



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Julia Menezes Savaris

**COMPARAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO
FINAL NA ESTRUTURA DA DENTINA E NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DO
MATERIAL OBTURADOR ÀS PAREDES DO CANAL RADICULAR**

Florianópolis
2021

Julia Menezes Savaris

**COMPARAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO
FINAL NA ESTRUTURA DA DENTINA E NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DO
MATERIAL OBTURADOR ÀS PAREDES DO CANAL RADICULAR**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Odontologia, área de concentração: Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Menezes Savaris, Julia

Comparação do efeito de diferentes protocolos de irrigação final na estrutura da dentina e na resistência de união do material obturador às paredes do canal radicular.
/ Julia Menezes Savaris ; orientador, Eduardo Antunes Bortoluzzi, 2021.

67 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Irrigação Ultrassônica Passiva. 4. Estrutura da Dentina. 5. Soluções Irrigadoras.
I. Antunes Bortoluzzi, Eduardo . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia.
III. Título.

Julia Menezes Savaris

Comparação do efeito de diferentes protocolos de irrigação final na estrutura da dentina e na resistência de união do material obturador às paredes do canal radicular.

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Matheus Albino Souza
Universidade de Passo Fundo

Prof.^a Dr.^a Cleonice da Silveira Teixeira
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que está a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para a obtenção do título de mestre em Odontologia.

Prof.^a Dr.^a Elena Riet Correa Rivero
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi
Orientador

Florianópolis, 2021

Dedico este trabalho inteiramente aos meus queridos pais, Renato e Janete. Os dois maiores incentivadores das realizações dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, **Renato e Janete**, por me proporcionarem uma vida repleta de amor, carinho, atenção e cuidado, além de sempre me incentivarem a buscar o conhecimento. Agradeço com todo meu coração pelo apoio e incentivo, não só nesse, mas em todos os momentos importantes da minha vida. Amo vocês!

Ao meu irmão e tio, **Augusto e Ronaldo**, pela amizade, parceria e todas as conversas e conselhos que permearam esses anos. Mesmo longe, conseguimos nos fazer presentes no cotidiano um do outro. Também amo vocês.

À **UFSC**, por ser a minha segunda casa desde 2012. Tenho um carinho especial por essa Universidade que me proporcionou conhecimento e tantas experiências incríveis. Agradeço também ao Departamento de Odontologia e ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia (PPGO). Estendo os meus agradecimentos a todos os professores, servidores e técnicos, que trabalham muito para que seja possível a formação de grandes profissionais.

Ao meu professor orientador, **Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi**, primeiramente pela oportunidade de ingressar no curso de Mestrado em Odontologia da UFSC e em fazer parte da equipe EndoUFSC, que me inspira tanto. Agradeço também por todas as orientações que recebi ao longo desses anos, tanto profissionais quanto pessoais. Tenho certeza que meu crescimento como aluna, pessoa e profissional tem grande influência sua. A dedicação e amor que você tem pelo ensino e pesquisa são muito inspiradores. Agradeço pela paciência e tempo investido na minha orientação, e por se preocupar tanto em desenvolver o meu pensamento crítico como pesquisadora.

Aos demais professores que compõe a equipe EndoUFSC, **Prof. Cleonice da Silveira Teixeira, Prof. Lucas da Fonseca Roberti Garcia, Prof. Thais Mageste Duque e Prof. Ana Maria Hecke Alves**, pelos ensinamentos, colaborações e orientações práticas e teóricas, e por compartilharem tão sabiamente o conhecimento adquirido ao longo dos anos. Também pelo valioso apoio na produção desse trabalho de pesquisa. Cada um com sua particularidade, mas todos também influenciaram meu crescimento pessoal e profissional.

Ao **Professor Dr. Matheus Albino Souza**, pelo aceite em participar da banca examinadora, por investir seu tempo na leitura do meu trabalho e por todas as contribuições, que com certeza serão muito proveitosas.

Ao **Professor Dr. Acir Dirschnabel** e ao **Laboratório de Pesquisa de Materiais Odontológicos na Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC)** pela oportunidade em realizar parte dos meus experimentos nas instalações de sua universidade.

À **Professora Me. Geórgia Ribeiro Martini** por me receber tão bem em sua casa, pela ajuda e parceria na execução de parte da pesquisa. Pode contar comigo!

Aos meus amigos da pós-graduação, **Patrícia, Daniela, Luiz, Dilma, Wesley e Dayana**, pela amizade e troca de experiências. Existiram alguns momentos difíceis ao longo desse curso, e conversar com vocês sempre me trouxe calma e alegrias. Agradeço também aos demais colegas de pós-graduação.

Às minhas amigas e parceiras de pesquisa, **Emanuelle, Letícia e Roberta**. Gostei muito de trabalhar com vocês e, apesar dos momentos de dificuldades, passamos momentos muito alegres em nossas longas horas de laboratório. Foi muito bom compartilhar esses momentos com vocês.

“Não há esperança de alegria, a não ser nas relações humanas”.

(Antoine de Saint-Exupéry)

RESUMO

O objetivo do estudo foi comparar o efeito de diferentes protocolos de irrigação final na estrutura da dentina e na resistência de união ao cisalhamento (RU) do material obturador às paredes do canal radicular. O preparo químico-mecânico de 108 dentes humanos foi realizado com instrumento Reciproc R40 e irrigação convencional (IC) com hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl). Os dentes foram distribuídos em quatro diferentes grupos, de acordo com o protocolo de irrigação final: Grupo Controle (GC) – EDTA 17% ativado com irrigação ultrassônica passiva (PUI) + água destilada (H₂O) com IC; G1 – 3 ciclos de ativação PUI de 20 segundos cada, na sequência: NaOCl 2,5% + EDTA 17% + NaOCl 2,5%; G2 – EDTA com PUI 30s + NaOCl com PUI 30s + H₂O com IC; G3 – EDTA + NaOCl + H₂O + CHX com 30s de PUI em cada solução. Em seguida, os dentes foram submetidos a três diferentes testes: resistência a flexão de três pontos (n=48); microdureza (n=12); e *push-out* (n=48). Para análise da resistência à flexão, feixes retangulares de dentina radicular foram submetidos a uma força perpendicular até que fosse detectada a fratura. A verificação da microdureza da dentina radicular foi ocorreu através de uma avaliação longitudinal, antes e após o emprego dos protocolos de irrigação final. Para comparação da RU do material obturador à dentina radicular entre os grupos, os dentes selecionados foram obturados pela técnica da condensação lateral com cimento a base de resina epóxi. Em seguida, foram realizados cortes transversais nas raízes, de modo a obter fatias de 1 mm de espessura para a realização do teste de *push-out*. Os dados alcançados em cada teste foram submetidos à verificação da normalidade através do teste de Shapiro-Wilk e depois analisados pelo teste ANOVA e o post-hoc de Tukey, quando necessário. Para a microdureza, por ter dados pareados, foi aplicado o teste t de Student. O nível de significância estabelecido foi de 5%. No teste de resistência a flexão de três pontos, os grupos não apresentaram diferença estatística entre si. Em relação a microdureza, houve diferença estatística entre os valores obtidos antes e depois do uso dos protocolos, exceto para o GC. No teste *push-out*, os espécimes do G2 nos terços médio e apical apresentaram valores de RU superiores aos demais grupos, havendo diferença estatística (p<0,05). Conclui-se que os diferentes protocolos alteraram a microdureza da dentina radicular, mas não prejudicaram sua resistência a flexão. O protocolo combinado de EDTA + NaOCl, por 30s cada, foi o que apresentou os melhores resultados em relação à adesão do material obturador à dentina radicular.

Palavras-chave: Endodontia. Irrigação Ultrassônica Passiva. Estrutura da Dentina. Soluções Irrigadoras

ABSTRACT

To compare the effect of different final irrigation protocols on the dentin structure and on the push-out bond strength of the filling material to root canal walls. The chemical-mechanical preparation of 108 human teeth was performed with a Reciproc R40 instrument and conventional irrigation (CI) with 2.5% sodium hypochlorite (NaOCl). The teeth were distributed into four different groups, according to the final irrigation protocol: Control Group (CG) - 17% EDTA activated with passive ultrasonic irrigation (PUI) + distilled water (H₂O) with CI; G1 - 3 PUI activation cycles of 20 seconds each, in sequence: 2.5% NaOCl + 17% EDTA + 2.5% NaOCl; G2 - EDTA with PUI 30s + NaOCl with PUI 30s + H₂O with CI; G3 - EDTA + NaOCl + H₂O + CHX with 30s of PUI in each solution. Then, the teeth were subjected to three different tests: three-point flexural strength test (n = 48); microhardness (n = 12); and push-out bond strength (n = 48). For flexural strength analysis, rectangular root dentin beams were subjected to a perpendicular force until fracture was detected. The verification of the microhardness of the root dentin was done through a longitudinal evaluation, before and after the use of the final irrigation protocols. In order to compare the RU of the filling material to the root dentin between the groups, the selected teeth were filled using the lateral condensation technique with epoxy-based cement. Then, transversal cuts were made in the roots, in order to obtain 1 mm thick slices for the push-out test. The data obtained in each test were submitted to the verification of normality through the Shapiro-Wilk test and then analyzed by the ANOVA test and the Tukey post-hoc test, when necessary. The level of significance was set at 5%. In the three-point flexural strength test, the groups showed no statistical difference. Regarding microhardness, there was a statistical difference between the values obtained before and after using the protocols, except for the CG. In the push-out test, the G2 specimens in the middle and apical thirds had higher RU values than the other groups, with statistical difference (p <0.05). The different protocols changed the microhardness of the root dentin, but did not impair its flexural strength. The protocol of EDTA + NaOCl, for 30s each, was the one that presented the best results in relation to the bond strength of the filling material to the root dentin.

