



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**



LARISSA OLIVEIRA DANTAS

**Análise da resistência de união (RU) do cimento Ah Plus utilizado
na obturação de dentes submetidos a diferentes protocolos de
irrigação**

**RIBEIRÃO PRETO
2021**

LARISSA OLIVEIRA DANTAS

**Análise da resistência de união (RU) do cimento Ah Plus utilizado
na obturação de dentes submetidos a diferentes protocolos de
irrigação**

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do grau de Mestre em Ciências – Programa: Odontologia Restauradora - Área de concentração: Odontologia Restauradora (Opção: Endodontia).

Orientador: Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan

RIBEIRÃO PRETO

2021

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: ____/____/2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Dantas, Larissa Oliveira

Análise da Resistência de União (RU) do cimento Ah Plus utilizado na obturação de dentes submetidos a diferentes protocolos de irrigação. Ribeirão Preto, 2021.

55 p.: il.; 30cm

Dissertação de mestrado, apresentada na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP), área de concentração: Odontologia Restauradora - Endodontia.

Orientador: Luiz Pascoal Vansan

1. Soluções irrigantes
2. Resistência de União
3. Cimento Ah Plus
4. Microscopia Confocal de Varredura a Laser
5. Push-out

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dantas, LO. **Análise da resistência de união (RU) do cimento Ah Plus utilizado na obturação de dentes submetidos a diferentes protocolos de irrigação.**

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do grau de Mestre em Ciências - Programa: Odontologia Restauradora - Área de concentração: Odontologia Restauradora (Opção: Endodontia).

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan (Orientador)

Instituição: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____



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 no Laboratório de Pesquisa em Dentística do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Dedicatória



A **Deus**, todo poderoso, criador do céu e da terra, e a *Jesus Cristo* meu salvador, no qual confesso publicamente minha fé e devoção.

Ao meu pai, Antonio Henrique Dantas (in memorian), por sempre acreditar no meu potencial, pelo investimento sem rédeas em mim, por todo carinho, amor, e paciência me doado durante sua vida, pela compreensão durante minhas ausências e principalmente, por ter sido o melhor pai do mundo.

À minha mãe, Zilma de Oliveira dos Santos Dantas, que sempre me apoiou e incentivou meus estudos, se orgulhando das minhas conquistas, por todo apoio emocional para que eu conseguisse chegar até aqui, e principalmente por ser meu exemplo de professora, se um dia eu for metade da professora que a senhora foi, já tenho certeza do meu sucesso.

Dedico a vocês meu trabalho.

Agradecimentos



Ao meu orientador, **Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan**, que me acolheu desde o início da pós-graduação, com seu imenso coração e com sua infinita sabedoria de vida, que me ensinou não só sobre Endodontia, mas como ser uma professora e uma pessoa melhor, meu imenso agradecimento à você Mestre, o senhor foi sem dúvidas a melhor pessoa que eu conheci em toda a minha vida, vou levar seus ensinamentos e suas frases para todos meus futuros alunos, foi um privilégio ser sua última orientada de Mestrado, espero que saiba o quão grata sou a Deus por ter tido essa oportunidade.

Ao **Prof. Dr. Paulo André Yamin**, pela paciência, pelas brincadeiras, pelos ensinamentos e pela amizade, obrigada por ser essa pessoa incrível e servo de Deus, você é uma pessoa extraordinária!

À **Profa. Dra. Regina Guenka Palma Dibb**, pela disponibilização de seu tempo, pelos ensinamentos e discussões, agradeço imensamente toda a ajuda.

À **Profa Dra. Juliana Jendiroba Faraoni Romano**, pela paciência e delicadeza em suas explicações, por ter sido percussora das análises da minha pesquisa.

Ao **Prof. Dr. Pablo Andres Amoroso-Silva**, por ter plantado a sementinha da Endodontia em meu coração, nos primórdios da graduação, por ter me orientado em meu TCC e por ser meu exemplo de professor e pesquisador.

Ao **Prof. Dr. Antônio Miranda da Cruz Filho**, por todo conhecimento transmitido ao longo desses dois anos, tanto no Mestrado quanto na Especialização, sua didática e competência são uma inspiração.

Ao **Prof. Dr. Ricardo Novak Savioli**, pela agradável convivência, pelo constante aprendizado em Endodontia a mim proporcionado durante o Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE), e por toda sabedoria compartilhada na execução deste trabalho.

Ao **Prof. Dr. José Augusto Sperandio**, pela oportunidade durante a graduação de me orientar no Pronto Socorro Odontológico e assim fazendo-me apaixonar pela Endodontia.

Ao **Prof. Dr. Evandro Siqueira**, pelo tempo dedicado à orientação de futuros projetos, por ter sido precursor do meu futuro como professora, por todo o tempo dedicado às minhas dúvidas e por ser uma pessoa maravilhosa!

A todos os docentes do Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora da FORP-USP em especial ao **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto**, **Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva**, **Prof. Dr. Jardel Francisco Mazzi Chaves**, **Profa. Dra. Aline Evangelista de Souza Gabriel**, pelos conhecimentos adquiridos durante o curso, e pela amizade.

Ao **Sr. Carlos Feitosa dos Santos**, pelo apoio emocional, acolhimento, e disponibilidade de sempre ajudar a todos da pós-graduação sem medir esforços, sentirei muitas saudades de você Carlos!

Ao **Sr. Reginaldo Santana da Silva**, pessoa maravilhosa que nunca mediu esforços para me ajudar, sempre com um sorriso no rosto e um abraço para acolher.

À todos os funcionários da FORP, principalmente a **Rosângela Angelini**, **Patrícia Marchi**, **Frederico Augusto Farias**, **Maria Amália Viesti de Oliveira** e **Maria Isabel Miguel**, por todo tempo dedicado a mim, pela amizade e por serem pessoas que não medem esforços para ajudar, meu imenso agradecimento!

A todos os alunos da graduação, com quem tive o imenso prazer de ter a primeira experiência didática durante os estágios do PAE (Programa de Aperfeiçoamento de Ensino).

Aos amigos da pós-graduação **Thiago Vinicius Cortez**, **Renato Gonçalves dos Reis**, **Laís Lima Pelozo**, **Isabela Rodrigues Ziotti**, **Pâmella Coelho Dias**, **Mariana Moraes de Souza**, **Xiomara Jiménez**, **Barbara Braga Jobim**, **Isabela Lima de Mendonça**, **Gabriela Gavilan Hadid**, **Vítor Luís Ribeiro**, **Cindy Maki**

Sato, Murilo Rodrigues de Campos, José Henrique Santana Quinto, Gabriel Lúcio Calazans Duarte, Lucas Costa Nogueira, Juliane Rodrigues, Leonardo Moreira Teodosio, em especial às minhas amigas **Bruna Dantas Abreu, Suemy Simplício Kitayama e Gabriela Migotto Goering** pelo apoio emocional e pela amizade que vou guardar para o resto da vida.

Aos meus colegas do Mestrado, **Miguel Angel Ventura Molina, Helena Cristina de Assis, Verônica de Oliveira Mantovani, Nayara de Lima Ferraz Aguiar**, agradeço todo o apoio, amizade e ensinamentos que tivemos um com o outro durante todo o curso, sentirei muitas saudades dessa turma.

Às minhas queridas amigas, **Barbara Fernandes Cardoso, Larissa Sthefani Sales dos Santos, Larissa Dolfini Alexandrino, Marina Leticia Rezende Mantovani, Juliana Leopoldo Potenza, Bianca Caroline Vassalo Silvério, Gabriela de Souza Miranda, Vitoria Cristina do Nascimento Turin, Kézia Kristina da Silva Sanches**, por todo apoio, sem vocês eu não teria chegado até aqui.

Aos meus amigos **Lucas Viana de Oliveira Júnior, Andrew Jorge Caetano Vieira, Kevin Andrew Mendes Macfadem, Jonathas de Medeiros Ferreira, Daniel da Silva Sanches, Gustavo da Silva Sanches, Rafael Bradbury Lopes, Felipe Eduardo Scardovelli, Gabriel Carnielli, Lucas Mateus** meu muito obrigada por estarem presente em momentos cruciais em minha vida!

Às minhas primas do coração, **Amábile Oliveira de Souza e Amanda Oliveira de Souza**, que não são só primas, mas também irmãs, que me ajudaram muito na minha carreira acadêmica, amo vocês infinitamente.

À minha família, **Zilma de Oliveira dos Santos Dantas, Antonio Henrique Dantas (*in memorian*) Jacyra de Oliveira dos Santos, Enir Elias dos Santos, Darcy Mota Dantas (*in memorian*), Clovis Dantas (*in memorian*), Vilma de Oliveira dos Santos, Sueli de Oliveira dos Santos, Marcio Gomes dos Santos, Paulo Henrique Dantas, Hugo Henrique Dantas**, razão da minha determinação e crença no futuro.

À **CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro durante a minha trajetória na pós-graduação.

À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto**, que me acolheu e permitiu meu crescimento pessoal e profissional.

“Nenhuma sociedade que esquece a arte de questionar pode esperar encontrar respostas para os problemas que a afligem”.

