fitofarma) e foram preparadas com reagentes de grau analítico e com água purificada por um sistema de Osmose Reversa com Luz Ultravioleta (Quimis, Diadema, SP, Brasil) com condutividade elétrica inferior a $1\mu\text{S mm}^{-2}$. O pH das soluções foi determinado com um medidor de pH digital (Analion, Ribeirão Preto, SP, Brasil). A solução de quitosana a 0,2% foi preparada com 0,2 g de quitosana (ACROS Organics Gell, Bélgica; grau de desacetilação > 90%) em 100 mL de ácido acético a 1%. A mistura foi agitada usando um agitador magnético por 2 h (Silva *et al.*, 2012; 2013).

Irrigação convencional (IC)

Neste grupo, 4 mL de NaOCl 2,5%, 4 mL de cada solução quelante e 4 mL de NaOCl foram aplicados nos canais radiculares usando uma seringa descartável de 5 mL (Ultradent) e uma agulha de calibre 29 (NaviTip; Ultradent) inserida 1 mm aquém do CT sem tocar às paredes do canal. As soluções quelantes foram deixadas por 3 min sem nenhuma ativação.

Irrigação ultrassônica passiva (PUI)

A PUI foi realizada em 3 ciclos (2 ciclos de NaOCl e 1 ciclo de solução quelante) de 20 s cada com 2 mL da solução por ciclo. As soluções foram ativadas passivamente usando ultrassom EMS PM 200 (EMS-Electro Medical Systems, Nyon, Suíça) e ponta E1-Irrisonic (Helse, Santa Rosa do Viterbo, SP, Brasil) posicionada 1 mm aquém do CT, sem tocar as paredes dos canais radiculares, para que vibrasse livremente. A unidade ultrassônica foi ajustada para 10% de potência.

EndoActivator (EA)

Neste grupo, foram realizados três ciclos de ativação conforme descrito anteriormente. As soluções foram ativadas com o sistema EndoActivator (Dentsply Maillefer) e ponta ativadora média (25/.04), que foi inserida a 2 mm do CT por 20 s (cada ciclo com 2 mL da solução) a 10.000 ciclos por minuto.

XP-Endo Finisher (XPF)

Nesse grupo, foram realizados três ciclos de ativação conforme descrito anteriormente. As soluções foram ativadas com o instrumento XP-Endo Finisher (25/.00) (FKG Dentaire, Swiss Dental Products, La Chaux-de-Fonds, Suíça), que foi inserido ao longo do CT. O instrumento operou a uma

velocidade de 800 rpm e torque de 1 Ncm. Movimentos lentos e suaves de penetração e retirada foram realizados por 20 segundos (cada ciclo com 2 mL da solução).

Após a conclusão dos protocolos de limpeza, os canais foram lavados com 4 mL de soro fisiológico e secos com pontas de papel absorvente (Dentsply Maillefer).

4.6. CIMENTAÇÃO DOS PINOS DE FIBRA DE VIDRO

As raízes foram revestidas externamente com cera utilitária para evitar a polimerização lateral decorrente da fotoativação do cimento. Na sequência, os pinos foram limpos por 15 s com álcool 70% e em seguida o silano (Silano, Angelus) foi aplicado por 1 min. O cimento resinoso autoadesivo (RelyX U200; 3M-ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante e inserido em cada canal radicular com o auxílio de uma espiral lentulo (Dentsply Maillefer) e aplicado na superfície do pino. O pino foi inserido no interior do canal com pressão digital. O excesso de cimento foi removido com um Microbrush limpo (KG Sorensen) após 1 min. Três minutos depois, o cimento foi fotopolimerizado usando uma fonte de 1.200 mW/cm² (Radii-Cal; SDI, Bayswater, Austrália) por 40 s na região cervical, em direção ao longo eixo da raiz, e oblíquo às superfícies vestibular e lingual, totalizando 120 s por raiz. A interface dentina-cimento-pino foi selada com resina composta para garantir o vedamento hermético do canal radicular.