Keywords: Endodontics. Passive Ultrasonic Irrigation. Dentin structure. Irrigant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Demonstração da fixação da amostra para o corte, com godiva de alta fusão em uma placa de resina acrílica	29
Figura 2. Dispositivo de teste de flexão de três pontos (a); momento da fratura do feixe de dentina no teste de flexão de três pontos (b)	30
Figura 3. Demonstração da inclusão das metades dos dentes em resina epóxica, a fim de possibilitar o polimento necessário à realização do teste de microdureza.....	31
Figura 4. Espécimes após o polimento	32
Figura 5. Visualização do teste de microdureza (a); visualização das três endentações no aumento de 100x (b)	32
Figura 6. Representação dos valores médios de microdureza da dentina radicular antes e após os diferentes protocolos de irrigação final	36
Figura 7. Representação dos valores médios da resistência de união (RU) em Mpa dos terços radiculares para os diferentes grupos	37
Figura 8. Imagens obtidas em estereomicroscópio com aumento de 40x após o teste <i>push-out</i> : A (falha adesiva), B (falha coesiva) e C (falha mista)	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos grupos de acordo com os protocolos finais de irrigação	28
Tabela 2. Valores de média e desvio padrão (\pm) da resistência a flexão (MPa) ao teste de três pontos	35
Tabela 3. Média e desvio padrão (\pm) dos valores de microdureza da dentina radicular antes e após os protocolos de irrigação final, de acordo com os grupos analisados	36
Tabela 4. Valores médios e desvio padrão (\pm) da resistência de união ao cisalhamento por extrusão (MPa) em relação os diferentes grupos e terços analisados	37
Tabela 5. Valores médios e desvio padrão (\pm) da resistência de união ao cisalhamento por extrusão (MPa) frente aos diferentes protocolos de irrigação final independentemente dos terços radiculares.....	38
Tabela 6. Porcentagem dos tipos de falha presentes nos diferentes grupos.....	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 SOLUÇÕES IRRIGADORAS.....	14
1.2 EFEITOS DAS SOLUÇÕES IRRIGADORAS NA DENTINA RADICULAR	15
1.3 ATIVAÇÃO DAS SOLUÇÕES IRRIGADORAS	17
1.4 PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO FINAL	18
2 OBJETIVOS E HIPÓTESE NULA	20
2.1 OBJETIVO GERAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
2.3 HIPÓTESE NULA	20
3 ARTIGO: VERSÃO EM PORTUGUÊS	21
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	62
APÊNDICE B- Termo de Doação de Dentes	64
ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa	65

1 INTRODUÇÃO

O objetivo do tratamento endodôntico é remover o tecido pulpar inflamado ou necrosado, desinfetar e dar forma ao sistema de canais radiculares, possibilitando o seu adequado selamento (SJÖGREN *et al.*, 1997). Os instrumentos manuais e mecanizados conjuntamente com as substâncias químicas auxiliares são empregados para este fim, caracterizando o preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares (HAAPASALO *et al.*, 2010; AL-ALI; SATHORN; PARASHOS, 2012). Somente o uso dos instrumentos não é capaz de remover todo o conteúdo deste complexo sistema (DARCEY *et al.*, 2015), pois não conseguem alcançar todas as áreas, ficando a irrigação com a responsabilidade de limpar e desinfetar as partes não atingidas, sendo a sua ação imprescindível para o sucesso do tratamento endodôntico (RATHAKRISHNAN; SUKUMARAN; SUBBIYA, 2016).

Durante o preparo, devido à ação dos instrumentos contra as paredes do canal, é formada uma massa de detritos que se adere à superfície dentinária radicular (MCCOMB; SMITH, 1975). Essa camada, conhecida como *smear layer* ou lama dentinária, se caracteriza como uma camada amorfa, irregular e granular, composta por uma mistura de raspas de dentina, processos odontoblásticos, restos de tecido pulpar e bactérias (SEN; WESSELINK; TÜRKÜN, 1995). Essa lama age como barreira física reduzindo a ação das soluções irrigadoras e medicamentos no interior dos túbulos dentinários (TORABINEJAD *et al.*, 2002). Também interfere na adaptação e adesão de cimentos endodônticos às paredes do canal (SHARAVAN *et al.*, 2007). Por esses motivos, a sua remoção se faz necessária para tornar ainda mais eficiente a desinfecção e propiciar um melhor selamento pela obturação (VIOLICH; CHANDLER, 2010).

1.1 SOLUÇÕES IRRIGADORAS

O hipoclorito de sódio (NaOCl), comercializado em concentrações que variam de 0,5 a 6% (OHARA; TORABINEJAD; KETTERING, 1993), é a solução irrigadora mais comumente utilizada durante o preparo químico-mecânico, sendo aceito mundialmente (DUTNER; MINES; ANDERSON, 2012). Ele é popular devido a sua capacidade de dissolução de tecido orgânico, associada ao processo de saponificação de gorduras, e potente ação antimicrobiana, justificada pelo seu elevado pH (> 11) (HAND; SMITH; HARRISON, 1978;; ESTRELA *et al.*, 2002; BUKHARY; BALTO, 2017). Além disso, apresenta baixa tensão de superfície, ação lubrificante e baixo custo (BASRANI; HAAPASALO, 2013). O NaOCl também é utilizado para remover a *smear layer*, porém por ser efetivo somente na remoção da parte

orgânica dessa camada, é necessário fazer uso de outra solução irrigadora para agir na porção inorgânica, e assim promover a sua completa remoção (VIOLICH; CHANDLER, 2010).

Desde 1975, o uso de agentes quelantes vem sendo empregado na Endodontia com o intuito de desmineralizar a estrutura inorgânica da dentina. O quelante sequestra o cálcio diminuindo a resistência da dentina ao corte, tornando mais fácil a modelagem, sendo muito útil nos casos de canais atrésicos e calcificados, ou em ambos (HULLSMAN; HECKENDORFF; LENNON, 2003). O ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) é o agente quelante mais utilizado, geralmente nas concentrações de 15 e 17% e possui comprovada eficiência na remoção da parte inorgânica da *smear layer* (HÜLSMANN; HECKENDORFF; LENNON, 2003, TEIXEIRA; FELIPPE; FELIPPE, 2005; HAAPASALO *et al.*, 2010).

O gluconato de clorexidina (CXH) é uma substância química auxiliar que têm recebido atenção na Endodontia devido as suas propriedades antimicrobianas (ZEHNDER, 2006). Pode ser utilizada nos formatos de gel ou líquido, geralmente na concentração de 2% na irrigação intracanal (GOMES *et al.*, 2013). Dentre as suas características, a substantividade é uma das mais importante, visto que promove ação antimicrobiana prolongada que pode perdurar na dentina radicular por até 30 dias (BÖTTCHER *et al.*, 2015). Além disso, apresenta atividade antimicrobiana de amplo espectro (FERRAZ *et al.*, 2001) sem exibir a alta citotoxicidade inerente ao NaOCl (BOTTON *et al.*, 2016). Entretanto, a CHX não é eficiente na dissolução do tecido orgânico (NAENNI; THOMA; ZEHNDER, 2004; ARSLAN *et al.*, 2015), o que a impede de substituir o NaOCl como irrigante principal durante o preparo do canal (ZEHNDER, 2006). Por isto ela tem sido indicada em muitos casos como irrigante final, com o intuito de manter a desinfecção por sua substantividade, reduzindo assim a possibilidade de recontaminação em casos de microinfiltração coronária (SHARIFIAN *et al.*, 2010; PRADO *et al.*, 2014). Além disso, tem apresentado resultados favoráveis no reparo de lesões periapicais em tratamentos endodônticos de sessão única (KURT; ÇALISKAN, 2018).

1.2 EFEITOS DAS SOLUÇÕES IRRIGADORAS NA DENTINA RADICULAR

Como visto, para a remoção da *smear layer* é imperioso o uso de um protocolo de irrigação final, onde duas ou mais soluções irrigadoras são empregadas com o intuito de se complementarem (ZENHDER, 2006; HAAPASALO *et al.*, 2010; NEELAKANTAN; DEVARAJ; JAGANNATHAN, 2016). Isso justifica o uso do EDTA seguido do NaOCl, na irrigação final, pois o EDTA remove a porção inorgânica da *smear layer* através da sua ação quelante, e o NaOCl atua na dissolução da sua porção orgânica (ARANDA-GARCIA *et al.*, 2013).