Zygmunt Bauman

Resumo



RESUMO

Dantas, LO. **Análise da Resistência de União do cimento Ah Plus utilizado na obturação de dentes submetidos a diferentes protocolos de irrigação.** 2021. 55p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

A ação dos instrumentos nas paredes dos canais radiculares na terapia endodôntica propicia a formação da camada de smear, proveniente da instrumentação, composta por remanescentes orgânicos e inorgânicos com possibilidade de conter bactérias e subprodutos bacterianos. Esta camada deve ser removida pela ação física e química das soluções irrigadoras, fato este determinante na escolha de uma solução que apresente um comportamento saponificante, bactericida, clareador e detergente. Entretanto, também a incompleta remoção das substâncias auxiliares pode interferir no sucesso do tratamento endodôntico. Este fato motivou a realização deste estudo com o propósito de analisar o comportamento das substâncias auxiliares em relação à resistência de união (RU) do cimento AH Plus com as paredes dentinárias. Foram então selecionados 50 caninos humanos, provenientes do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP, e distribuídos em 5 grupos: (G1)- Água controle; G2- Clorexidina Aquosa 2%; G3- Clorexidina gel 2%; G4-NaOCl 2,5% EDTA Final; (G5)- Irrigação alternada de NaOCl 2,5% e EDTA 17%. Os dentes foram seccionados na porção cervical, com a finalidade de padronizar as raízes com comprimento de 16mm. Foi realizada de maneira aleatória a divisão dos grupos supracitados com 10 elementos (n=10). Os espécimes foram submetidos ao preparo biomecânico, com variações apenas no emprego das soluções auxiliares em função da irrigação/aspiração/inundação. Finalizado o preparo biomecânico, após a irrigação/aspiração final e secagem com cones de papel absorvente, foi realizada a obturação. Após a obtenção dos slices nos terços, cervical, médio e apical, foi realizado o push-out para a obtenção dos valores da força necessária para promover o deslocamento do material obturador. Observou-se que os espécimes irrigados com água destilada - Controle (G1), Clorexidina gel 2% (G2) e Clorexidina aquosa 2% (G3) foram as soluções auxiliares que apresentaram menores valores de Resistência de União quando comparados ao NaOCl 2,5% com inundação final de EDTA 17% (G4) e NaOCl 2,5% intercalado com EDTA 17% e inundação final com EDTA 17% (G5), que obtiveram melhores resultados. Quanto aos terços foram visualizadas ocorrências de falha adesiva em maior porcentagem na porção apical independente do grupo. Na análise da interface cimento/dentina pela Microscopia Confocal de Varredura a Laser, observou-se maior desadaptação nos espécimes submetidos à irrigação com água destilada (G1), Clorexidina gel 2% (G2) e Clorexidina aquosa 2% (G3) e melhor adaptação quando do uso das soluções de NaOCl 2,5% + inundação final (G4) e NaOCl 2,5 intercalado com EDTA 17% com inundação final EDTA 17% (G5), que vem corroborar os resultados do push-out. Concluiu-se que o protocolo de irrigação com maior resistência de união do cimento resinoso AH Plus utilizado foi o grupo irrigado com NaOCl 2,5% intercalado com EDTA 17% e inundação final EDTA 17% (G5).

Palavras-chave: Soluções irrigantes, Resistência de União, Cimento Ah Plus, Microscopia Confocal de Varredura a Laser, Push-out

Abstract



ABSTRACT

Dantas, LO. **Analysis of Bond Strength of Ah Plus cement used in filling teeth submitted to different irrigation protocols.** 2021 55p. Dissertation (Masters) – Faculty of Dentistry of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

The action of the instruments on the walls of the root canals in endodontic therapy promotes the formation of the smear layer, originating from the instrumentation, composed of organic and inorganic remnants with the possibility of containing bacteria and bacterial products. This layer must be removed by the physical and chemical action of the irrigating solutions, a fact that determines the choice of a solution that presents a saponifying, bactericidal, bleaching and detergent behavior. However, incomplete removal of auxiliary substances can also interfere with the success of endodontic treatment. This fact motivated this study in order to analyze the behavior of auxiliary substances in relation to the bond strength of the AH Plus cement with the dentin walls. Fifty human canines were then selected, from the Dental Bank of the Faculty of Dentistry of Ribeirão Preto – USP, and distributed into 5 groups: (G1)- Control water; G2- Aqueous Chlorhexidine 2%; G3-Chlorhexidine gel 2%; Final G4-NaOCl 2.5% EDTA; (G5)- Alternating irrigation of 2.5% NaOCl and 17% EDTA. The teeth were sectioned in the cervical portion, in order to standardize the roots with a length of 16mm. The division of the aforementioned groups with 10 elements (n=10) was performed randomly. The specimens were submitted to biomechanical preparation, with variations only in the use of auxiliary solutions as a function of irrigation/aspiration/flood. Once the biomechanical preparation was completed, after final irrigation/aspiration and drying with absorbent paper cones, the filling was performed. After obtaining the slices in the cervical, middle and apical thirds, a push-out was performed to obtain the values of the force necessary to promote the displacement of the filling material. It was observed that the specimens irrigated with distilled water - Control (G1), Chlorhexidine gel 2% (G2) and Chlorhexidine aqueous 2% (G3) were the auxiliary solutions that presented lower Bond Strength values when compared to NaOCl 2.5 % with final flooding of 17% EDTA (G4) and 2.5% NaOCl interspersed with 17% EDTA and final flooding with 17% EDTA (G5), which obtained better results. As for the thirds, occurrences of adhesive failure were seen in a higher percentage in the apical portion, regardless of the group. In the analysis of the cement/dentin interface by Confocal Laser Scanning Microscopy, greater maladjustment was observed in specimens subjected to irrigation with distilled water (G1), Chlorhexidine gel 2% (G2) and Chlorhexidine aqueous 2% (G3) and better adaptation when using the solutions of 2.5% NaOCl + final flooding (G4) and NaOCl 2.5 interspersed with 17% EDTA with 17% EDTA final flooding (G5), which corroborates the push-out results. It was concluded that the irrigation protocol with the highest bond strength of the AH Plus resin cement used was the group irrigated with 2.5% NaOCl interspersed with 17% EDTA and final flooding 17% EDTA (G5).

Keywords: Irrigation solutions, Bond strength, Ah Plus cement, Confocal laser scanning microscopy, Push-out

Sumário



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	20
2. PROPOSIÇÃO	25
3. MATERIAL E MÉTODO	27
3.1 Seleção e padronização da amostra.....	28
3.2 Instrumentação, irrigação e obturação	28
3.3 Obtenção dos slices e teste de resistência de união (push out).....	32
3.4 Análise do tipo de falha durante teste de push-out	34
3.5 Análise qualitativa da interface dentina/obturação por meio de microscopia confocal de varredura a laser.....	34
3.6 Análise Estatística	35
4. RESULTADOS	36
4.1 Avaliação da resistência de união ao cisalhamento por extrusão (<i>push-out</i>)	37
4.2 Avaliação qualitativa da interface cimento/ dentina por meio de microscopia confocal de varredura a laser.....	39
4.3 Análise do padrão de falhas.....	41
5. DISCUSSÃO	42
6. CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE	54

1. Introdução



1. INTRODUÇÃO

O Preparo Biomecânico, também conhecido como Preparo Químico Mecânico (PQM) do canal radicular ou Preparo Químico Cirúrgico, denominam uma importante fase do tratamento endodôntico que tem como objetivo a modelagem do canal principal, limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares para, posteriormente, receber o material obturador (LOPES et al., 1996; SOARES et al., 2018). Esta fase do preparo do canal radicular é realizada por meio de instrumentos endodônticos específicos e de soluções químicas auxiliares (MADER et al., 1984; UNGOR, 2017; PEETERS et al, 2018).

Durante a etapa de instrumentação quando da terapia endodôntica, a ação dos instrumentos nas paredes dos canais radiculares propicia a formação da camada de *smear* (MADER et al., 1984; LOPES et al., 1996; UNGOR, 2017; PEETERS et al, 2018), produto proveniente da instrumentação, composto por remanescentes orgânicos e inorgânicos, com a possibilidade de conter bactérias e subprodutos bacterianos (RAJAKUMARAN et a, 2019). Essa barreira física indesejável pode impedir o hermetismo da obturação por afetar a adaptação do material obturador às paredes do canal radicular (MOHAMMADI, 2019; ANTUNES et al., 2020), sendo outro impedimento da ação adesiva do cimento (ANTUNES et al., 2020). Todos os fatores supracitados ressaltam a importância da atuação de substâncias irrigadoras, condição esta que levou diversos pesquisadores a desenvolver seus trabalhos na incessante busca de protocolos e substâncias capazes de auxiliar na terapêutica endodôntica (MAKATI et al., 2018) com o intuito de eliminar a camada de *smear* e atingir o sistema de canais radiculares (SOARES & GOLDBERG, 2011; MALLYA et al., 2019).

Autores como PÉCORA (1985) estudaram a permeabilidade da dentina radicular em caninos humanos, após o preparo biomecânico de canais radiculares, com o emprego de diversas soluções irrigantes. Embora o preparo empregado por meio de instrumentos endodônticos seja fundamental, é inegável a importância das substâncias irrigadoras durante o preparo biomecânico (SOARES & GOLDBERG, 2011; MALLYA et al., 2019), atuando como agentes antimicrobianos (MALLYA et al., 2019; THOMAS et al., 2019; GAMBIN et al., 2020) bem como com a finalidade de remover a *smear layer* (RAJAKUMARAN et a, 2019). As soluções irrigadoras mais utilizadas na atualidade, defendidas por diferentes pesquisadores e aplicadas na

prática clínica de especialistas em endodontia com relatos de alto índice de sucesso, são o hipoclorito de sódio e a clorexidina, ambas pertencentes ao grupo das soluções halógenas.

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é referido como a substância auxiliar da instrumentação mais utilizada, devido às suas propriedades físico-química e antibacteriana (ZENDER, 2006; MACEDO et al., 2014). Dentre as propriedades importantes para a terapia endodôntica, destacam-se a capacidade saponificante, clarificadora e solvente quando em contato com tecido orgânico (MACEDO et al., 2014; PRADA et al., 2019).

Autores (CLARKSON et al., 2006; ROSSI-FEDELE; DE FIGUEREDO, 2008; ARSLAN et al., 2015; PLOTINO et al., 2016) referem que a capacidade de dissolução da matéria orgânica pelo uso do NaOCl depende da concentração, volume, temperatura, pH e do tempo de contato da solução com as paredes do canal radicular (CAMPS et al., 2009; MERCADE et al., 2009, DEL CARPIOPEROCHENA, et al. 2015). Entretanto, altas concentrações, dessa solução pode promover agressão ao tecido perirradicular ou até mesmo a redução da elasticidade e resistência mecânica da dentina (NIU et al., 2002), devido à dissolução dos seus componentes orgânicos (BARÓN et al., 2013).