4.7. SECCIONAMENTO DAS RAÍZES E AVALIAÇÃO DA ADAPTAÇÃO MARGINAL

Todas as raízes foram seccionadas transversalmente com um disco diamantado de dupla face (4" de diâmetro x 0,012" de espessura x 1/2"; Arbor, Extec, Enfield, CT, EUA) montado em micrótomo de tecido duro (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) em baixa velocidade com resfriamento a água. Três discos de 1 mm de espessura foram obtidos das regiões cervical, média e apical da raiz, totalizando 9 discos por raiz. Os discos do terço cervical foram cortados a 11 e 12 mm do ápice, os discos do terço médio a 08 e 09mm do ápice e os discos do terço apical a 05 e 06mm do ápice. Os discos foram analisados em estereomicroscópio (Expert DN; Müller Optronic, Erfurt, Alemanha) com aumento de 40X, e imagens de cada seção foram capturadas. Um total de 60 imagens foram obtidas em cada grupo. Todas as imagens foram

analisadas por um examinador cego e previamente calibrado. O mesmo examinador avaliou as imagens duas vezes, com intervalo de 7 dias entre as avaliações.

4.8. ENSAIO DE MICROPUSH-OUT

Para a realização do ensaio de micropush-out utilizou-se dispositivo desenvolvido especificamente para este teste, constituído por base metálica em aço inoxidável com 3 cm de diâmetro, contendo orifício de 2 mm na região central e ponta aplicadora de carga com 1 mm de diâmetro e 3 mm de comprimento. Após o posicionamento do conjunto na base da máquina de ensaio mecânico (EMIC DL 2000, São José dos Pinhais, Brasil) contendo célula de carga de 20 Kgf, os discos foram posicionados de forma que a ponta aplicadora de carga coincidissem com o orifício da base metálica, e então, foram submetidos ao carregamento de compressão no sentido ápice/coroa a uma velocidade de 0,5 mm/minuto, até ocorrer falha no sistema. Os valores da força de deslocamento foram obtidos em Newton, e a resistência de união, em MPa, foi calculada dividindo-se a força pela área da interface adesiva, calculada pela fórmula: $A = 2\pi r \times h$, sendo que π é a constante 3.14, r é o raio do pino e h a espessura dos espécimes em mm (GORACCI et al., 2004; SOARES et al., 2008; SOARES et al., 2012).

4.9. DEFINIÇÃO DO PADRÃO DE FALHA POR MICROSCOPIA CONFOCAL A LASER DE VARREDURA

Após o ensaio mecânico, cada espécime foi armazenado individualmente em microtubos tipo eppendorf com água destilada, para posterior análise do padrão de fratura por meio da microscopia óptica. Nesta modalidade de visualização as amostras não necessitam de nenhum tipo de tratamento ou preparo prévio (Watson et al., 2000).

Todas as amostras foram analisadas com o auxílio de microscópio óptico (Carl Zeiss Laser Scanning Systems - LSM510, META, Alemanha) e um comprimento de onda excitatório de 488 nm foi usado. Toda a luz emitida entre 500-550 nm e acima de 560 nm foi coletada por diferentes filtros. As imagens foram processadas com a ajuda do software Zeiss LSM Image Browser, (META, Alemanha). Obteve-se fotomicrografias sempre com o mesmo aumento (de 100 vezes), para todos os espécimes. Os tipos de falha foram classificados em seis categorias:

- (1) falha adesiva entre o pino e o agente cimentante;
- (2) falha adesiva entre o agente cimentante e dentina radicular;
- (3) falha adesiva mista (entre pino, agente cimentante e dentina);
- (4) falha coesiva no cimento;
- (5) falha coesiva no pino;
- (6) falha coesiva na dentina;

4.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada usando o *software* Jamovi 1.1.9 (The Jamovi Project, 2019). Os diferentes protocolos de limpeza foram comparados considerando a frequência dos modos de falhas expressos em porcentagem em cada grupo testado. Os valores de resistência de união (MPa) obtidos por meio do ensaio mecânico de micropush-out foram submetidos aos testes de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner para comparações múltiplas. O nível de significância estabelecido para todas as análises estatísticas foi $\alpha = 5\%$. A concordância intraexaminador foi avaliada pelo coeficiente kappa em 10% da amostra.