Entretanto, além dos efeitos desejados de lubrificação, limpeza e desinfecção do canal radicular, essas substâncias químicas podem causar efeitos deletérios à estrutura dentinária, como a alteração de sua composição, diminuição de sua elasticidade ou comprometimento de sua resistência (COBANKARA; ERDOGAN; HAMURCU, 2011; BASRANI; HAAPASSALO, 2013). Segundo Baldasso *et al.* (2017), quando o NaOCl é utilizado após o EDTA, é possível identificar por meio do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), alterações morfológicas e estruturais na dentina radicular. Isso ocorre porque o NaOCl degrada maior quantidade de colágeno da matriz orgânica, quando esta é exposta por uma solução quelante, do que quando está recoberta por hidroxiapatita (TARTARI *et al.*, 2018). O uso sequencial dessas duas soluções, EDTA e NaOCl, é o protocolo que mais causa modificações na dentina (TEIXEIRA; FELIPPE; FELIPPE, 2005; ARANDA-GARCIA *et al.*, 2013; GANDHI *et al.*, 2016). Por isso, recomenda-se cautela quanto à sua utilização (ARANDA-GARCIA *et al.*, 2013; GANDHI *et al.*, 2016; MASSOUD *et al.*, 2017; QUETEIFAN *et al.*, 2019).

Os efeitos deletérios causados pelo NaOCl na dentina, como a oxidação da matriz orgânica e a desnaturação de componentes orgânicos, podem ter como consequência a redução da resistência a flexão do dente, podendo deixá-lo mais propenso à fratura (MARENDING *et al.*, 2007; MAI *et al.*, 2010). Outra consequência importante observada é a alteração da microdureza, que é definida como a resistência de um material à deformação pontual (FUENTES *et al.*, 2003) e a sua relação com a erosão da estrutura dentária ainda permanece controversa, parecendo estar mais relacionada à quantidade de penetração da solução irrigadora nos túbulos dentinários (SAGHIRI *et al.*, 2009). Detectada essa mudança na microdureza da dentina, é possível inferir indiretamente que houve alterações nos componentes minerais desse tecido (ARENDS; BOSCH, 1992).

Esses efeitos são irreversíveis e dependentes tanto da concentração quanto do tempo em que essa solução permaneceu em contato com a dentina (ZHANG *et al.*, 2010; GU *et al.*, 2017), sendo recomendado a utilização de NaOCl em baixas concentrações, como 2% (RAJASINGHAM *et al.*, 2010; GHISI *et al.*, 2015).

Para Niu *et al.* (2002), a erosão da dentina radicular pode ser descrita como um alargamento irregular dos túbulos dentinários, que coalescem entre si e formam uma superfície de aparência rugosa, que afeta tanto a dentina peritubular como a intertubular. Isso foi observado após o uso de uma solução quelante seguido da irrigação com NaOCl (QIAN *et al.*, 2011; GHISI *et al.*, 2015).

A relevância e impacto clínico da redução da microdureza e ocorrência de erosão dentinária ainda é indefinida na literatura científica (ARANDA-GARCIA *et al.*, 2013). Um estudo recente concluiu que a resistência do dente à fratura diminuiu depois do tratamento endodôntico por causa da desidratação que o elemento sofreu durante todo o procedimento, e não pela alteração dos componentes da dentina (YAN *et al.*, 2019).

Além disso, qualquer alteração nos túbulos dentinários, como a erosão, pode afetar de forma negativa a adesão dos cimentos obturadores (SALEH; ETTMAN, 1999; VILANOVA *et al.*, 2012). Em contraponto, já é bem estabelecido que a boa penetração e adaptação dos materiais obturadores à dentina, após a correta exposição dos túbulos dentinários pela remoção da *smear layer*, tem um efeito positivo no selamento da obturação pelo aumento da superfície de contato entre o cimento e a dentina (BALGUERIE *et al.*, 2011; LEAL *et al.*, 2015). No que concerne à força de adesão da obturação com a dentina radicular, a completa exposição dos grupamentos amino do colágeno da dentina após a remoção da *smear layer* pode aumentar as ligações covalentes entre o cimento a base de resina epóxica e esses grupamentos, resultando em um *link* mais forte do AH Plus com a dentina (NEELANKANTAN *et al.*, 2013; DONNERMAYER *et al.*, 2018).

Em relação a CHX, as possíveis alterações que essa substância possa causar na dentina ainda são controversas (AKBULUT; GUNESER; ELDENIZ, 2019). Parece que o precipitado marrom-alaranjado consequente da interação entre NaOCl e CHX pode influenciar nos valores de microdureza da dentina, sendo que se houver uma copiosa irrigação intermediária entre essas soluções, a CHX seria a melhor opção de irrigante final, por não alterar a microdureza dentinária (DAGAN; CALT, 2001; MASSOUD *et al.*, 2017; AL-ASHOU, 2018).

1.3 ATIVAÇÃO DAS SOLUÇÕES IRRIGADORAS

Além das substâncias químicas poderem causar alterações na composição da dentina, as formas como elas são vertidas dentro do canal também devem ser levadas em consideração. A irrigação convencional, com o uso de agulha e seringa, ainda é muito utilizada, mas vem recebendo críticas porque áreas de istmos, canais laterais e reentrâncias podem não ser alcançadas pelas soluções (CASTELO-BAZ *et al.*, 2012; JUSTO *et al.*, 2014; LIMA *et al.*, 2015). Estudos mostraram que essa deficiência ocorre porque a solução irrigadora alcança os intervalos entre 0 - 1,1 mm (MUNOZ; CAMACHO-CUADRA, 2012) e 1,5 mm além da ponta da agulha (BOUSIOUKIS; LAMBRIANIDIS; KASTRINAKIS, 2009). Outro fator importante a ser considerado quando se trata de irrigação convencional, é o “*vapor lock*” definido por Tay *et al.* em 2010. Esse fenômeno acontece quando o ar fica aprisionado no terço

apical do canal impedindo o fluxo da solução para essa região, funcionando como uma trava (TAY *et al.*, 2010).

Dessa forma, com o intuito de aprimorar a irrigação e contornar tais obstáculos, novas técnicas e equipamentos vem sendo sugeridos e testados (GU *et al.*, 2009; JIANG *et al.*, 2012; BEUS *et al.*, 2012; CASTELO-BAZ *et al.*, 2012; KARADE *et al.*, 2017). Por exemplo, as técnicas de agitação ou ativação das soluções irrigadoras têm mostrado resultados superiores à irrigação convencional na limpeza e desinfecção do canal radicular (RÖDIG *et al.*, 2010; NIAZI *et al.*, 2014).

Uma das técnicas de ativação mais estudadas é a irrigação ultrassônica passiva (PUI), descrita primeiramente por Weller e colaboradores em 1980 (WELLER; BRADY; BERNIER, 1980). Essa técnica compreende a introdução de um inserto ultrassônico específico no interior do canal radicular modelado, o qual é oscilado numa frequência de aproximadamente 30 kHz. Esse movimento produz os efeitos de cavitação e transmissão de energia acústica, os quais rompem o biofilme e desagregam os debris acumulados na superfície radicular (AHMAD; PITT FORD; CRUM, 1988; WELLER; BRADY; BERNIER, 1980). Além disso, essa ativação promove tensões de cisalhamento, as quais alteram a pressão próxima à parede do canal radicular, e contribuem para melhorar a efetividade da limpeza (COHENCA, 2014).

A PUI reduz a quantidade de bactérias (NIAZI *et al.*, 2014) e remove debris acumulados em áreas de difícil acesso aos instrumentos endodônticos (BLANK-GONALVES *et al.*, 2011), além de melhorar a irrigação de canais laterais, melhorando inclusive a dissolução de tecido nessas áreas (DE GREGORIO *et al.*, 2009). Também apresenta a capacidade de abrir túbulos dentinários removendo a *smear layer* depositada sobre as paredes do canal radicular, quando comparada à irrigação convencional (MOZO *et al.*, 2014).

1.4 PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO FINAL

Ainda é escasso na literatura pesquisas que procuraram padronizar a irrigação final utilizando a PUI (ORLOWSKI *et al.*, 2020; DOS SANTOS *et al.*, 2020), e por isso mais estudos *in vitro* são necessários para estandardizar um método que seja rápido, seguro e eficaz (NAGENDRABABU *et al.*, 2018). Visando a remoção da *smear layer*, alguns autores preconizam ativar 6 mL de NaOCl 2,5%, 6 mL de EDTA 17% e, em seguida, mais 6 mL de NaOCl 2,5%, sendo todas as soluções renovadas e ativadas por instrumento ultrassônico em 3 ciclos de 20 segundos (JUSTO *et al.*, 2016; KATO *et al.*, 2016; CASTRO *et al.*, 2016; DUQUE *et al.*, 2017; SIMEZO *et al.*, 2017). Porém, existem outros protocolos finais de irrigação que visam diminuir o tempo empregado na técnica e minimizar possíveis efeitos deletérios na

dentina radicular (SCHMIDT *et al.*, 2015; ORLOWSKI *et al.* 2020; DOS SANTOS *et al.*, 2020). Orłowski *et al.* (2020) compararam diferentes protocolos de irrigação final empregando PUI no EDTA a 17% e duas concentrações de NaOCl, 1 e 5%. A PUI foi utilizada somente no EDTA por apenas 30 segundos e mostrou-se efetiva na remoção da *smear layer*.