A Clorexidina, substância halógena utilizada no preparo biomecânico dos canais radiculares (HAAPASALO et al., 2010; ARATHI et al., 2019), é um catiônico bisbiguanida (ARATHI et al., 2019) que age adsorvendo na parede celular do microrganismo, resultando em vazamento de componentes intercelulares. Em concentrações mais baixas apresenta propriedade bacteriostática e, em altas concentrações, tem efeito bactericida e de substantividade, ou seja, essa solução possui efeito prolongado por 8 a 12 semanas devido à capacidade de se ligar aos cristais de hidroxiapatita (DINESH et al., 2014). Autores relatam que a clorexidina além de possuir propriedade antimicrobiana, suas moléculas são absorvidas pela hidroxiapatita presente no dente, devido à natureza catiônica (ARSLAN et al., 2015; KOLOSOWSKI et al., 2015).

Durante o preparo biomecânico, a substância química empregada pode ser considerada como auxiliar da instrumentação ou como solução irrigadora. A escolha dessa substância depende de sua propriedade físico-química para uma das funções citadas; ou seja, dentro dos processos irrigação/aspiração e inundação, sendo que a inundação pode ser considerada o momento em que a substância auxiliar exerce

sua ação química sobre os componentes (tecido orgânico, inorgânico e microorganismos) presentes no interior do sistema de canais radiculares. Já a irrigação/aspiração, têm sua ação às expensas da energia cinética do jato, da turbulência criada e do refluxo da corrente líquida (solução irrigadora), arrasta para fora do canal radicular os resíduos oriundos dessa instrumentação propriamente dita, a cada troca de instrumento (LOPES et al., 2006).

Para complementação da limpeza dos canais radiculares, agentes quelantes, como o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), são comumente utilizados como solução auxiliar do preparo biomecânico durante a troca de instrumentos, ou após finalizada a instrumentação em uma ação chamada inundação final com o propósito de remoção da parte inorgânica da camada de *smear* na parede dentinária (MESHRAM et al., 2016; PIPERIDOU et al., 2018), a fim de aumentar a permeabilidade canalicular (HÜLSMANN et al., 2003; HILLESHEIM et al., 2017). Vale dizer que se não seguido o protocolo descrito pelo fabricante em relação ao tempo e quantidade a ser utilizado, o EDTA pode causar amolecimento da dentina e desnaturação das fibras de colágeno (ÇALT; SERPER, 2002; TAY et al., 2006; CARRILHO et al., 2009), o que expõe maior número de canalículos e conseqüentemente, contribui para o aumento da permeabilidade mas pode proporcionar friabilidade da estrutura radicular (CARRILHO et al., 2009).

Ademais, pode apresentar a propriedade de condicionar as paredes dos canais radiculares, proporcionando melhoria na adaptação e adesão dos materiais obturadores (RAJAKUMARAN, 2019).

O EDTA favorece a ação de substâncias líquidas como NaOCl (utilizado como solução irrigadora) por aumentar seu contato com as paredes de dentina e facilita a penetração do material obturador no interior dos canalículos dentinários, o que pode resultar em melhor adaptação do material obturador (TEIXEIRA; FELIPPE, 2005; KARIM; KENNEDY; HUSSEY, 2007). Possui capacidade antisséptica limitada, não é biodegradável nem biocompatível (SPANÓ et al., 2009) e pode desmineralizar a dentina em profundidade de até 20 a 30 micrometros, quando utilizado por tempo igual ou maior que 5 minutos (SINGH et al., 2019). O EDTA como substância utilizada na inundação deve ser associado durante o preparo biomecânico tão somente com o hipoclorito, uma vez que com quando associado à substância clorexidina, uma reação química acontece com formação de um precipitado branco

oriundo da neutralização eletrostática, contendo sais em sua composição (RASIMICK et al., 2008; THOMAS 2019).

Cabe informar que o protocolo mais comumente empregado leva OCI (SPANÓ et al., 2001) para dissolver a matéria orgânica e posteriormente, utiliza-se o EDTA para inundação no final do preparo, visando a remoção dos componentes inorgânicos presentes na camada de *smear* (KURUVILLA et al., 2015; MELLO et al., 2010).

Além da utilização do EDTA na irrigação final supracitada (MOHAMMADI et al., 2019), diversos autores propõem a alternância desta solução com o hipoclorito de sódio durante o preparo biomecânico, seguindo um protocolo de irrigação-aspiração-inundação. Dessa maneira, a partir das propriedades benéficas de cada solução, busca-se adequar o meio visando que a obturação cumpria seu papel com a melhor performance possível, quando da impermeabilização do sistema de canais radiculares.

O sucesso da terapêutica depende da finalização proporcionada pelo selamento hermético do sistema de canais radiculares. Essa complementação chamada obturação, é alcançada pela combinação entre gutapercha e cimento obturador (ORSTAVIK, 2005). Uma vez que a gutapercha não possui propriedades adesivas, torna-se imprescindível o emprego do cimento obturador a fim de melhorar o íntimo contato entre a gutapercha e as paredes do canal radicular, criando assim, preenchimento compacto, estável e tridimensional (ORSTAVIK, 2005; ARDIZZONI et al., 2013; LI et al., 2014). Portanto, a obtenção de adequada adesão em toda a extensão do canal é de fundamental importância para o sucesso da terapêutica endodôntica (TEIXEIRA et al., 2008a; TEIXEIRA et al., 2008b), fator este que depende intimamente do protocolo de irrigação utilizado no preparo biomecânico.

2. *Proposição*



2. PROPOSIÇÃO

A proposta desse estudo foi analisar *in vitro* a resistência de união da massa obturadora à parede dentinária radicular, quando submetida a diferentes protocolos de irrigação.

Assim foram avaliados:

- A resistência de união ao cisalhamento por extrusão (push-out) (MPa) da obturação a dentina radicular com o cimento resinoso AH plus;
- O padrão de falhas ocorrido após a desunião do cimento resinoso AH plus no teste de push-out, por meio de estereomicroscópio;
- A interface adesiva formada entre a massa obturadora/dentina radicular, por meio de análise qualitativa em microscopia confocal de varredura a laser.

3. Material e Método



3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 Seleção e padronização da amostra

Foram utilizados para este estudo 55 caninos superiores humanos, provenientes do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP, sendo 5 dentes utilizados previamente no estudo piloto e 50 dentes no experimento propriamente dito. Inicialmente foram escolhidos a olho nu espécimes com raízes de comprimento e forma aproximadamente semelhantes entre si, com rizogênese completa, raízes retas de diâmetros aproximados, ausências de trincas e fraturas. Os dentes foram radiografados no sentido mésio-distal e excluídos aqueles que apresentaram mais de um canal, imagem sugestiva de canal amplo ou calcificações, reabsorções internas, tratamento endodôntico prévio e irregularidades que pudessem interferir nos resultados.

Com a finalidade da limpeza externa das raízes, os dentes selecionados foram submetidos a uma profilaxia por meio de uma suave raspagem por meio de curetas periodontais. Em seguida foram armazenados em solução de timol a 0,1% até sua utilização, para mantê-los hidratados e isentos de proliferação bacteriana. Previamente a sua utilização, os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas, a fim de eliminar possíveis resíduos da solução de timol.

3.2 Instrumentação, irrigação e obturação

Com o auxílio de um disco diamantado de dupla face (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) em baixa rotação, os dentes foram seccionados próximo à junção amelocementária, especificamente demarcada em uma região do terço cervical das raízes, mais precisamente a 16 mm do limite apical. Em seguida após o selamento das embocaduras dos canais, por meio de uma pequena porção de guta percha aquecida, os espécimes foram armazenados individualmente em tubos Eppendorf contendo saliva artificial a 37°C por 72 horas. Após esse período os espécimes foram lavados em água corrente e removido a guta percha das embocaduras dos canais antecedendo o preparo biomecânico. Em sequência foi efetuado a irrigação/aspiração de acordo com a indicação de cada grupo (figura 2). A exploração do canal radicular foi realizada por meio de um instrumento tipo K#10 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) de forma passiva, até que sua ponta coincidissem com a extremidade do forame apical, assim ficou determinado o

comprimento real do canal radicular, e desta medida subtraiu-se 1,0 mm para o estabelecimento do comprimento de trabalho (CT). Foi considerado para todos os espécimes o diâmetro inicial no comprimento de trabalho equivalente a 200 micrometros, fato este que determinou o instrumento 20.02 como instrumento inicial para o preparo biomecânico. Os espécimes que apresentaram maior diâmetro neste comprimento de trabalho eram descartados e substituídos. A técnica de instrumentação empregada, comum para todos os grupos foi a mecanizada rotatória por meio dos instrumentos 20.02; 25.02; 30.02; 35.02; 40.02 RaCe (FKG Dentaire AS, La Chaux, Switzerland) O movimento rotatório foi realizado por contra ângulo redutor 6:1 Sirona (SN 25185; VDW GmbH, Munique, Alemanha) acoplado ao micro-motor (SMR 114058 VDW GmbH, Munique, Alemanha) conectado ao motor elétrico VDW Silver (VDW GmbH, Munique, Alemanha) (Figura 1). Com a finalidade de homogeneização da amostra utilizou-se para o preparo cervical um comprimento de trabalho (CT) de 5mm com o instrumento 40.10 RaCe, e para o terço médio utilizou-se o instrumento 35.08 no CT de 10mm, esse preparo permitiu um diâmetro final comum em todos os grupos de 400 micrometros.



Figura 1. Contra ângulo redutor 6:1 Sirona acoplado ao micro-motor e conectado ao motor elétrico VDW Silver.

De acordo com a proposta da utilização das diferentes substâncias auxiliares do preparo biomecânico associado com o protocolo de irrigação/aspiração e inundação, os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em 5 grupos (n=10):

- **(G1) Água destilada (Controle)** – Nas diferentes fases de irrigação/aspiração e inundação a cada troca de instrumento e na inundação final, foram utilizadas a mesma substância.