5. RESULTADOS

O valor de kappa foi de 0,86, indicando um excelente grau de concordância intraexaminador. As medianas e os intervalos interquartis para os diferentes grupos testados foram expressos na Tabela 1. Na análise por grupo não foram observadas diferenças entre os terços radiculares ($p > 0,05$). As comparações entre os protocolos de limpeza revelaram diferenças no terço cervical entre os grupos G1 e G8 ($p=0,038$), G4 e G8 ($p=0,003$) e G6 e G8 ($p=0,049$), Controle e G8 (0,019). No terço médio, apesar do teste de comparação dos grupos apontar diferenças ($p=0,017$) ela se perde ao ajustar para comparações múltiplas, sendo a diferença mais próxima da significância estatística escolhida a da comparação entre os grupos G1 e Controle ($p=0,051$) e G8 e Controle ($p=0,053$). No terço apical não foram encontradas diferenças entre os grupos ($p > 0,05$). Os modos de falhas foram mencionados na Tabela 2. A falha adesiva entre o agente cimentante e dentina radicular foi a mais prevalente (68,3%) seguida da falha coesiva na dentina (28,7%).

Tabela 1. Mediana e intervalo interquartil (Q25-Q75) referentes aos valores de resistência de união nos grupos testados para os diferentes terços radiculares de acordo com o teste Kruskal Wallis (n=10).

Grupos experimentais	Terço Cervical		Terço Médio		Terço Apical		Valor de p
	Mediana	Interquartil Q25-Q75	Mediana	Interquartil Q25-Q75	Mediana	Interquartil Q25-Q75	
CONTROLE	2.48 ^{A,a}	1.87-3.81	2.00 ^A	1.58-3.05	2.72 ^A	1.39-3.79	0.387
G1. EDTA 17%	2.54 ^{A,a}	1.79-3.74	3.42 ^{A,a}	2.89-4.06	3.88 ^{A,a}	1.98-5.00	0.116
G2. EDTA 17% + IUP	3.79 ^{A,a,b}	2.93-5.13	3.76 ^{A,a}	1.98-5.39	3.43 ^{A,a}	1.21-4.78	0.387
G3. EDTA 17% + EA	2.71 ^{A,a,b}	1.80-3.50	2.74 ^{A,a}	1.63-4.61	2.27 ^{A,a}	0.94-4.76	1.00
G4. EDTA 17% + XPF	3.16 ^{A,a}	2.65-3.64	2.46 ^{A,a}	1.72-3.76	3.09 ^{A,a}	1.88-3.62	0.796
G5. Quitosana 0,2%	2.90 ^{A,a,b}	2.33-4.33	2.83 ^{A,a}	1.91-4.13	2.81 ^{A,a}	1.54-3.70	0.705
G6. Quitosana 0,2% + IUP	2.45 ^{A,a}	1.19-3.49	2.79 ^{A,a}	1.89-3.29	2.52 ^{A,a}	1.66-3.53	0.212
G7. Quitosana 0,2%+ EA	3.91 ^{A,a,b}	2.34-5.46	2.59 ^{A,a}	1.22-3.45	3.01 ^{A,a}	1.26-3.91	0.200
G8. Quitosana 0,2% + XPF	5.35 ^{A,b}	3.13-6.14	4.01 ^{A,a}	2.64-5.26	4.11 ^{A,a}	2.79-4.90	0.350
Valor de p	<0.01		0.017		0.159		

*IUP, irrigação ultrassônica passiva; EA, EndoActivator. XPF, XP-Endo Finisher;

* p-valor: *ANOVA one-way; **Letras maiúsculas** diferentes indicam existência de diferenças significativas nas **linhas** ($p < 0,05$). **Letras minúsculas** diferentes indicam existência de diferenças significativas nas **colunas** ($p < 0,05$).

Tabela 2. Distribuição dos modos de falhas para os grupos experimentais. (1) falha adesiva entre o pino e o agente cimentante; (2) falha adesiva entre o agente cimentante e dentina radicular; (3) falha adesiva mista (entre pino, agente cimentante e dentina); (4) falha coesiva no cimento; (5) falha coesiva no pino; (6) falha coesiva na dentina;