A PUI tornou-se acessível e popular durante tratamento endodôntico, entretanto, não existe um protocolo de irrigação final padronizado para o emprego dessa técnica, também não há um consenso na literatura científica sobre qual protocolo seria menos lesivo à dentina radicular. Portanto, foram objetivos deste estudo comparar o efeito de diferentes protocolos de irrigação final na deterioração da microestrutura da dentina radicular, na sua resistência a flexão e microdureza; e em possíveis interferências na resistência de união (RU) entre o material obturador e as paredes do canal radicular.

2 OBJETIVOS E HIPÓTESE NULA

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar o efeito de diferentes protocolos de irrigação final na estrutura da dentina e na RU do material obturador às paredes do canal radicular.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar e comparar a ocorrência da erosão dentinária antes e após o emprego dos protocolos, por meio de análise em Microscopia Eletrônica de Varredura;
- Comparar o efeito dos protocolos na resistência à flexão da dentina radicular, através do teste de Resistência a Flexão de 3 pontos;
- Comparar o efeito dos protocolos na microdureza da dentina, por meio do teste de microdureza de Knoop;
- Comparar o efeito dos protocolos na RU do cimento obturador às paredes dentinárias do canal radicular, com o teste de Resistência ao Cisalhamento por Extrusão (push-out).

2.3 HIPÓTESE NULA

- A hipótese nula testada foi que não haveria diferença significativa entre os diferentes protocolos de irrigação final em relação a alteração da estrutura dentinária, resistência à flexão e microdureza da dentina radicular, e na RU do material obturador às paredes do canal radicular.

3 ARTIGO: VERSÃO EM PORTUGUÊS

Comparação do efeito de diferentes protocolos de irrigação final na estrutura da dentina e na resistência de união do material obturador às paredes do canal radicular

Julia Menezes Savaris¹, DDS.

- 1) Departamento de Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

O artigo foi formatado seguindo as normas do periódico International Endodontic Journal.

Comparação do efeito de diferentes protocolos de irrigação final na estrutura da dentina e na resistência de união do material obturador às paredes do canal radicular.

Resumo

Objetivo: O objetivo do estudo foi comparar o efeito de diferentes protocolos de irrigação final na estrutura da dentina e na resistência de união ao cisalhamento (RU) do material obturador às paredes do canal radicular. **Metodologia:** O preparo químico-mecânico de 108 dentes humanos foi realizado com instrumento Reciproc R40 e irrigação convencional (IC) com hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl). Os dentes foram distribuídos em quatro diferentes grupos, de acordo com o protocolo de irrigação final: Grupo Controle (GC) – EDTA 17% ativado com irrigação ultrassônica passiva (PUI) + água destilada (H₂O) com IC; G1 – 3 ciclos de ativação PUI de 20 segundos cada, na sequência: NaOCl 2,5% + EDTA 17% + NaOCl 2,5%; G2 – EDTA com PUI 30s + NaOCl com PUI 30s + H₂O com IC; G3 – EDTA + NaOCl + H₂O + CHX com 30s de PUI em cada solução. Em seguida, os dentes foram submetidos a três diferentes testes: resistência a flexão de três pontos (n=48); microdureza, com avaliação longitudinal, antes e após o emprego dos protocolos de irrigação final (n=12); e *push-out* (n=48). Para análise da resistência à flexão, feixes retangulares de dentina radicular foram submetidos a uma força perpendicular até que fosse detectada a fratura. A verificação da microdureza da dentina radicular foi ocorreu através de uma avaliação longitudinal, antes e após o emprego dos protocolos de irrigação final. Para comparação da RU do material obturador à dentina radicular entre os grupos, os dentes selecionados foram obturados pela técnica da condensação lateral com cimento a base de resina epóxi. Em seguida, foram realizados cortes transversais nas raízes, de modo a obter fatias de 1 mm de espessura para a realização do teste de *push-out*. Os dados alcançados em cada teste foram submetidos à verificação da normalidade através do teste de Shapiro-Wilk e depois analisados pelo teste ANOVA e o post-hoc de Tukey, quando necessário. O nível de significância estabelecido foi de 5%. **Resultados:** No teste de resistência a flexão de três pontos, os grupos não apresentaram diferença estatística entre si. Em relação a microdureza, houve diferença estatística entre os valores obtidos antes e depois do uso dos protocolos, exceto para o GC. No teste *push-out*, os espécimes do G2 nos terços médio e apical apresentaram valores de RU superiores aos demais grupos, havendo diferença estatística (p<0,05). **Conclusão:** Conclui-se que os diferentes protocolos alteraram a microdureza da dentina radicular, mas não prejudicaram sua resistência a flexão. O protocolo combinado de EDTA +

NaOCl, por 30s cada, foi o que apresentou os melhores resultados em relação à adesão do material obturador à dentina radicular.

Palavras-chave: Endodontia. Irrigação Ultrassônica Passiva. Estrutura dentinária. Soluções irrigadoras.

Comparison of the effect of different final irrigation protocols on the dentin structure and on the bond strength of the filling material to the root canal walls.

Abstract

Aim: To compare the effect of different final irrigation protocols on the dentin structure and on the push-out bond strength of the filling material to root canal walls. **Methodology:** The chemical-mechanical preparation of 108 human teeth was performed with a Reciproc R40 instrument and conventional irrigation (CI) with 2.5% sodium hypochlorite (NaOCl). The teeth were distributed into four different groups, according to the final irrigation protocol: Control Group (CG) - 17% EDTA activated with passive ultrasonic irrigation (PUI) + distilled water (H₂O) with CI; G1 - 3 PUI activation cycles of 20 seconds each, in sequence: 2.5% NaOCl + 17% EDTA + 2.5% NaOCl; G2 - EDTA with PUI 30s + NaOCl with PUI 30s + H₂O with CI; G3 - EDTA + NaOCl + H₂O + CHX with 30s of PUI in each solution. Then, the teeth were subjected to three different tests: three-point flexural strength test (n = 48); microhardness, with longitudinal evaluation, before and after the use of the final irrigation protocols (n = 12); and push-out bond strength (n = 48). For flexural strength analysis, rectangular root dentin beams were subjected to a perpendicular force until fracture was detected. The verification of the microhardness of the root dentin was done through a longitudinal evaluation, before and after the use of the final irrigation protocols. In order to compare the RU of the filling material to the root dentin between the groups, the selected teeth were filled using the lateral condensation technique with epoxy-based cement. Then, transversal cuts were made in the roots, in order to obtain 1 mm thick slices for the push-out test. The data obtained in each test were submitted to the verification of normality through the Shapiro-Wilk test and then analyzed by the ANOVA test and the Tukey post-hoc test, when necessary. The level of significance was set at 5%. **Results:** In the three-point flexural strength test, the groups showed no statistical difference. Regarding microhardness, there was a statistical difference between the values obtained before

and after using the protocols, except for the CG. In the push-out test, the G2 specimens in the middle and apical thirds had higher RU values than the other groups, with statistical difference ($p < 0.05$). **Conclusion:** The different protocols changed the microhardness of the root dentin, but did not impair its flexural strength. The protocol of EDTA + NaOCl, for 30s each, was the one that presented the best results in relation to the bond strength of the filling material to the root dentin.

Keywords: Endodontics. Passive Ultrasonic Irrigation. Dentin structure. Irrigant

Introdução

A irrigação durante o tratamento endodôntico é considerada imprescindível para alcançar a limpeza e desinfecção das áreas de complexidade anatômica do sistema de canais radiculares (Rathakrishnan, Sukumaran & Subbiya 2016).

Existem diversas soluções irrigadoras disponíveis, sendo que cada uma apresenta particularidades e indicações específicas (Zehnder 2006). O hipoclorito de sódio (NaOCl) é o irrigante mais popular (Dutner, Mines & Anderson 2012), e é utilizado durante o preparo químico-mecânico devido sua excelente ação antimicrobiana e poder de dissolução de tecido orgânico (Hand, Smith & Harrison 1978; Bukhary & Balto 2017). Ele também é empregado no protocolo de irrigação final, após a instrumentação do canal radicular (Basrani & Haapasalo 2013), para a remoção da parte orgânica da *smear layer* (Violich & Chandler 2010). O ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) também é comumente utilizado nos protocolos de irrigação final (Basrani & Haapasalo 2013). Ele é um agente quelante de íons cálcio e é usado previamente ao NaOCl com o intuito de remover a parte inorgânica da *smear layer* (Teixeira, Felipe & Felipe 2005). Outra substância química que vem sendo indicada em protocolos de irrigação é o gluconato de clorexidina (CHX) (Zehnder 2006). Ela possui ação antimicrobiana de amplo espectro (Gergova *et al.* 2016) e substantividade, propriedade que garante prolongada ação antimicrobiana na dentina radicular (Souza *et al.* 2012). Porém, por não ter efeito sobre a *smear layer* e não dissolver tecido orgânico (Naenni, Thoma & Zehnder 2004), tem sido sugerida como irrigante final após o preparo químico-mecânico do canal (Kuruvilla & Kamath, 1998).