- **(G2) Clorexidina aquosa 2%** - Na irrigação/aspiração inicial deste grupo foi utilizado soro fisiológico e a cada troca de instrumento, como inundação utilizou-se a Clorexidina aquosa 2% e na inundação final clorexidina aquosa 2% sendo finalizado com irrigação/aspiração com soro fisiológico.
- **(G3) Clorexidina gel 2%** - Na irrigação/aspiração deste grupo foi utilizado soro fisiológico e a cada troca de instrumento como inundação utilizou-se clorexidina gel 2% e na inundação final clorexidina gel 2% sendo finalizado com irrigação/aspiração com soro fisiológico.
- **(G4) NaOCl 2,5%** - e inundação final EDTA 17%;
- **(G5) NaOCl 2,5%** - e EDTA 17% alternados e inundação final EDTA 17%.

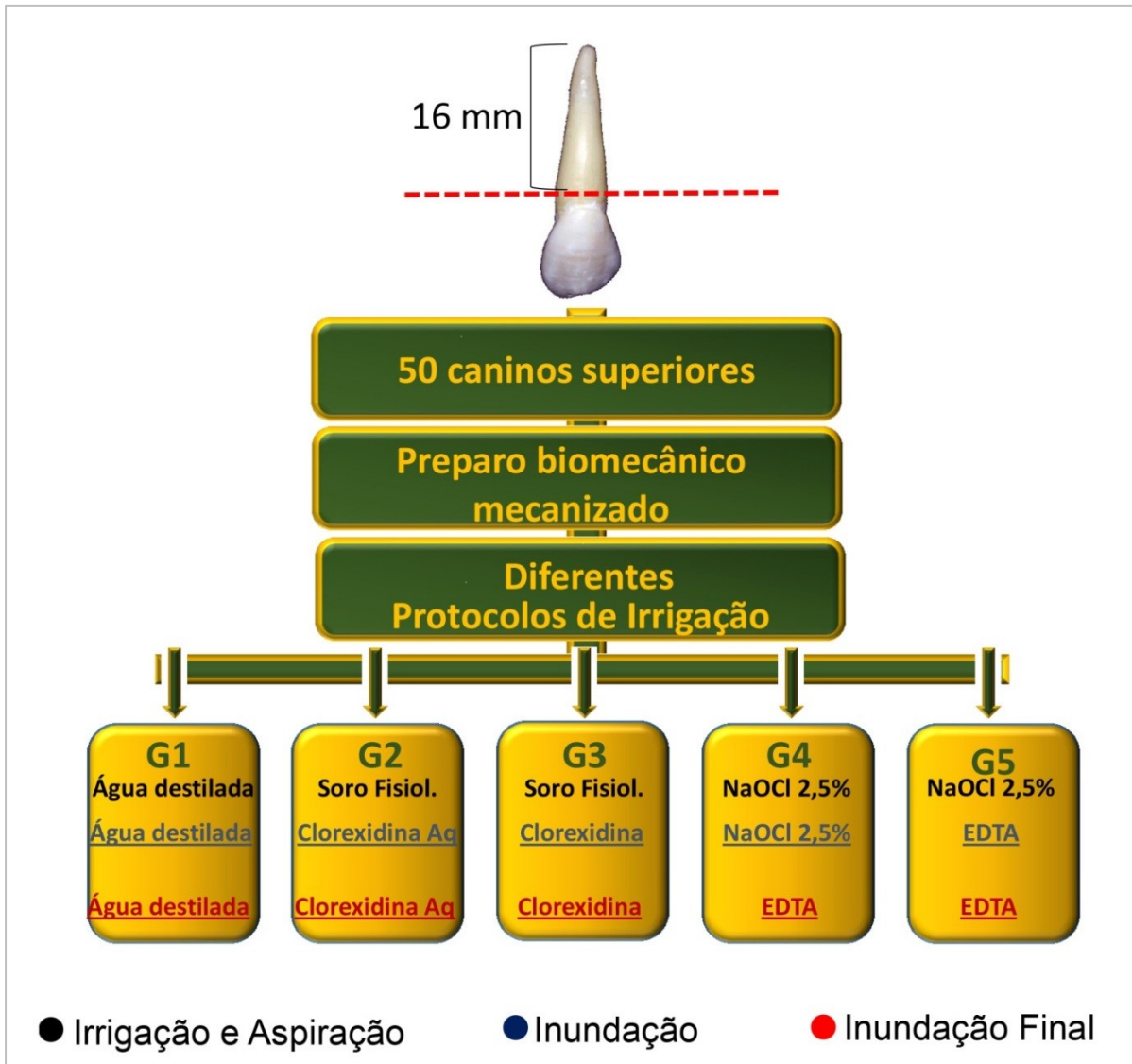


Figura 2. Fluxograma dos grupos - As soluções sublinhadas em azul foram usadas na inundação a cada troca de instrumento, após irrigação/aspiração com a solução citada em preto para cada grupo em vermelho na inundação final durante 3 minutos.

Cumprе salientar que as substâncias auxiliares clorexidina aquosa 2% e clorexidina gel 2% foram adquiridas conforme a indicação de profissionais que as utilizam, e empregadas nesse trabalho de acordo com as instruções dos fabricantes (Biodinâmica química e farmacêutica LTDA). As substâncias de NaOCl 2,5% e EDTA 17% foram produzidas no Laboratório de Resíduos Químicos da FORP-USP dentro dos padrões de qualidade e concentrações estabelecidos pela literatura.

Cada espécime foi submetido ao protocolo de irrigação/aspiração inicial e final e a cada troca do instrumento com 5 ml de solução determinada para cada grupo, conforme citado em negrito no fluxograma. Feito isto, o canal radicular era

inundado pelas diferentes substâncias auxiliares supracitadas em azul na porção mediana de cada célula que representa individualmente cada grupo no fluxograma.

Estas soluções eram individualizadas em seringa plástica descartável de 10ml (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) e agulha Navitip 30ga (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) para cada grupo. Na fase do preparo biomecânico após a inundação com a substância indicada para cada grupo, os instrumentos eram utilizados com cinco movimentos de bicada com cinemática de rotação contínua até CT. Posteriormente os grupos receberam a inundação final com as respectivas soluções, que permaneceram por um período de 4 minutos. Considerou-se finalizado o preparo após a irrigação/aspiração final da solução também indicada para cada grupo.

O canal era então seco até o CT, por meio de cones de papel absorvente, compatíveis com o diâmetro cirúrgico do canal radicular.

Concretizada a secagem e a seleção do cone de gutapercha principal, os espécimes foram obturados com cimento endodôntico AH Plus, pela técnica clássica de condensação lateral por meio de espaçadores digitais (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil). Finalizada a condensação lateral e colocação dos cones acessórios, o excesso de gutapercha foi removido com instrumento aquecido e o remanescente condensado por meio de compressão hidráulica com condensador manual (Odus, Belo Horizonte, MG, Brasil) coincidindo com o limite cervical do canal radicular. Os espécimes foram colocados em uma estufa a 37°C e 100% de umidade por 3 vezes o tempo de endurecimento do cimento endodôntico conforme orientação do fabricante que no caso do AH Plus será por um período de aproximadamente de 72 horas, considerado portanto como finalização do tratamento uma espera de 216 horas (9 dias) até o momento da obtenção dos slices.

3.3 Obtenção dos slices e teste de resistência de união (push out)

Para esta finalidade, foi acoplado à máquina de corte de precisão Isomet 1000 (Buehler, Lake Forest, IL, EUA) um disco diamantado (South Bay Technology, San Clement, CA, EUA) de 0,3 mm de espessura, sob refrigeração constante, para realização dos cortes no sentido méso-distal, perpendicularmente ao longo eixo da raiz, com velocidade de 350 rpm. Foram obtidos três slices de dentina com 1,0 mm de espessura para cada terço da raiz. Os dois primeiros slices de cada terço eram separados para o teste de push-out, entretanto o slice mais cervical era escolhido

para o teste de push-out, e o segundo slice somente era utilizado caso houvesse fratura do primeiro slice durante o teste. O terceiro slice de cada terço foi selecionado para análise em microscopia confocal a laser, este procedimento era comum para todos os terços.

Para padronização da posição dos corpos de prova na máquina de ensaios, utilizamos um dispositivo de aço inoxidável, de modo que o menor diâmetro do slice ficasse voltada para a aplicação da força e centralizada em relação à haste empregada para pressionar o material até que o mesmo se deslocasse do corpo de prova. Esse método possibilitou o alinhamento do espécime de forma reprodutível e também evitou o contato do eixo com a dentina durante o teste. Foram utilizadas hastes de 4 mm de comprimento de diferentes diâmetros que possibilitou a escolha da haste quanto ao diâmetro da massa obturadora.

Essas hastes foram fixadas na porção superior da máquina de ensaio e posicionadas sobre a obturação. A máquina de ensaios foi acionada com velocidade constante de 1mm/ min até o deslocamento da massa obturadora. A força necessária para o deslocamento foi aferida em Newtons (N). Para calcular a resistência de união, a força resultante foi convertida em MegaPascal (MPa), pela divisão da área lateral do material intracanal. Para o cálculo exato da área lateral aderida, o aspecto geométrico do material intracanal (cimento resinoso + obturação) foi considerado de acordo com o nível do corte realizado para obtenção das fatias de dentina. Para esse fim, a altura de cada slice foi mensurada com o auxílio de um paquímetro digital e a área de adesão (em mm²) 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 da guta percha e cimento resinoso em sua porção coronal, "r" a medida do raio em sua porção apical e "h" é a altura/espessura do slice. A partir destes dados, foram calculados a resistência de união (RU), em MPa, dividindo-se a força necessária para o deslocamento da guta percha/cimento pela sua área lateral (RU=F/SL).

3.4 Análise do tipo de falha durante teste de push-out

Para a análise do tipo de falha, os slices foram analisados por meio de estereomicroscópio Leica M165C (Leica Microsystems, Mannheim, Alemanha), usando o software Las v4.4 (Leica, M165C, Leica Microsystems, Alemanha).