Grupos experimentais	Modo de Falha N (%)						TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
CONTROLE	0 (0%)	41 (68,3%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	19 (31,7%)	60 (100%)
G1. EDTA 17%	1 (1,7%)	31 (51,71%)	4 (6,71%)	1 (1,7%)	0 (0%)	23 (38,3%)	60 (100%)
G2. EDTA 17% + IUP	0 (0%)	41 (68,3%)	3 (5%)	0 (0%)	0 (0%)	15 (25%)	60 (100%)
G3. EDTA 17% + EA	0 (0%)	40 (66,7%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	20 (33,3%)	60 (100%)
G4. EDTA 17% + XPF	0 (0%)	41 (68,3%)	1 (1,7%)	0 (0%)	0 (0%)	18 (30%)	60 (100%)
G5. Quitosana 0,2%	0 (0%)	35 (58,3%)	4 (6,7%)	1 (1,7%)	0 (0%)	20 (33,3%)	60 (100%)
G6. Quitosana 0,2% + IUP	0 (0%)	50 (83,3%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	10 (16,7%)	60 (100%)
G7. Quitosana 0,2%+ EA	0 (0%)	40 (66,7%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	20 (33,3%)	60 (100%)
G8. Quitosana 0,2% + XPF	0 (0%)	50 (83,3%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	10 (16,7%)	60 (100%)
TOTAL	2 (0,4%)	369 (68,3%)	12 (2,2%)	2 (0,4%)	0 (0%)	155 (28,7%)	540 (100%)

*IUP, irrigação ultrassônica passiva; EA, EndoActivator. XPF, XP-Endo Finisher;

6. DISCUSSÃO

O presente estudo comparou o efeito do EDTA 17% e da Quitosana 0,2%, como protocolo final de limpeza isoladamente ou em associação com diferentes técnicas de agitação, na resistência de união à dentina e ao pino intrarradicular. Os resultados evidenciaram diferenças na resistência de união entre os grupos G1 e G8, G4 e G8 e entre G6 e G8 o que sugere a influência do protocolo de limpeza na resistência de união. Assim, as hipóteses nulas foram parcialmente rejeitadas.

O ensaio mecânico *micropush-out* utilizado neste estudo é um método bastante empregado para mensurar a resistência de união entre a dentina e o pino intrarradicular, conforme aponta vários estudos (Elnaghy et al., 2014; Barreto et al., 2016; Doreleo et al., 2022), apresentando uma distribuição mais homogênea das tensões, menos distorção na coleta dos dados e menor possibilidade da ocorrência de falhas prematuras (Goracci et al., 2004; Soares et al., 2008). Além disso, o método permite avaliar vários espécimes de uma mesma raiz e testar as diferenças regionais entre os terços radiculares, com resultados compatíveis com as situações clínicas (Menezes et al., 2008; Guedes et al., 2022; Boggian et al., 2023).

A escolha de dentes bovinos para a investigação do presente estudo, justificou-se pela fácil aquisição quando comparado aos dentes humanos e também por permitirem uma melhor padronização da idade dos dentes e do espaço do canal radicular e reduzirem o risco de transmissão de doenças infectocontagiosas (Soares et al., 2012; Renovato et al., 2013; Guedes et al., 2014). Estudos prévios têm demonstrado propriedades similares entre dentes humanos e bovinos em ensaios mecânicos de força de adesão à dentina ou ao esmalte (Nakamichi et al., 1983, Dong et al., 2003, Soares et al., 2010).

Uma ampla gama de materiais tem sido disponibilizada no mercado para a cimentação dos pinos de fibra de vidro. A opção pela utilização do cimento resinoso autoadesivo (RelyX U200) no experimento foi por este apresentar alta adesão, estabilidade a longo prazo e simplicidade de uso quando comparado aos cimentos convencionais (Mesquita et al., 2013; Barreto et al., 2016). Inicialmente, o cimento foi idealizado para aderir à estrutura dental sem prévio

condicionamento ácido (Baena et al, 2017), com a adesão ocorrendo por dois mecanismos, os monômeros ácidos hibridizam com a dentina e a resina interage quimicamente com a hidroxiapatita (Soares et al., 2012; Akman et al 2016; Doreleo et al., 2022; Boggian et al., 2023). Essa interação provavelmente se baseia na quelação dos íons cálcio por grupos ácidos, resultando na adesão química à hidroxiapatita presente na estrutura dentária (Gerth et al., 2006).

Entretanto, estudos prévios relataram que se a dentina estiver coberta por uma *smear layer* espessa, o cimento resinoso tem baixo efeito na desmineralização o que reflete negativamente na sua capacidade adesiva (Bitter et al., 2009). Desta forma, é de extrema importância a escolha de um protocolo de limpeza final que remova a *smear layer* (Baena et al., 2017), sem remover excessivamente o cálcio presente na dentina radicular (Barreto et al., 2016).