Tendo em vista as particularidades de cada solução irrigadora, sugere-se a utilização de protocolos de irrigação que englobem mais de uma substância, na tentativa de alcançar maiores níveis de limpeza e desinfecção ao final do tratamento endodôntico (Zehnder 2006). Aliado a

isso, métodos de ativação também são empregados com o intuito de melhorar a distribuição das soluções em áreas de difícil acesso do sistema de canais radiculares, trazendo ainda mais benefícios ao tratamento (Karade *et al.* 2017; Chan *et al.* 2019). Com esse propósito, a irrigação ultrassônica passiva (PUI) tem sido utilizada nos protocolos de irrigação final. Os fenômenos de cavitação e micro corrente acústica gerados pela PUI (Ahmad, Pitt ford & Crum 1988), proporcionam uma irrigação mais efetiva de canais laterais e istmos (Chan *et al.* 2019). Além disso, favorece a remoção da *smear layer* (Dos Santos *et al.* 2020; Orłowski *et al.* 2020) e reduz a quantidade de bactérias presentes no interior dos canais (Niazi *et al.* 2014).

Porém, como as soluções irrigadoras são substâncias químicas, podem induzir alterações na estrutura e composição da dentina radicular (Cobankara, Erdogan & Hamurcu 2011; Qian, Shen & Haapasalo 2011), as quais podem ser potencializadas pela ação do ultrassom (Wagner *et al.* 2017). Os testes mecânicos de microdureza (Fuentes *et al.* 2003) e resistência a flexão (Mai *et al.* 2010) têm sido utilizados para avaliar o efeito dos protocolos de irrigação final na estrutura da dentina, com diferentes soluções irrigadoras. Detectada alterações na microdureza da dentina, é possível inferir indiretamente que houveram alterações nos componentes minerais desse tecido (Arends & Ten Bosch 1992). Além disso, esses protocolos podem interferir na interação entre o material obturador e a dentina, podendo influenciar no selamento da obturação (Vilanova *et al.* 2012).

Diante do exposto, faz-se necessário estudar os efeitos dos diferentes protocolos finais de irrigação sobre as propriedades estruturais e mecânicas da dentina. Assim, o objetivo deste estudo foi comparar diferentes protocolos de irrigação final na microestrutura e propriedades da dentina radicular. A hipótese nula testada foi que não haveria diferença significativa entre os diferentes protocolos de irrigação final em relação a alteração da microestrutura dentinária, resistência à flexão e microdureza da dentina radicular, e na RU do material obturador às paredes do canal radicular.

Materiais e Métodos

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (número 3.413.317 – anexo A). O consentimento dos pacientes doadores foi realizado a partir da apresentação e assinatura dos termos: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de doação de dentes (Apêndices A e B, respectivamente).

Cálculo amostral

A estimativa do tamanho amostral para cada teste foi realizada separadamente, com o auxílio do software G*Power 3.1.9.4 (Heinrich-Heine Universität, Düsseldorf, Alemanha), utilizando o parâmetro de cálculo “a priori” para o teste ANOVA. O poder estatístico de 80% foi estabelecido, com nível alfa de 5%, e tamanho do efeito de 1.8, calculado com os dados de estudos prévios (Aslantas *et al.* 2014; Leal *et al.* 2015; Schmidt *et al.* 2015). Para observar diferenças significativas, o cálculo mostrou que cada grupo deveria conter um total de doze espécimes para o teste de resistência a flexão e análise da erosão, três espécimes para o teste de microdureza, e doze espécimes para o teste de *push-out*.

Portanto, para a realização dos experimentos, foram selecionados 108 dentes humanos, extraídos por razões alheias a esta pesquisa, após minuciosa inspeção visual e radiográfica. Os dentes escolhidos apresentavam raízes completamente formadas, com canal único e reto. Foram excluídos aqueles que apresentavam calcificações, trincas, curvaturas ou tratamento endodôntico prévio. Após adequada higienização, os 108 dentes foram armazenados em água destilada a 37°C até o início dos experimentos.

Erosão dentinária

Para a realização desta etapa da pesquisa, foram selecionados 48 pré-molares com as características já mencionadas. O acesso coronário foi realizado com pontas diamantadas esféricas nº. 1012 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil). Em seguida, a inserção de uma lima K #10 (Dentsply Malillefer, Ballaigues, Suíça), até a visualização de sua ponta no forame apical, forneceu o comprimento do dente (CD). O comprimento de trabalho (CT) foi obtido subtraindo 1 mm do CD.

A região apical de cada dente foi selada com cera pegajosa em bastão (New Wax, TechNew, Rio de Janeiro, Brasil) com a finalidade de evitar o extravasamento das soluções irrigadoras e simular a condição clínica de um sistema fechado. O preparo químico-mecânico foi realizado por um único operador, com o instrumento R40 (Reciproc®, VDW, Munique, Alemanha) calibrado no CT, seguindo as recomendações do fabricante. A irrigação associada foi realizada com 6 mL de NaOCl a 2,5% (Asfer, São Caetano de Sul, São Paulo, Brasil), por meio de irrigação convencional (IC), empregando uma seringa de 5cc (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, EUA) e ponta NaviTip 30 G (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, EUA) calibrada a 2 mm do CT, com movimentos de vai-e-vem de amplitude de 2 a 3 mm. Ao mesmo tempo, foi empregada a aspiração com uma cânula de sucção metálica. A patência apical foi mantida por meio do uso de uma lima K #10 calibrada no CD.

Os dentes foram seccionados longitudinalmente em duas metades. Após a introdução de um cone de guta percha (Reciproc® R40, VDW, Munique, Alemanha) no canal radicular, foram feitas canaletas nas faces vestibular e lingual de cada dente, por meio de discos diamantados de dupla face com 22 mm de diâmetro e 0,1 mm de espessura (ref. 7020, KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) montados em baixa rotação. O desgaste foi realizado, até que se notasse, por transparência, o cone de guta-percha, de forma a evitar a invasão do disco no interior do canal e conseqüente contaminação por debris. Após isso, a limpeza dos sulcos foi feita com jato ar/água.

Em seguida, os dentes foram clivados com auxílio de um cinzel, e uma das metades foi selecionada para avaliação no MEV de baixo vácuo. Nessa metade, três marcações externas ao canal radicular e perpendiculares ao seu longo eixo foram realizadas com caneta de ponta fina, de modo a dividi-lo em três terços (cervical, médio e apical) de mesmo comprimento. Estas marcações também serviram de referência para a execução de três circunferências, que foram centralizadas entre os terços no interior do canal radicular. As circunferências foram executadas com um dispositivo de ponta circular cortante de 1mm de diâmetro (Punch Dermatológico Descartável, Miltex, Japão), utilizado em biópsias de pele na área médica, através da pressão e punção.

Logo após, um jato de ar e água foi aplicado sobre as marcações, para a remoção dos debris formados. Isso possibilitou a visualização de uma imagem semelhante a um círculo no centro da parede do canal radicular em cada um dos terços. Os espécimes foram mantidos em estufa a 37°C por 48 h, e colocados em um dessecador a vácuo contendo sílica pelo mesmo período, a fim de eliminar toda a umidade.

Os dentes não receberam qualquer tipo de recobrimento ou preparo adicional e foram levados para avaliação em um MEV com opção de operação em baixo vácuo (TM3030, Tabletop Microscope, Tokyo, Japão), a fim de ser possível observar as áreas demarcadas pelas circunferências.

Para a obtenção das imagens das áreas demarcadas, um aumento de 100x foi utilizado para visualizar cada circunferência por completo. Depois, sem alterar a posição do espécime, duas imagens foram obtidas nos aumentos de 500x e 1000x. Portanto, foram adquiridas 6 imagens por espécime, sendo duas por terço. Essas imagens iniciais mostram a condição das paredes do canal radicular antes da irrigação final.

A seguir, as metades de cada dente foram reaproximadas, encaixadas, e as canaletas criadas anteriormente para a clivagem preenchidas com resina (Topdam, FGM, Joinville, SC,

Brasil) de forma a estabilizar as partes. Os dentes remontados foram novamente selados, na região apical, com cera pegajosa.

Os 48 dentes foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos, sendo três grupos experimentais (n = 36) e um grupo controle (n = 12), de acordo com os protocolos finais de irrigação (Tabela 1):

Grupo Controle (n = 12): irrigação convencional (IC) com 3 mL de EDTA durante 30 s seguido de 10 mL de água destilada (H₂O).