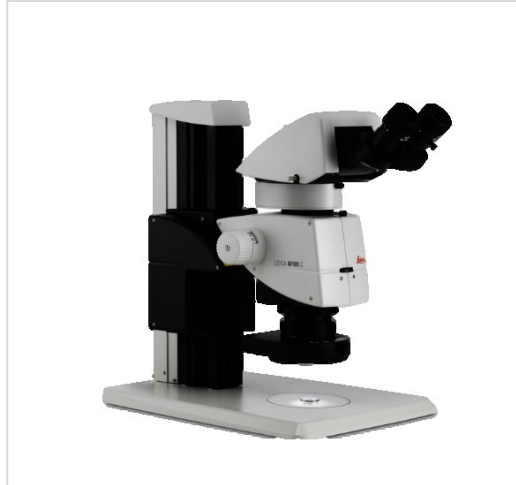


Figura 3. Estereomicroscópio Leica M165C.

As falhas observadas foram determinadas em percentuais e classificadas em um dos seguintes subtipos: a) falha adesiva à dentina: quando as paredes do canal permanecem completamente livres de material c) falha coesiva: quando o material cobre completamente as paredes do canal m) falha mista: quando são observadas áreas de dentina cobertas e livres de material resinoso ou guta percha.

3.5 Análise qualitativa da interface dentina/obturação por meio de microscopia confocal de varredura a laser.

O terceiro slice de cada terço, foi polido com lixas d'água de granulação decrescente até a gramatura 1200 e discos de feltro associados à pasta de polimento. Os slices foram levados à cuba ultrassônica por 5 minutos e enxaguados em água destilada.

Nos slices de cada terço radicular, foram analisados qualitativamente a presença de gaps na interface do material obturador e paredes do canal radicular, por meio de microscopia confocal de varredura a laser LEXT OLS 4000 (Olympus, Tóquio, Japão) com auxílio do programa OLS 4000.

3.6 Análise Estatística

Foram realizados testes paramétricos para a análise estatística dos dados e utilizado o teste de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos. Para análise dos dados de adaptação do cimento resinoso/dentina radicular entre os terços foram utilizados o teste de Friedman e Kruskal-Wallis seguido do teste de Dunn's para comparações múltiplas. Os testes estatísticos foram realizados no software SAS 9.1 (SAS, Cary, NC, EUA), sendo o nível de probabilidade foi fixado em 95% para ambas as análises.

4. *Resultados*



4. RESULTADOS

4.1 Avaliação da resistência de união ao cisalhamento por extrusão (*push-out*)

Os valores originais dos dados relativos à avaliação da resistência de união ao cisalhamento por extrusão do material obturador estão dispostos no Apêndice I. Os dados de média e desvio padrão para os diferentes grupos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores originais, médias e desvio padrão, em megapascal (MPa) de resistência de união (RU) do material obturador à dentina nos diferentes grupos.

Soluções irrigadoras	Média ± Desvio padrão
Água destilada	1,04 ± 0,54
Clorexidina aquosa 2%	4,82 ± 0,93
Clorexidina gel 2%	5,64 ± 1,18
NaoCl 2,5%	7,87 ± 1,76
NaoCl2,5%/EDTA 17%	8,42 ± 1,65

A Análise de variância evidenciou diferença estatisticamente significativa para os fatores soluções irrigantes ($p < 0,0001$) e terço radicular ($p < 0,0001$). Em relação às interações de soluções irrigantes o G1 (controle) mostrou diferença estatística significativa quando comparado a todos os demais grupos. Quando comparados os G2 e G3, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre eles, porém ambos foram estatisticamente diferentes dos G4 e G5 ($p < 0,0001$). Finalmente, os grupos G4 e G5 também não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si ($p > 0,05$), mas foram diferentes dos demais grupos analisados neste estudo. Toda a distribuição na comparação entre os grupos passou pelo teste de normalidade. A comparação é expressa pela Tabela 2.

Tabela 2. Resultados da análise de variância para a comparação entre grupos.

Grupos	Diferença	Valor p
G1 vs G2	-3,783	*** $p < 0,001$
G1 vs G3	-4,606	*** $p < 0,001$
G1 vs G4	-6,831	*** $p < 0,001$
G1 vs G5	-7,380	*** $p < 0,001$
G2 vs G3	-0,823	ns $p > 0,05$
G2 vs G4	-3,048	*** $p < 0,001$
G2 vs G5	-3,597	*** $p < 0,001$
G3 vs G4	-2,224	*** $p < 0,001$
G3 vs G5	-2,774	*** $p < 0,001$
G4 vs G5	-0,549	ns $p > 0,05$

Gráfico 1 foi construído a partir das Tabelas 1 e 2 reforçando visualmente os resultados estatísticos.

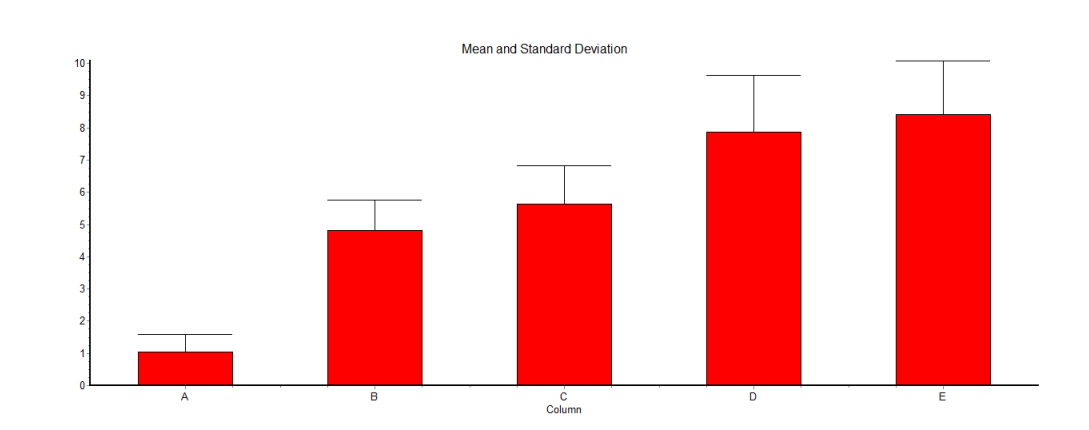


Gráfico 1. Comparação entre os grupos (média e desvio padrão)

Os dados, média e desvio padrão, para a resistência de união nos diferentes terços radiculares estão expressos pela Tabela 3 e a análise de variância e comparação entre os terços está delineada na tabela 4.

Tabela 3. Valores originais, médias e desvio padrão, em megapascal (MPa), de resistência de união do material obturador à dentina nos terços cervical, médio e apical.

Diferentes Terços	Média ± Desvio padrão
Cervical	6,394 ± 2,96
Médio	6,241 ± 2,98
Apical	4,046 ± 2,20

Em relação aos terços radiculares, os terços cervical e médio não apresentaram diferença estatística entre si para resistência de união (RU) ($p > 0,05$), enquanto que o terço apical apresentou diferença estatística significativa dos demais ($p < 0,0001$).

Tabela 4. Resultados da análise de variância para a comparação entre terços.

Terços	Diferença	Valor p
Cervical vs Médio	22,000	ns $p > 0,05$
Cervical vs Apical	86,000	*** $p < 0,001$
Médio vs Apical	64,000	*** $p < 0,001$

Gráfico 2 foi construído a partir das Tabelas 3 e 4 reforçando visualmente os resultados estatísticos.

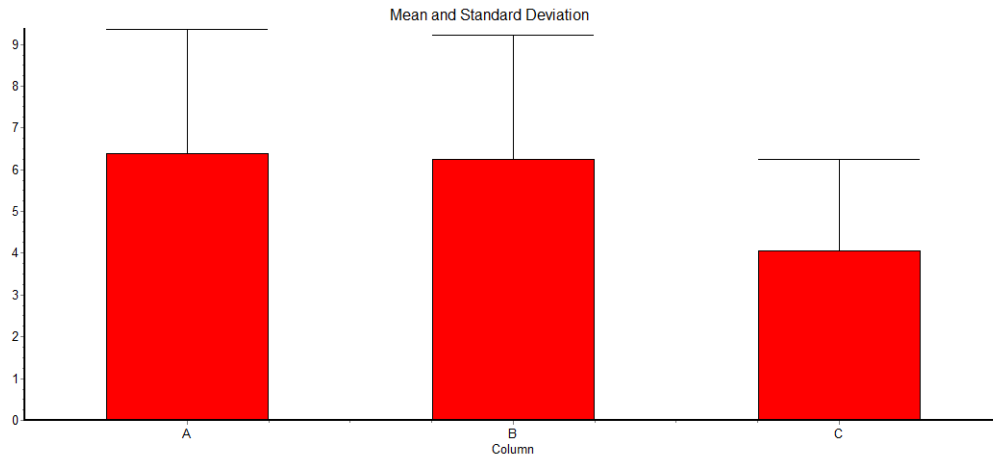


Gráfico 2. Comparação entre os terços (média e desvio padrão)

4.2 Avaliação qualitativa da interface cimento/ dentina por meio de microscopia confocal de varredura a laser

Para fins de observação qualitativa da interface obturação/dentina radicular, foram obtidas fotomicrografias dos slices das regiões cervical, média e apical, respectivamente utilizando microscópio confocal de varredura a laser.