É notório que o EDTA 17% tem a sua importância na remoção dos componentes inorgânicos da *smear layer* (Sen et al., 2009; Silva et al., 2012). Entretanto, apesar de ser eficiente na limpeza final, o uso prolongado do EDTA 17% pode culminar em um efeito erosivo sobre a dentina, com redução da sua microdureza, podendo agredir os tecidos periapicais (De-Deus et al., 2006; Serper et al., 2001), além de ser considerado um poluente ambiental (Spano et al., 2009). Para lidar com as estruturas orgânicas, estudos tem buscado novas alternativas apresentando ácidos mais fracos e mais biocompatíveis do que o EDTA e com menor possibilidade interferirem na adesão e nos procedimentos restauradores (Machado et al., 2004; Pimenta et al., 2012; Doreleo et al., 2022; Boggian et al., 2023).

A quitosana é um polissacarídeo natural, biodegradável, biocompatível com células humanas que possui múltiplas propriedades funcionais e alta capacidade quelante. Adsorção, troca iônica e quelação são provavelmente responsáveis pela formação de complexos entre a quitosana e os íons metálicos (Kurita 1998; Akncbay et al., 2007; Silva et al., 2012). No presente estudo, duas soluções quelantes diferentes (EDTA 17% e Quitosana 0,2%) foram utilizadas para investigar a capacidade de adesão do FP à dentina radicular associado ou não as técnicas de agitação sônica (EndoActivator; EA),

mecânica (XP-Endo Finisher; XPF) e ultrassônica (inserto ultrassônico; PUI).

No presente estudo, foram encontradas diferenças nos valores de resistência de união de somente no terço cervical e médio conforme relatado em investigações anteriores (Meneses et al., 2008; Renovato et al., 2013; Guedes et al., 2014). O uso da quitosana 0,2% + XPF como protocolo de limpeza final influenciou positivamente na resistência de união entre FP e dentina do canal radicular, apresentando os maiores valores de resistência de união no terço cervical (Tabela 1). Os achados corroboram com o estudo realizado por Doreleo et al. (2022) do qual comparou o efeito da quitosana a 0,2% com o EDTA 17% em diferentes técnicas de irrigação convencional e ultrassônica passiva (PUI), obtendo maiores valores para a quitosana 0,2% + PUI no terço cervical do canal radicular.

A análise dos modos de falhas foi por meio do método de seccionamento radicular seriado utilizado do qual se obteve dois slices por terço radicular permitindo a inspeção direta da interface cimento-dentina em discos de dentina obtidos de diferentes níveis do canal radicular. Quanto ao modo de falhas adesivas verificou-se que a mais frequente ocorreu na interface entre o agente cimentante e dentina radicular seguida da falha coesiva na dentina (Tabela 2). Estes resultados estão de acordo com os achados de estudos anteriores demonstrando que o pino de fibra de vidro cimentado com cimento autoadesivo é mais fraco na interface cimento-dentina (Guedes et al., 2014; Barreto et al., 2016; Doreleo et al., 2022; Boggian et al., 2023) e pode ser atribuído à presença de remanescentes de materiais obturadores aderidos as paredes do canal radicular e dentro dos túbulos dentinários, alteração química e estrutural da dentina radicular, o tipo de sistema adesivo e estratégias de cimentação (Oliveira et al., 2018).

Algumas limitações do presente estudo devem ser consideradas e que merecem consideração em estudos posteriores: as amostras não foram submetidas a influências térmicas e mecânicas, o que pode simular as condições da cavidade oral e fornecer resultados mais realistas (Bitter et al., 2012). Os dentes utilizados tiveram suas coroas removidas, o que pode ter eliminado um reservatório coronário da solução quelante. Desta forma, ao

ativar a solução, uma quantidade considerável do quelante pode ter sido perdida coronalmente. Estudos clínicos são necessários para confirmar os achados deste estudo e avaliar a eficácia de novas substâncias e tecnologias para a limpeza do substrato radicular após o preparo do canal para restauração com pinos de fibra de vidro.

7. CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada, pode concluir que:

1. O protocolo de limpeza pós preparo para pino influenciou resistência de união de pinos de fibra cimentados com cimento resinoso autoadesivo à dentina radicular

2. O uso da quitosana 0,2% + XPF como protocolo de limpeza final influenciou positivamente na resistência de união entre FP e dentina do canal radicular, apresentando os maiores valores de resistência de união no terço cervical

3. Parece apropriado sugerir a combinação entre quitosana 0,2% e XPF como protocolo de limpeza intrarradicular após o preparo do conduto quando se deseja cimentar um pino de fibra com cimento resinoso autoadesivo.