Grupo 1 (n = 12): a PUI foi realizada em 3 ciclos de 20 s para cada solução empregada. O total de soluções usadas foi de 6 mL de NaOCl; 6 mL de EDTA e 6 mL de NaOCl. Ao final, os canais foram irrigados com 10 mL de H₂O.

Grupo 2 (n = 12): IC com 3 mL de EDTA por 30 s, seguido de PUI por 30 s. Em seguida, IC com 3 mL de NaOCl e PUI por 30 s. Ao final, foi feita IC com 10 mL de H₂O.

Grupo 3 (n = 12): IC com 2,5 mL de EDTA por 30 s, PUI por 30 s e IC com 2,5 mL de EDTA por 30 s. Após aspiração, IC com 2,5 mL de NaOCl por 30 s, PUI por 30 s e IC com 2,5 mL de NaOCl por 30 s. Em seguida, IC com 2,5 mL de H₂O por 30 s, PUI por 30 s e nova IC com 2,5 mL de H₂O por 30 s. Ao final, IC com 2,5 mL de CHX por 30 s, PUI por 30 s e 2,5 mL de CHX por 30 s.

Tabela 1. Distribuição dos grupos de acordo com os protocolos finais de irrigação.

	NaOCl 2,5%			EDTA 17%			NaOCl 2,5%			H ₂ O			CHX 2%		
	v	t	tPUI	v	t	tPUI	v	t	tPUI	v	t	tPUI	v	t	tPUI
GC	-	-	-	3	30	-	-	-	-	10	60	-	-	-	-
G1	6	60	60	6	60	60	6	60	60	-	-	-	-	-	-
G2	-	-	-	3	30	30	3	30	30	-	-	-	-	-	-
G3	-	-	-	5	60	30	5	60	30	5	60	30	5	60	30

v: volume da solução (mL); t: tempo de aplicação (s); tPUI: tempo de aplicação da PUI (s).

A PUI foi realizada com o emprego de uma ponta específica, sem poder de corte, com diâmetro apical de #20, *taper* .01 (Irrisonic E1, Helse, Santa Rosa de Viterbo, São Paulo, Brasil) posicionada 1mm aquém do CT, ativada pelo ultrassom ART-P6 (Piper) Compact Piezoelectric Scaler (Bonart Medical, Xinzhuang Dist., New Taipei City, Taiwan) na potência de 20% indicada pelo fabricante, evitando contato com as paredes do canal radicular.

Após o emprego dos protocolos de irrigação final, os dentes foram novamente separados. A mesma metade previamente analisada foi desidratada e recoberta com ouro para

ser submetida à análise em MEV com operação em alto vácuo. As imagens foram feitas nos mesmos locais anteriormente demarcados, a fim de observar possíveis alterações ocorridas na estrutura dentinária após os protocolos de irrigação final.

Para a avaliação da estrutura dentinária quanto à ocorrência da erosão, as imagens adquiridas (1000x) antes e após os protocolos de irrigação final foram analisadas por um examinador previamente calibrado e cego. Quando ocorreram, os diferentes níveis de erosão foram classificados por escores adaptados do estudo de Torabinejad et al. (2003): 1 – sem erosão (todos os túbulos dentinários com tamanho e aparência normais); 2 – erosão moderada (os túbulos dentinários da dentina peritubular com erosão); 3 – erosão severa (dentina intertubular está com erosão e os túbulos dentinários se comunicam uns com os outros).

Resistência a flexão de três pontos

A outra metade do dente não utilizada na avaliação anterior foi preparada e submetida ao teste de resistência a flexão de três pontos.

Fatias longitudinais de dentina foram extraídos da metade de cada dente e fixadas com godiva verde de alta fusão (DFL, Jacarepaguá, Rio de Janeiro, Brasil) em uma placa confeccionada em resina acrílica (Figura 1). Os cortes foram realizados através de um disco de corte diamantado de 152,4mm X 0,5mm X 12,7 mm (Buehler, Lake Forest, Illinois, EUA), o qual foi acoplado à cortadeira metalográfica de alta precisão Isomet 1000 (Buehler, Lake Forest, Illinois, EUA), programada para operar na velocidade 125 rpm e carga de 100g sob irrigação constante com água destilada.



Figura 1. Demonstração da fixação da amostra para o corte, com godiva de alta fusão em uma placa de resina acrílica.

Um feixe retangular de dentina radicular com dimensões de 12mm x 2mm x 1mm foi extraído de cada amostra. Primeiramente, foram obtidas fatias no sentido do longo eixo do dente, tomando o cuidado para que o feixe se concentrasse na luz do canal. Sequencialmente,

cada fatia foi posicionada de modo que se obtivesse feixes retangulares com as medidas pré-determinadas, as quais foram aferidas com auxílio de um paquímetro digital Mahr 16 ES (Carl Mahr Esseingen GmbH, Göttingen, Alemanha). Os feixes foram mantidos em água destilada até a execução do teste.

Os espécimes de cada grupo foram submetidos ao teste de flexão de 3 pontos, realizado por meio de uma Máquina de Ensaio Universal (Instron, Modelo 4444, Norwood, Massachusetts, EUA), seguindo metodologia de estudos anteriores (Kafantari *et al.* 2019; Bello *et al.* 2020). Para isso, o feixe foi posicionado em um suporte com dois pontos de apoio, com 10mm de comprimento entre eles. Em seguida, um dispositivo com o terceiro ponto de força, incidiu exatamente entre os dois pontos anteriores. O dispositivo apresentava aproximadamente 1mm de diâmetro (Figura 2) e pressionou o espécime com uma velocidade constante de 0,5mm/min. A força máxima necessária para fraturar cada espécime foi anotada. A resistência a flexão foi calculada em Mpa, segundo a fórmula: $3PL/2bd^2$, onde P=carga até a fratura (N), L=comprimento do suporte (mm), b=largura do feixe (mm), e d=espessura do feixe (mm) (Bello *et al.* 2020).

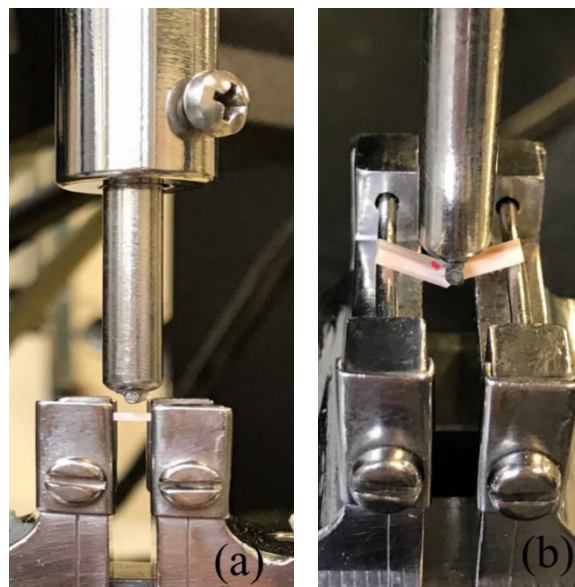


Figura 2. Dispositivo de teste de flexão de três pontos (a); momento da fratura do feixe de dentina no teste de flexão de três pontos (b).

Microdureza

Para esse experimento foram selecionados 12 incisivos inferiores, seguindo o mesmo processo anterior. O acesso e o preparo químico-mecânico foram realizados conforme descrito

anteriormente. Os dentes também foram seccionados no sentido longitudinal, de modo a separá-los em duas metades.

As metades de cada dente foram montadas em discos de resina epóxica de modo que a luz do canal radicular ficasse amostra. Para isso, uma placa de vidro foi forrada com fita dupla face transparente (3M, Saint Paul, Minnesota, EUA), a fim de estabilizar e vedar as metades. Em seguida tubos de PVC, besuntados com vaselina sólida, foram posicionados envolvendo cada espécime. Então, os tubos foram preenchidos com resina epóxica em uma altura de 3cm (Figura 3). Após o endurecimento da resina, os tubos de PVC e os discos de resina contendo os dentes foram separados, e os dentes passaram por um processo de polimento.

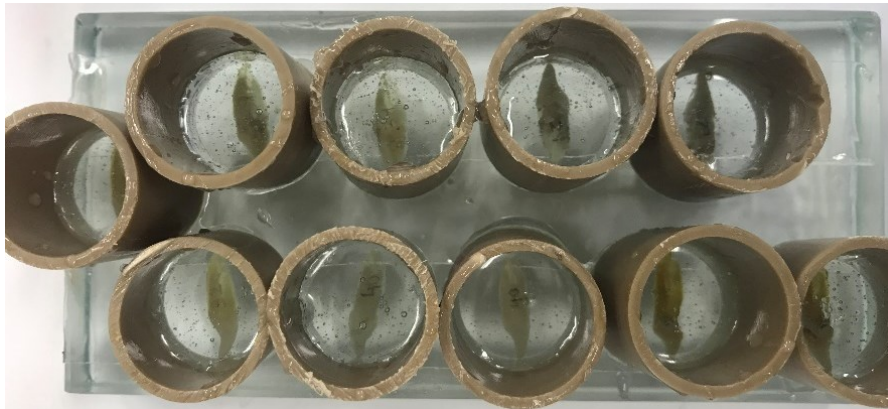


Figura 3. Demonstração da inclusão das metades dos dentes em resina epóxica, a fim de possibilitar o polimento necessário à realização do teste de microdureza.