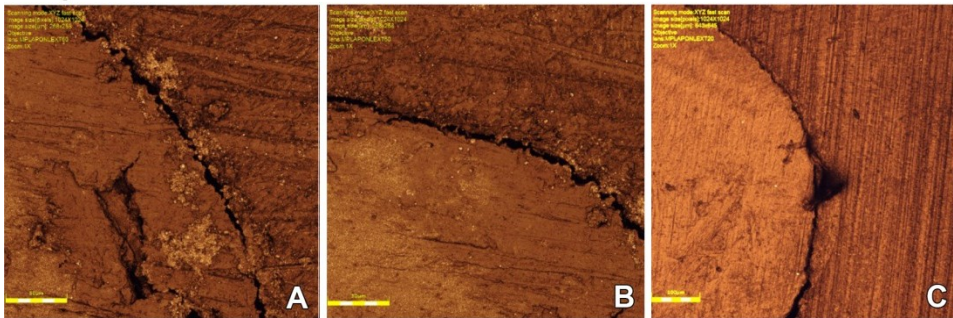
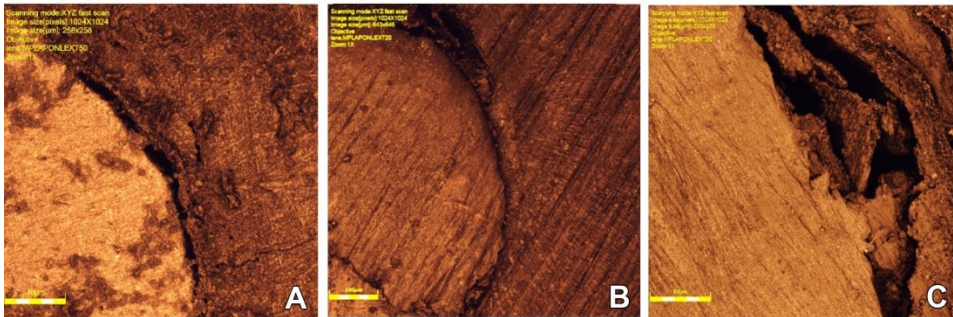
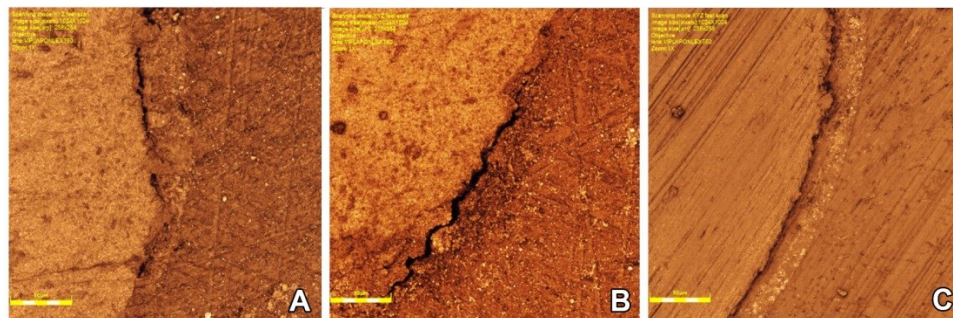
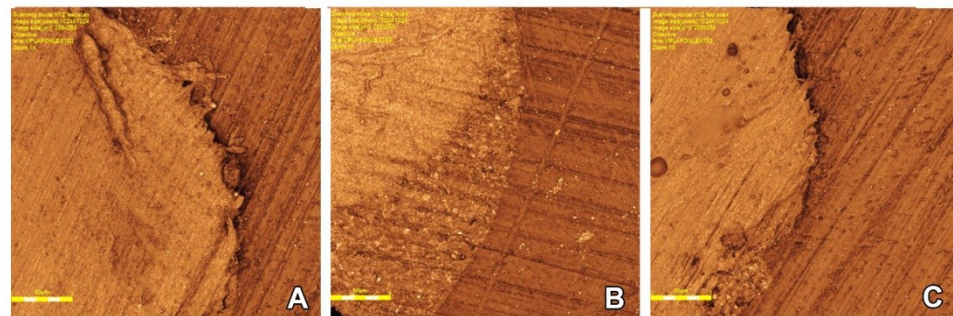
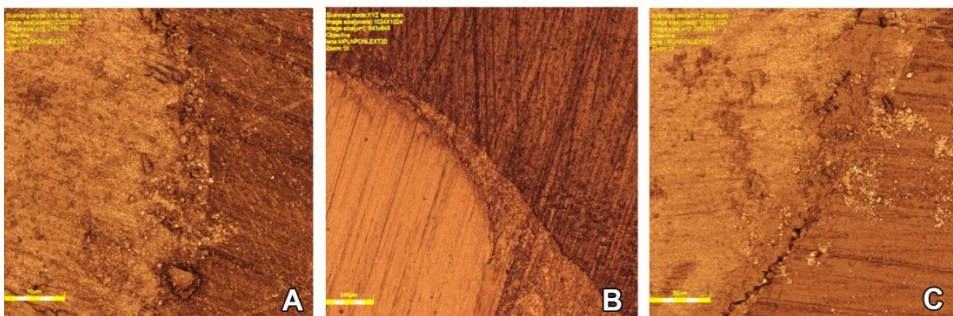
Grupo 1**Grupo 2****Grupo 3****Grupo 4****Grupo 5**

Figura 4. Imagens de microscopia confocal de varredura a laser representativas de gaps na interface do material obturador e paredes dentinárias para o cimento ah plus (A- terço cervical, B- terço médio, C- terço apical).

4.3 Análise do padrão de falhas

Em todos os protocolos de irrigação houve predomínio de falhas adesivas em todos os terços radiculares. Foram observadas maiores falhas no terço apical (Gráfico 3).

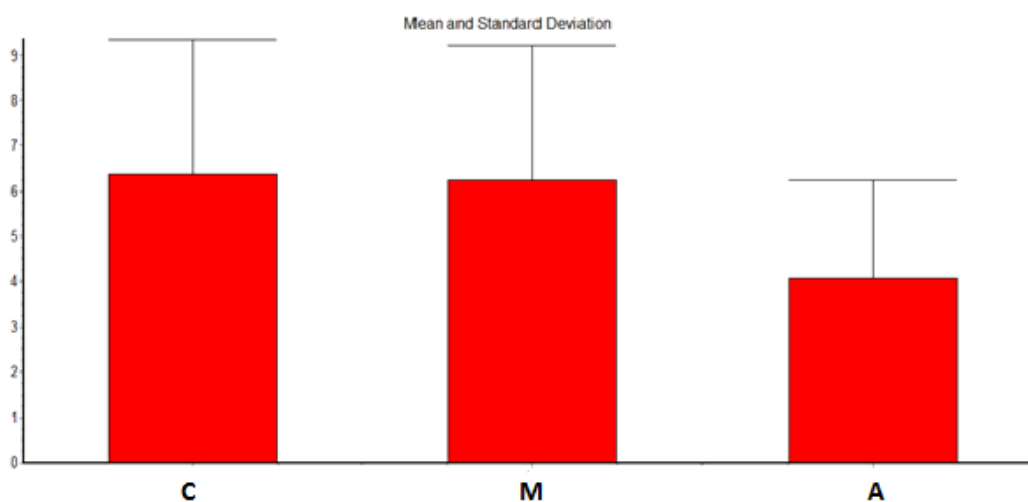


Gráfico 3. Comparação entre os terços (média desvio padrão).

*C= terço cervical, M= terço médio, A= terço apical.

Tabela 5. Tipos de falha após teste de push-out, em cada terço, para as diferentes soluções irrigadoras. (valores percentuais).

Tipos de falha	Soluções irrigadoras														
	G1			G2			G3			G4			G5		
	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A
Adesiva	60	50	50	30	50	50	40	30	50	40	50	40	70	30	20
Coesiva	10	10	20	70	20	20	50	20	10	60	20	10	10	50	50
Mista	30	40	30	---	30	30	10	50	40	---	30	50	20	20	30

*C= terço cervical, M= terço médio, A= terço apical.

O grupo 5 apresentou a maior taxa de fraturas dos slices provavelmente explicada pelo tratamento aplicado que pode ter conferido friabilidade à estrutura.

5% dos espécimes não puderam ser analisados.

5. *D*iscussão



5. Discussão

A ação dos instrumentos nas paredes do canal radicular durante o tratamento endodôntico pode proporcionar a formação indesejada de uma camada que possui restos de tecido orgânicos, substâncias inorgânicas e ainda subprodutos de bactérias denominada camada de smear (VALLABHANENI et al., 2017; ALLALA et al., 2019). Esta camada deve ser removida devido seu potencial de contaminação, maximizar a permeabilidade canalicular e conseqüentemente permitir a ação de medicamentos e solução irrigadora. Caso fique aderida nas paredes do canal radicular, a camada de *smear* pode interferir na resistência de união da massa obturadora à parede do canal (MOHAMMADI et al., 2019; PEDROSA et al., 2020).

Autores apontam em seus estudos que o uso de uma solução irrigadora, em conjunto com o preparo biomecânico se faz necessário por promover paredes de dentina mais livres de fragmentos pulpares e restos orgânicos livres de bactérias (KANAV et al., 2018), que possibilita melhor desinfecção do sistema de canais radiculares e remoção da camada de smear (KAUSHAL et al., 2020).

Yrem et al., (2020) afirma que a capacidade de resistência de união do cimento à dentina radicular é importante para a manutenção da integridade da obturação ao longo do tempo.

Esse estudo teve por objetivo avaliar a resistência de união do cimento AH Plus em dentes que foram submetidos à diferentes protocolos de irrigação-aspiração-inundação, uma vez que a remoção de resíduos indesejáveis na parede do canal radicular é imprescindível para a adesão do material obturador (CARVALHO et al., 2018). É importante salientar que isso depende diretamente de uma substância irrigadora (IGLESIAS-LINARES et al., 2017).

Para a realização deste trabalho, foram utilizados 55 caninos superiores, sendo 5 para o experimento piloto e 50 para o estudo, pois esses grupos dentais possibilitaram a padronização quanto ao comprimento que favorece a ação do instrumento numa extensão do canal radicular comum a todos os grupos. Esse modelo de seleção é exposto por ABUHAIMED e NEEL et al, (2017) em seus trabalhos.

As soluções irrigantes analisadas foram selecionadas com base na literatura por possuírem mecanismos de ação físico-química diferentes entre si e serem de

maior aceitação pela comunidade dos especialistas em endodontia, o que justifica sua escolha.

O hipoclorito de sódio é uma solução irrigadora apresentada em diferentes concentrações mundialmente aceita principalmente pela sua capacidade de dissolução tecidual e efeito antibacteriano (PASCON et al., 2011; DEL CARPIO-PEROCHENA et al., 2011). Entretanto é necessário esclarecer que o NaOCl pode causar desnaturação e dissolução do colágeno. Conseqüentemente, seu uso em alta concentração por longos períodos de tempo pode causar danos ultraestruturais na dentina (ZHANG et al., 2010) e por esse motivo utilizamos a concentração o NaOCl a 2,5%, amplamente utilizado na clínica pelos endodontistas.