REFERÊNCIAS

1. Akman M, Eldeniz AU, Ince S, Guneser MB. Push-out bond strength of a new post system after various post space treatments. **Dent Mater J.** 2016;35(6):876-880. doi:10.4012/dmj.2015-372
2. Akncbay H, Senel S, Ay ZY. Application of chitosan gel in the treatment of chronic periodontitis. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater.** 2007;80(2):290-296. doi:10.1002/jbm.b.30596
3. Baena E, Flores A, Ceballos L. Influence of root dentin treatment on the push-out bond strength of fiber posts. **Odontology.** 2017;105(2):170-177. doi:10.1007/s10266-016-0252-7
4. Barreto MS, Rosa RA, Seballos VG, et al. Effect of Intracanal Irrigants on Bond Strength of Fiber Posts Cemented With a Self-adhesive Resin Cement. **Oper Dent.** 2016;41(6):e159-e167. doi:10.2341/15-246-L
5. Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. **Eur J Oral Sci.** 2009;117(3):326-333. doi:10.1111/j.1600-0722.2009.00623.x
6. Boggian LC, Silva AV, Santos GR, et al. Effect of intra-radicular cleaning protocols after post-space preparation on marginal adaptation of a luting agent to root dentin. **J Oral Sci.** 2023;65(2):81-86. doi:10.2334/josnugd.22-0344
7. Chen X, Liu H, He Y, Luo T, Zou L. Effects of Endodontic Sealers and Irrigation Systems on Smear Layer Removal after Post Space Preparation. **J Endod.** 2018;44(8):1293-1297. doi:10.1016/j.joen.2018.05.014
8. Coniglio I, Magni E, Goracci C, et al. Post space cleaning using a new nickel titanium endodontic drill combined with different cleaning regimens. **J Endod.** 2008;34(1):83-86. doi:10.1016/j.joen.2007.10.019
9. De-Deus G, Paciornik S, Mauricio MH. Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. **Int Endod J.** 2006;39(5):401-407. doi:10.1111/j.1365-2591.2006.01094.x
10. Di Comite M, Crincoli V, Fatone L, et al. Quantitative Analysis of Defects at the Dentin-Post Space in Endodontically Treated Teeth. **Materials (Basel).** 2015;8(6):3268-3283. Published 2015 Jun 4. doi:10.3390/ma8063268

11. Dong CC, McComb D, Anderson JD, Tam LE. Effect of mode of polymerization of bonding agent on shear bond strength of autocured resin composite luting cements. **J Can Dent Assoc.** 2003;69(4):229-234.
12. Dorileo MC, Guiraldo RD, Lopes MB et al. Effect of 0.2% Chitosan Associated with Different Final Irrigant Protocols on the Fiber Post Bond Strength to Root Canal Dentin of Bovine Teeth: An In-vitro Study. **Open Dent J.** 2022;16(1). doi:10.2174/18742106-v16-e2205310
13. Elnaghy AM. Effect of QMix irrigant on bond strength of glass fibre posts to root dentine. **Int Endod J.** 2014;47(3):280-289. doi:10.1111/iej.12145
14. Ferreira R, Prado M, de Jesus Soares A, Zaia AA, de Souza-Filho FJ. Influence of Using Clinical Microscope as Auxiliary to Perform Mechanical Cleaning of Post Space: A Bond Strength Analysis. **J Endod.** 2015;41(8):1311-1316. doi:10.1016/j.joen.2015.05.003
15. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. **Eur J Oral Sci.** 2004;112(4):353-361. doi:10.1111/j.1600-0722.2004.00146.x
16. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. **J Endod.** 2009;35(6):791-804. doi:10.1016/j.joen.2009.03.010
17. Guedes OA, Chaves GS, Alencar AH, et al. Effect of gutta-percha solvents on fiberglass post bond strength to root canal dentin. **J Oral Sci.** 2014;56(2):105-112. doi:10.2334/josnurd.56.105
18. Guedes OA, Oliveira HF, Santana MLL, et al. Effect of Endodontic Retreatment Protocols on Bond Strength of Fiberglass Post to Root Canal Dentine: an in-vitro study. **Journal Of Clinical And Diagnostic Research.** 2021; 15(11):1-4. doi.org/10.7860/jcdr/2021/49772.15621.
19. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. **Br Dent J.** 2014;216(6):299-303. doi:10.1038/sj.bdj.2014.204
20. Kurita K, Shimada K, Nishiyama Y, Shimojoh M, Nishimura SI. Nonnatural Branched Polysaccharides: Synthesis and Properties of Chitin and Chitosan