O polimento das amostras foi executado na Politriz DP-10 (Panambra, São Paulo, São Paulo, Brasil). Primeiramente foram utilizadas lixas de granulações crescentes – 420, 600 e 1200 – durante 30 segundos cada, com leve pressão e irrigação constante com água. Após, foram utilizados os discos de feltro com pastas de alumina em granulações de 1 μm , 0,5 μm e 0,03 μm , com constante irrigação, durante 60 segundos cada, a fim de se obter uma superfície lisa e o mais regular possível (Figura 4). A cada troca de lixa ou discos de feltro e ao final do processo, os espécimes foram lavados em água corrente durante 15 segundos. Após serem secos com jatos de ar, foram armazenados em pote plástico, com umidade controlada a 37°C até a efetivação do teste.

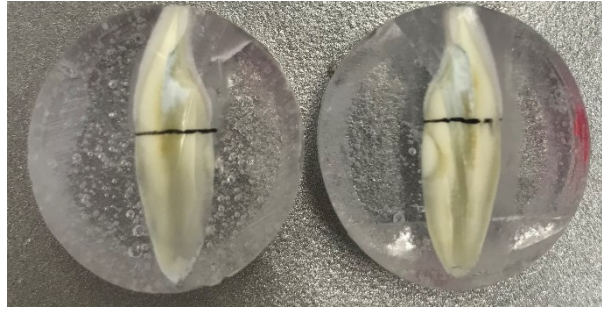


Figura 4. Espécimes após o polimento.

A microdureza da dentina radicular foi medida pelo teste de Knoop, com carga de 100g, durante 5 segundos através de um microdurômetro (Shimadzu, Quioto, Quioto, Japão). Para a avaliação da microdureza inicial, foram produzidas três endentações a 1000 μm de distância da junção amelocementária e 200 μm de distância entre elas (Figura 5). Após a aquisição dos valores pelo próprio aparelho, a média das três endentações foi realizada.

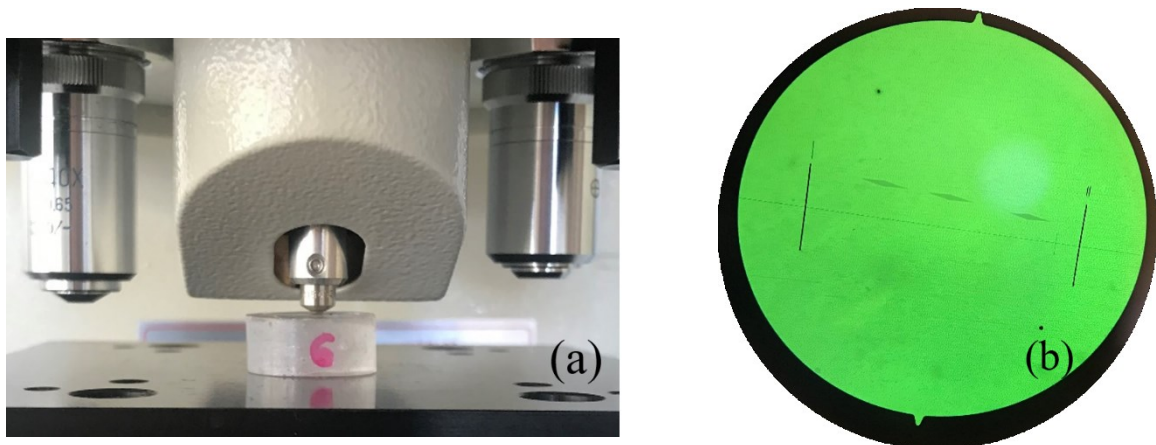


Figura 5. Visualização do teste de microdureza (a); visualização das três endentações no aumento de 100x (b).

Em seguida, as metades de cada dente foram unidas novamente e estabilizadas com cera pegajosa em bastão (New Wax, TechNew, Rio de Janeiro, Brasil), a fim de ser possível a mimetização de um sistema fechado, e assim ser possível realizar os protocolos de irrigação final.

Os protocolos aplicados foram os mesmos realizados para o teste de resistência à flexão. Terminada essa fase, os dentes foram novamente separados e nova medição da microdureza foi realizada próximo a anterior, como descrito previamente.

Resistência de união ao cisalhamento por extrusão (push-out)

Quarenta e oito pré-molares inferiores de humanos foram selecionados para este teste. As coroas dos dentes foram removidas com disco diamantado de dupla face com 22 mm de diâmetro e 0,1 mm de espessura (ref. 7020, KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) na altura da junção amelocementária (JAC), e raízes entre 14 e 19mm foram obtidas. O preparo químico-mecânico e os protocolos de irrigação final foram executados de semelhantemente aos outros testes.

Após a irrigação final e secagem com cones de papel absorvente compatíveis com o instrumento R40 (Reciproc® R40, VDW, Munique, Alemanha), os canais radiculares foram obturados pela técnica da condensação lateral. O cimento AH Plus (Dentsply, Munique, Alemanha) foi levado ao canal com o auxílio do cone principal de guta-percha (Reciproc® R40, VDW, Munique, Alemanha). O cone principal foi revestido com o cimento endodôntico e inserido no canal radicular com o uso de movimentos circunferenciais, até atingir o CT. Em seguida, um espaçador digital de 25mm foi utilizado lateralmente ao cone mestre, seguido da inserção de cones acessórios (conicidade F, Dentsply, Munique, Alemanha) revestidos de cimento endodôntico, até que o canal radicular estivesse completamente preenchido. A qualidade do preenchimento dos canais foi verificada através de radiografias periapicais, obtidas pelo sensor digital New Ida (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil).

A compactação vertical e a remoção do excesso de material obturador foram realizadas com um calcador de Paiva (Golgran, São Paulo, São Paulo, Brasil) aquecido, 1 mm abaixo da JAC. Então, as raízes foram seladas com material restaurador provisório (Coltosol, Coltene, Altstätten, Suíça). Os dentes ficaram armazenados em ambiente úmido em estufa a 37°C por 7 dias.

Em seguida, as raízes foram incluídas em bastões de resina acrílica autopolimerizável (Jet, Clássico, Campo Limpo Paulista, São Paulo, Brasil), para serem seccionadas transversalmente em cortes perpendiculares ao longo eixo do canal. Para isto, as amostras foram levadas para a cortadeira metalográfica de alta precisão Isomet 1000 (Buehler, Lake Forest, Illinois, EUA) e cortadas com disco de corte diamantado de 152,4mm X 0,5mm X 12,7 mm (Buehler, Lake Forest, Illinois, EUA) com peso de 150g e velocidade de 250 rpm, sob refrigeração constante. Fatias com $1\pm 0,01$ mm de espessura foram obtidas e identificadas com caneta de tinta permanente na face apical. A espessura de cada fatia foi conferida com auxílio de um paquímetro digital Mahr 16 ES (Carl Mahr Esseingen GmbH, Göttingen, Alemanha). Foi selecionada uma fatia de cada terço.

Os cortes foram fixados em uma base metálica de aço inoxidável, contendo um orifício de 2,5 mm de diâmetro na região central, acoplada na porção inferior da máquina de ensaios universal (Instron, Modelo 4444, Norwood, Massachusetts, EUA). Uma haste metálica, com ponta ativa selecionada de acordo com o diâmetro do canal em cada terço, de forma a abranger a maior porção possível do material obturador (entre 0,47mm a 1,3mm), foi fixada na porção superior da máquina e acionada no sentido ápico-cervical, com velocidade de cruzeta de 0,5 mm/min, até o deslocamento do material obturador. A força necessária para o deslocamento foi aferida em quilonewtons (kN), transformada em Newtons (N) e dividida pela área lateral (SL) da obturação (em mm²) para ser convertida em MPa (megapascal). A SL foi calculada pela seguinte fórmula: $SL = \pi(R + r) \sqrt{h^2 + (R - r)^2}$ onde, SL = área lateral do canal; R = medida do raio do canal em sua porção coronal; r = medida do raio do canal em sua porção apical; e h = altura/espessura da secção transversal da raiz.

Após a etapa do teste de resistência de união, as secções foram submetidas a um criterioso exame visual em estereomicroscópio (SteREO Discovery.V12, Carl Zeiss, Jena, Alemanha) com um aumento de 40X. As falhas observadas foram classificadas em 3 tipos: falha adesiva, na qual a superfície da dentina estava livre de cimento; falha coesiva, na qual é observada a fratura do material, mas com a dentina ainda recoberta por cimento; falha mista, onde parte da dentina se encontra recoberta por cimento e a outra livre.