A escolha da clorexidina 2% segundo os autores que propõem protocolos que levam sua utilização, é justificada pois como auxiliar ela apresenta inúmeras vantagens que vão muito além das excelentes atividades antimicrobianas (ARRUDA et al., 2018). Quando na forma de gel, a clorexidina apresenta capacidade lubrificante e evita o estresse por atrito do instrumento nas paredes do canal.

Os autores BIGHETTI, CASTRO, et al (2018) ainda afirmam que o gel facilita o corte da dentina e reduz o desgaste e perda de efetividade do corte de suas lâminas.

Além disso há relatos que o gel apresenta escoamento e comportamento pseudoplástico. Devido à propriedade catiônica da clorexidina, esta pode se ligar à superfície e substrato aniônico como a hidroxiapatita e ser liberada em níveis terapêuticos após a sua remoção, fenômeno conhecido como substantividade ou ação residual. Essa propriedade é adequada à endodontia pois mesmo após o preparo biomecânico e obturação dos canais radiculares, as moléculas de clorexidina aderidas na dentina mantêm as propriedades antimicrobianas por um período maior.

Quanto à adesão dentinária, os autores relatam que a utilização de substância química pode modificar a estrutura da dentina, sobretudo o colágeno, o que contribui consideravelmente para alterar as propriedades mecânicas dessa estrutura (MOREIRA et al. 2009).

Segundo Santos et al (2006), para a adesão dentinária é importante que a substância química não interfira no substrato dentinário (colágeno da matriz orgânica da dentina). Moreira et al. 2009 afirma ainda que o NaOCl provoca alteração do

colágeno e assim prejudica a adesão, o mesmo autor diz que a clorexidina preserva a estrutura dentinária, o colágeno e hidroxiapatita, já que é um agente antioxidante.

Entretanto, os resultados obtidos nesse estudo mostraram uma maior performance quanto a resistência de união quando os protocolos de irrigação levam o NaOCl associado ao EDTA (Grupos 4 e 5), o que não concorda com as afirmações acima citadas.

Na solução quelante EDTA, ácido etilenodiaminotetracético a 17%, reage com os íons cálcio na dentina e forma quelatos de cálcio solúveis (VIOLICH et al., 2010). Seus efeitos sobre a dentina também devem ser observados uma vez que há evidências científicas de que essas soluções causam alterações ultraestruturais na dentina radicular, com influência nas propriedades mecânicas e físicas da estrutura dental (SLUTSKY-GOLDBERG et al., 2004; COBANKARA; ERDOGAN; HAMURCU et al., 2011). O efeito quelante do EDTA pode causar desmineralização da dentina (SILVA et al., 2013), e este fato vem corroborar com os resultados satisfatórios em relação à adesão do cimento ao SCR encontrados no grupo 5 deste trabalho de pesquisa quando o protocolo de irrigação utilizou a alternância de NaOCl/EDTA (**Grupo 5**) como protocolo de irrigação. Embora a degradação do EDTA tenha sido progressiva, suas propriedades não foram afetadas em períodos de tempo clinicamente reais, este fato pode justificar a ação melhorada do EDTA para o **Grupo 4**, onde ele foi utilizado apenas na fase de inundação final.

Os piores resultados estatisticamente obtidos no grupo 1, grupo 2 e grupo 3, podem ser explicados pela dificuldade que estas soluções apresentam de remover a camada de smear. A presença de remanescentes orgânicos bloqueia os orifícios dos túbulos dentinários, e conseqüentemente não há penetração do cimento obturador resultando em fraca adesão (SAKER et al., 2016).

Os maiores valores de resistência de união foram observadas no Grupo 4 e 5, uma vez que o NaOCl e EDTA são capazes de alterar a estrutura mineral (SAYIN;BALLAL;MALA;BHAT;PASCON, et al., 2012).

O teste de push-out tem sido o mais empregado, gerando tensões de cisalhamento durante a aplicação da carga (SOUSA-NETO et al., 2005; NUNES et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2009; NAGAS et al., 2011; CHEN et al., 2013), e permitindo avaliar a resistência de união nos diferentes terços radiculares (NEELAKANTAN et al., 2011; CARNEIRO et al., 2012; DIAS et al., 2014). Esse teste permite que a força aplicada seja paralelamente à interface adesiva, simulando as

condições clínicas (FISHER; BERZINS; BAHCALL, 2007; TEIXEIRA et al., 2009; CARNEIRO et al., 2012; PEREIRA et al., 2017). Para isso, bases e hastes metálicas com ponta ativa e orifícios de diâmetros compatíveis para cada terço foram utilizadas no intuito de favorecer a aplicação da força e distribuição das tensões de cisalhamento o mais próximo possível da interface adesiva formada entre o cimento resinoso e dentina radicular (ZANATTA et al., 2015). Os diâmetros dessas pontas corresponderam a 70-80% da área da obturação em cada terço radicular (NAGAS et al., 2011; CHEN et al., 2013; PANE et al., 2013) para evitar tensões pontuais causadas por pontas finas que levam à penetração do pino no material obturador, sem testar a interface de união (CHEN et al., 2013). Foi utilizada a Máquina Universal de Ensaio (Instron 3345 Modelo 2519-106), à velocidade de 1mm/min, com base nos trabalhos de FONSECA et al., 2002; BRAGA et al., 2006.

De forma complementar, a avaliação da adaptação do cimento resinoso à dentina radicular foi realizada por meio de imagens obtidas em microscopia confocal de varredura a laser, permitindo a aquisição de imagens de alta resolução que possibilitaram a mensuração dos gaps da interface adesiva (BALGUERIE et al., 2011; BRITO-JUNIOR et al., 2015; ARAÚJO et al., 2016; YAMIN et al., 2018). Na microscopia confocal, a imagem é formada pela reflexão do laser que incide sobre a superfície da amostra obtendo sua topografia de modo semelhante à microscopia eletrônica de varredura, no entanto, sem a necessidade da utilização do vácuo ou metalização, que provocam a desidratação da amostra e podem induzir artefatos de técnica (BITTER et al., 2009; DE DEUS et al., 2011). Dessa maneira, os métodos utilizados no presente estudo foram complementares para o entendimento da resistência de união e adaptação do material obturador às paredes do SCR. Os resultados do teste de push-out evidenciaram que os espécimes irrigados com Hipoclorito de sódio 2,5% com inundação final com EDTA 17% e Hipoclorito de sódio 2,5% intercalado com irrigação com EDTA 17% apresentaram resistência de união estatisticamente maior do que aqueles irrigados com clorexidina aquosa 2% e clorexidina gel 2%.

Maiores valores de resistência de união foram observados no terço cervical e médio quando comparados ao terço apical, independente da solução irrigante.

Além disso, os resultados da análise em microscopia confocal de varredura a laser evidenciaram maior desadaptação da interface adesiva nos dentes que foram irrigados com água destilada, clorexidina aquosa 2% e clorexidina gel 2%.

A partir dessa discussão muitas questões foram levantadas e novos trabalhos serão necessários com diferentes irrigantes e cimentos, afim de selecionar aquele material e protocolo que promova melhores resistência de união, melhores resultados com maior longevidade para a realidade clínica.

6. *Conclusões*



6. CONCLUSÕES

Com base na metodologia proposta para este estudo e partindo dos resultados obtidos, é possível concluir que:

- Entre os terços notou-se piores resultados no terço apical pela presença de falhas, gaps e fendas, por microscopia confocal de varredura a laser;
- Já os resultados do teste de *push-out* deixa evidente que o grupo 1 (controle) grupo 2 (clorexidina aquosa a 2%) e grupo 3 (clorexidina gel 2%) obtiveram piores resultados consequentemente menor resistência de união da massa obturadora às paredes do canal radicular, já o grupo 4 e grupo 5 apresentaram maiores valores e melhores resultados;
- O grupo 2 e 3 evidenciam uma diferença insignificante assim como o grupo 4 e 5. O grupo 1 mostrou diferença significativa em relação aos demais.

$$G1 \neq G2 = G3 \neq G4 = G5$$

Referências



REFERÊNCIAS

- ALLALA, F.; BOUACEM, K.; BOUCHERBA, N.; AZZOUZ, Z.; MECHRI, S.; SAHNOUN, M.; BENALLAOUA, S.; Hacene H, Jaouadi B, Bouanane-Darenfed A. *Int J Biol Macromol*, 1;132:558-574, 2019.
- ANTUNES, P. V. S.; FLAMINI, L. E. S.; CHAVES, J. F. M.; SILVA, R. G.; CRUZ FILHO, A. M. D. Comparative effects of final canal irrigation with chitosan and EDTA. *J Appl Oral Sci*, 2019.
- ARATHI, G.; RAJAKUMARAN, A.; DIVYA, S.; MALATHI, N.; SARANYA, V.; KANDASWAMY. Comparison of penetrating depth of chlorhexidine and chitosan into dentinal tubules with and without the effect of ultrasonic irrigation. *J Oral Maxillofac Pathol*, v. 23, n. 3, p. 389-392, 2019.
- ARRUDA, M.E.F.; NEVES, M.A.S.; DIOGENES, A.; MDALA, I.; GUILHERME, B.P.S.; SIQUEIRA, J.F.JR.; RÔÇAS, I.N. Infection Control in Teeth with Apical Periodontitis Using a Triple Antibiotic Solution or Calcium Hydroxide with Chlorhexidine: A Randomized Clinical Trial. *J Endod*, 44(10):1474-1479, 2018.
- CAMPS, J.; POMMEL, L.; AUBUT, V.; VERHILLE, B.; SATOSHI, F.; LASCOLA, B.; ABOUT, I. Shelf life, dissolving action, and antibacterial activity of a neutralized 2.5% sodium hypochlorite solution. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v. 108, n. 2, p. 66-73, 2009.
- CETINKAYA, Ý.; BODRUMLU, E.; KOÇAK, M.M.; KOÇAK, S.; SAĞLAM, B.C.; TÜRKER, S. A. Effect of modified NaOCl irrigation solution on bond strength of bioceramic-based root canal sealer to dentin. *Indian J Dent Res*, 31(4):574-578, 2020.
- CLARKSON, R. M.; KIDD, B.; EVANS, G. E.; MOULE, A. J. The effect of surfactant on the dissolution of porcine pulpar tissue by Sodium hypochlorite solutions. *J Endodontics*, v. 38, n. 9, p. 1257-1260, 2006.
- GAMBIN, D. J.; LEAL, L. O.; FARINA, A. P.; SOUZA, M. A.; CECCHIN, D. Antimicrobial activity of glycolic acid as a final irrigant solution for root canal preparation. *Gen Dent*, v. 68, n. 1, p. 41-44, 2020.
- HAAPASALO, M.; SHEN, Y.; QIAN, W.; GAO, Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am*, v. 54, n. 2, p. 291-312, 2010.
- HILLESHEIM, L. C.; HOFFMANN, J. B.; SCHULDT, D. P.; TEDESCO, M.; BORTOLUZZI, E. A.; TEIXEIRA, C. S. Intracanal Irrigating Solutions Prior to Calcium Hydroxide Medication and Its Effects on Root Dentin Strength. *Braz Dent J*, v. 28, n. 1, p. 46-50, 2017.
- HÜLSMANN, M.; HECKENDORFF, M.; LENNON, A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J*, v.36, n. 12, p. 810-830, 2003.