- Having alpha-Mannoside Branches. **Macromolecules**. 1998;31(15):4764-4769. doi:10.1021/ma980272a
21. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Dall'Asta L, Cianconi L. FESEM evaluation of smear layer removal using different irrigant activation methods (EndoActivator, EndoVac, PUI and LAI). An in vitro study. **Clin Oral Investig**. 2018;22(2):993-999. doi:10.1007/s00784-017-2179-y
22. Mello I, Kammerer BA, Yoshimoto D, Macedo MC, Antoniazzi JH. Influence of final rinse technique on ability of ethylenediaminetetraacetic acid of removing smear layer. **J Endod**. 2010;36(3):512-514. doi:10.1016/j.joen.2009.11.004
23. Menezes MS, Queiroz EC, Campos RE, Martins LR, Soares CJ. Influence of endodontic sealer cement on fibreglass post bond strength to root dentine. **Int Endod J**. 2008;41(6):476-484. doi:10.1111/j.1365-2591.2008.01378.x
24. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine Teeth as Possible Substitutes in the Adhesion Test. **J Dent Res**. 1083;62(10):1076-81.
25. Oliveira LV, Maia TS, Zancopé K, Menezes MS, Soares CJ, Moura CCG. Can intra-radicular cleaning protocols increase the retention of fibreglass posts? A systematic review. **Braz Oral Res**. 2018;32:e16. Published 2018 Mar 15. doi:10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0016
26. Renovato SR, Santana FR, Ferreira JM, Souza JB, Soares CJ, Estrela C. Effect of calcium hydroxide and endodontic irrigants on fibre post bond strength to root canal dentine. **Int Endod J**. 2013;46(8):738-746. doi:10.1111/iej.12053
27. Sadeghi Mahounak F, Abbasi M, Ranjbar Omrani L, et al. Effect of Root Dentin Pretreatment on Micro-Push-Out Bond Strength of Fiber Posts to Root Canal Dentin: Cold Atmospheric Argon Plasma (CAAP) and Ethylenediaminetetraacetic Acid (EDTA). **Int J Dent**. 2021;2021:5571480. Published 2021 May 28. doi:10.1155/2021/5571480
28. Santana FR, Soares CJ, Silva JA, et al. Effect of Instrumentation Techniques, Irrigant Solutions and Artificial accelerated Aging on Fibreglass Post Bond Strength to Intraradicular Dentin. **J Contemp Dent Pract**.

- 2015;16(7):523-530. Published 2015 Jul 1. doi:10.5005/jp-journals-10024-1716
29. Sen BH, Ertürk O, Pişkin B. The effect of different concentrations of EDTA on instrumented root canal walls. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2009;108(4):622-627. doi:10.1016/j.tripleo.2009.04.042
30. Silva PV, Guedes DF, Pécora JD, da Cruz-Filho AM. Time-dependent effects of chitosan on dentin structures. **Braz Dent J.** 2012;23(4):357-361. doi:10.1590/s0103-64402012000400008
31. Silva PV, Guedes DF, Nakadi FV, Pécora JD, Cruz-Filho AM. Chitosan: a new solution for removal of smear layer after root canal instrumentation. **Int Endod J.** 2013;46(4):332-338. doi:10.1111/j.1365-2591.2012.02119.x
32. Soares CJ, Pereira JC, Valdivia AD, Novais VR, Meneses MS. Influence of resin cement and post configuration on bond strength to root dentine. **Int Endod J.** 2012;45(2):136-145. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01953.x
33. Soares CJ, Santana FR, Castro CG, et al. Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. **Dent Mater.** 2008;24(10):1405-1411. doi:10.1016/j.dental.2008.03.004
34. Spanó JC, Silva RG, Guedes DF, Sousa-Neto MD, Estrela C, Pécora JD (2009) Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. **J Endod** 35, 727-730.
35. Uroz-Torres D, González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. **J Endod.** 2010;36(2):308-311. doi:10.1016/j.joen.2009.10.029