IGLESIAS-LINARES, A.; HARTSFIELD, J.K, JR. Cellular and Molecular Pathways Leading to External Root Resorption. **J Dent Res**, 96(2):145-152, 2017.

JAIN, K.; AGARWAL, P.; JAIN, S.; SEAL, M.; ADLAKHA, T. Alexidine versus chlorhexidine for endodontic irrigation with sodium hypochlorite. **Eur J Dent**, 12(3):398-402, 2018.

LI, S. H.; LU, Y.; SONG, D.; ZHOU, X.; ZHENG, Q. H.; GAO, Y.; HUANG, D. M. Occurance of Dentinal Microcracks in Severely Curved Root Canals with ProTaper Universal, WaveOne, and ProTaper Next File Systems. *Journal of Endodontics*, v. 41, n. 11, p. 1875-1879, 2015.

LOPES, H. P.; ELIAS, C. N.; ESTRELA, C.; TONIASSO, S. Mechanical stirring of smear layer removal: Influence of the chelating agent (EDTA). **Braz Endod J**, v. 1, n. 1, 52-55, 1996.

MADER, C. L.; BAUMGARTNER, C.; PETERS, D. D. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. **J Endod**, v. 10, n.10, 1984.

MAKATI, D.; SHAH, N.C.; BRAVE, D.; SINGH RATHORE, V.P.; BHADRA, D.; DEDANIA, M.S. Evaluation of remaining dentin thickness and fracture resistance of conventional and conservative access and biomechanical preparation in molars using cone-beam computed tomography: An in vitro study. **J Conserv Dent**, 21(3):324-327, 2018.

MALLYA, L.; SHENOY, R.; MALA, K.; SHENOY, S. Evaluation of the antimicrobial efficacy of 20% Punica granatum, 0.2% chlorhexidine gluconate, and 2.5% sodium hypochlorite used alone or in combinations against *Enterococcus faecalis*: An in-vitro study. **J Conserv Dent**, v. 22, n. 4, p. 367370, 2019.

MERCADE, M.; DURAN-SINDREU, F.; KUTTLER, S.; ROIG, M.; DURANY, N. Antimicrobial efficacy of 4.2% sodium hypochlorite adjusted to pH 12, 7.5, and 6.5 in infected human root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 107, n. 2, p. 295-298, 2009.

MESHARAM, R.; SATHAWANE, N.; SAMUEL, R.; JIBHKATE, N. G.; GYANANI, H.; PATIL, S. Comparative evaluation of efficacy of ethylenediaminetetraacetic acid, maleic acid, and dimercaptosuccinic acid against the combination of these with sodium hypochlorite for removal of smear layer: An in vitro scanning electron microscope study. **Contemp Clin Dent**, n. 7, v. 4, 440-444, 2016.

ORSTAVIK, D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endodontic Topics*, v. 12, n. 1, p. 23-38, 2005.

PAIVA, J. G.; ANTONIAZZI, J. H. **Endodontia: Bases para a prática clínica**. 2ª ed. São Paulo: Artes Médicas, 1998.

PEDROSA, V.O.; BRIDI, E.C.; LEME-KRAUS, A.A.; FRANÇA, F.M.G.; TURSSI, C.P.; AMARAL, F.L.B.D.; TEIXEIRA, L.N.; MARTINEZ, E.F.; BÉDRAN-RUSSO, A.K.; BASTING, R.T. Avaliação a longo prazo da estabilidade da matriz dentinária e da atividade gelatinolítica após o pré-tratamento dentinário com ácido cafeico fenético. **J Adhes Dent**, 22 (3): 285-296, 2020.

PIPERIDOU, M.; SODHI, R. N. S.; KOLOSOWSKI, K. P.; BASRANI, B. R. Effects of Final Irrigation with SmearOFF on the Surface of Dentin Using Surface Analytical Methods. **J Endod**, n. 44, v. 11, p. 1714-1719, 2018.

PLOTINO, G.; GRANDE, N. M.; BEDINI, R.; PAMEIJER, C. H.; SOMMA, F. Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. *Dent Mat*, v. 23, n. 9, p. 1129-1135, 2016.

PRADA, I.; MICÓ-MUÑOZ, P.; GINER-LLUESMA, T.; MICÓ-MARTÍNEZ, P.; MUWAQUET-RODRÍGUEZ, S.; ALBERO-MONTEAGUDO, A. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. **J Clin Exp Dent**, 11(2):e185-e193, 2019.

RAJAKUMARAN, A.; RAMESH, H.; ASHOK, R.; BALAJI, L. GANESH, A. Smear Layer Removal and Microhardness Alteration Potential of a Naturally Occurring Antioxidant - An In Vitro Study. **Cureus**, v. 11, n. 7, 2019.

SOARES, C. J.; NEIVA, N.A.; SOARES, P. B. Effects of chlorhexidine and fluoride on irradiated enamel and dentin. **Journal of Dental Research**, v. 9, n. 5, p. 659-664, 2011.

SOARES, C.J.; RODRIGUES, M.P.; FARIA-E-SILVA, A.L.; SANTOS-FILHO, P.C.F.; VERÍSSIMO, C.; KIM, H.C.; VERSLUIS, A. How biomechanics can affect the endodontic treated teeth and their restorative procedures?. **Braz Oral Res**, 18;32(suppl 1):e76, 2018.

SPANÓ, J. C.; SANTOS, T. C.; GUIMARÃES, L. F.; PÉCOR, J. D. Solvent action of sodium hypochlorite on bovine pulp and physico-chemical properties of resulting liquid. **Braz Dent J**, v. 12, n. 3, p. 154-157, 2001.

TEIXEIRA, C. S.; FELIPPE, M. C. S.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. DA. Interfacial evaluation of experimentally weakened roots restored with adhesive materials and fibre posts: na SEM analysis. **J Dent**, v. 36, n.9, p.672682, 2008a.

TEIXEIRA, C. S.; SILVA-SOUSA, Y. C.; SOUSA-NETO, M. D. Bond Strength of Fiber Posts to Weakened Roots after Resin Restoration with Different LightCuring Times. **J Endodontics**, v. 35, n. 7, p. 1034-1039, 2005.

TEIXEIRA, C. S.; SILVA-SOUSA, Y. C.; SOUSA-NETO, M. D. Effects of light exposure time on composite resin hardness after root reinforcement using translucent fibre post. **J Dent**, v. 36, n. 7, p. 520-528, 2008b.

THOMAS, A. R.; MANI, R.; REDDY, T. V.; RAVICHANDRAN, A.; SIVAKUMAR, M.; KRISHNAKUMAR, S. Evaluation of the Antibacterial Efficiency of a Combination of 1% Alexidine and Sodium Hypochlorite on *Enterococcus faecalis* Biofilm Models: An In Vitro Study. **J Contemp Dent Pract**, v. 20, n. 9, p. 10901094, 2019.

ZEHNDER, M. Irrigantes do canal radicular. **J Endod**, v. 32, p. 389-398, 2006.

Apêndice



APÊNDICE

Apêndice 1 – Dados relativos à avaliação da resistência de união ao cisalhamento por extrusão do material obturador.

	grupo1	grupo2	grupo3	grupo 4	grupo5
<i>Cervical</i>	1,876	5,111	6,405	8,958	9,213
	1,435	5,029	6,587	9,847	9,372
	1,647	5,492	6,483	8,459	8,756
	1,815	5,487	6,483	9,846	9,473
	1,056	5,498	6,355	9,387	12,264
	1,235	5,443	6,6	8,495	8,465
	1,446	5,498	6,548	8,598	8,374
	1,487	5,03	6,473	8,092	8,846
	1,987	5,487	6,376	9,465	9,998
	1,351	5,987	6,378	9,875	9,876

	grupo1	grupo2	grupo3	grupo 4	grupo5
<i>Médio</i>	1,285	5,987	6,384	9,012	8,485
	1,043	5,098	6,564	9,929	11,294
	1,283	5,392	6,509	7,987	9,576
	1,654	5,434	6,387	8,476	9,876
	1,001	5,489	6,111	8,4837	9,372
	1,098	5,444	6,444	9,577	9,465
	1,321	5,021	6,123	9,473	8,324
	1,321	4,98	6,321	8,485	8,038
	1,098	5,566	6,333	9,253	9,122
	1,097	5,764	6,212	8,987	9,111

	grupo1	grupo2	grupo3	grupo 4	grupo5
<i>Apical</i>	0,234	4,867	4,566	5,69	5,978
	0,394	3,409	3,497	5,921	6
	0,213	3,467	4,597	5,432	5,445
	0,345	4,392	5,687	5,321	6,798
	0,545	3,297	3,287	6,486	7,697
	0,464	3,485	4,878	5,978	7,576
	0,345	3,122	3,098	5,486	7,697
	0,598	3,245	3,876	5,123	5,486
	0,321	3,867	3,872	5,001	5,987
	0,239	3,333	3,987	5,032	6,597