Análise estatística

A normalidade dos dados obtidos nos diferentes testes foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste de Análise de Variância (ANOVA) foi empregado para comparar os grupos e, havendo diferença estatística, o teste post-hoc de Tukey foi utilizado para identificá-la. Para os dados que não apresentaram normalidade, o teste de Kruskal-Wallis foi empregado e em seguida o teste post-hoc de Tukey. Os dados de microdureza, por serem pareados, foram submetidos ao teste t de Student, para comparação dos valores antes e após os protocolos de irrigação final. Os cálculos estatísticos foram realizados por meio do software JAMOV 1.2.27 (domínio público). O nível de significância adotado foi de 5%.

Resultados

Avaliação da erosão dentinária

Infelizmente, a avaliação da erosão dentinária não foi concluída devido o Laboratório Central de Microscopia Eletrônica (LCME) da UFSC estar fechado desde março de 2020 por causa da pandemia instaurada pelo novo coronavírus (COVID-19).

Resistencia a flexão de 3 pontos

Na tabela 2 estão os valores médios da resistência à flexão (MPa) dos feixes retangulares de dentina submetidos ao teste de flexão de três pontos. Não foi observada diferença estatística entre os grupos ($p > 0,05$).

Tabela 2. Valores de média e desvio padrão (\pm) da resistência à flexão (MPa) ao teste de três pontos.

	Resistência a flexão (MPa)
GC	233 \pm 36,9 ^a
G1	199 \pm 36,7 ^a
G2	204 \pm 37,9 ^a
G3	210 \pm 64,9 ^a

GC = Grupo controle.

**letras minúsculas iguais nas colunas indicam que não há diferença entre os grupos ($p > 0,05$).*

Microdureza

A Tabela 3 contém os valores da média e desvio padrão (\pm) da microdureza da dentina radicular, antes e após dos diferentes protocolos de irrigação final.

Tabela 3. Média e desvio padrão e percentual da diferença dos valores de microdureza da dentina radicular antes e após os protocolos de irrigação final, de acordo com os grupos analisados.

Microdureza da dentina radicular (média±desvio padrão)		
	Antes	Depois
GC	45,9±18,45 ^{Aa}	38,6±8,78 ^{Aa}
G1	39,9±7,51 ^{Aa}	33,6±5,99 ^{Ba}
G2	46,8±10,97 ^{Aa}	36,7±8,64 ^{Ba}
G3	49,5±11,84 ^{Aa}	33,3±14,45 ^{Ba}

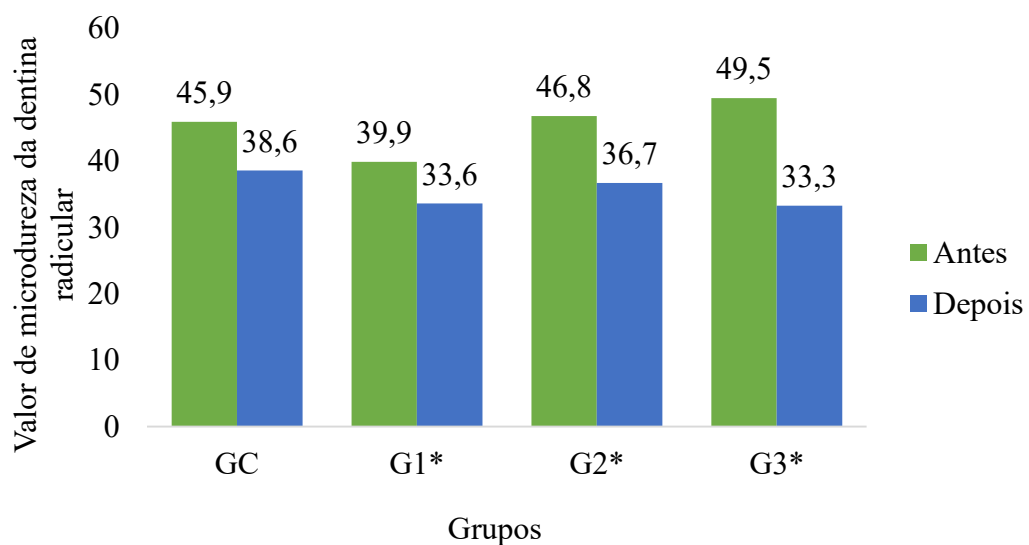
GC = grupo controle.

**letras maiúsculas iguais nas linhas indicam que não há diferença entre os tempos analisados em um mesmo grupo ($p>0,05$).*

**letras minúsculas iguais nas colunas indicam que não há diferença entre os grupos para cada tempo analisado ($p>0,05$).*

Não houve diferença estatística ($p=0,406$) entre os valores médios de microdureza dos dentes antes de serem submetidos aos diferentes protocolos de irrigação final.

A comparação dos dados de microdureza obtidos antes e depois dos protocolos de irrigação revelou diferença estatística para todos os grupos (G1, G2 e G3) ($p>0,05$), exceto para GC, no qual os canais foram irrigados com água destilada ($p=0,409$). Esta diferença pode ser melhor visualizada na Figura 6.



**houve diferença estatística entre os tempos, em um mesmo grupo ($p<0,05$).*

Figura 6. Representação dos valores médios de microdureza da dentina radicular antes e após os diferentes protocolos de irrigação final.

Resistência de união ao cisalhamento por extrusão (push-out)

Os valores de média e desvio padrão da RU ao cisalhamento por extrusão (*push-out*) em relação aos grupos e terços analisados estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios e desvio padrão (\pm) da resistência ao cisalhamento por extrusão (MPa) em relação os diferentes grupos e terços analisados.

	Cervical	Médio	Apical
GC	3,06 \pm 1,92 ^{Aa}	3,01 \pm 1,59 ^{Aa}	3,06 \pm 1,38 ^{Aa}
G1	3,16 \pm 1,11 ^{Aa}	4,92 \pm 3,41 ^{Aa}	4,37 \pm 1,94 ^{Aa}
G2	5,50 \pm 3,73 ^{Aa}	6,54 \pm 2,85 ^{Ab}	7,49 \pm 3,61 ^{Ab}
G3	3,92 \pm 1,49 ^{Aa}	3,91 \pm 2,47 ^{Aa}	3,94 \pm 1,93 ^{Aa}

GC = grupo controle.

*letras maiúsculas iguais nas linhas indicam que não há diferença entre os terços do grupo ($p>0,05$).

*letras minúsculas iguais nas colunas indicam que não há diferença entre os grupos para cada terço ($p>0,05$).

O G2 apresentou os maiores valores de RU, com diferença estatística nos terços médio ($p=0,01$) e apical ($p=0,006$). Os demais grupos experimentais (G1 e G3) tiveram valores médios de RU superiores ao GC, porém sem diferença estatística ($p=0,209$). Quando comparados os terços dentro de um mesmo grupo, nenhum deles apresentou diferença estatisticamente significativa. A interação entre os terços para cada grupo pode ser observada na Figura 7.

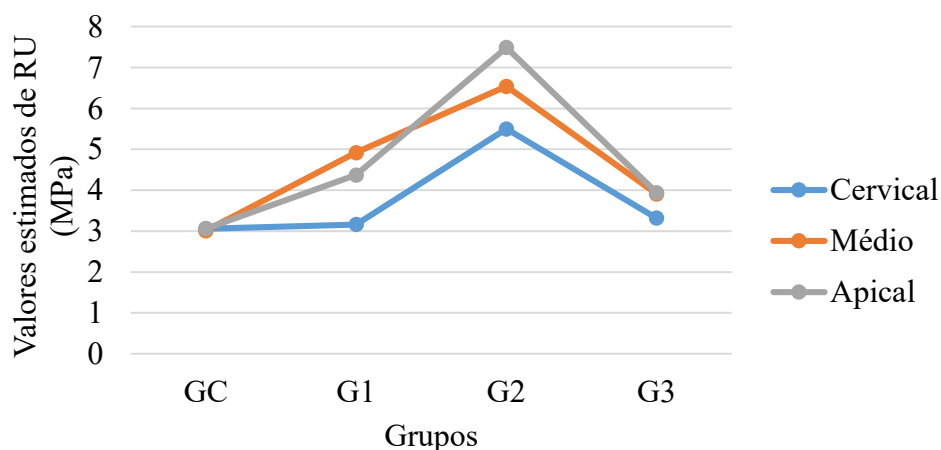


Figura 7. Representação dos valores médios da RU em Mpa dos terços radiculares para os diferentes grupos.

Na Tabela 5 observa-se os valores de resistência de união (RU) por grupo, independentemente da separação por terços. O G2 foi o único grupo que apresentou diferença estatística significativa ($p < 0,001$), demonstrando os maiores valores de RU em relação aos demais grupos.

Tabela 5. Valores médios e desvio padrão da resistência de união ao cisalhamento por extrusão (MPa) frente aos diferentes protocolos de irrigação final independentemente dos terços radiculares.

	RU (MPa)
GC	3,04±1,59 ^A
G1	4,14±2,4 ^A
G2	6,50±3,42 ^B
G3	3,72±1,96 ^A

GC = Grupo controle

**letras minúsculas iguais nas colunas indicam que não há diferença entre os grupos ($p > 0,05$).*

Na Tabela 6, estão descritas as porcentagens dos diferentes tipos de falha (adesiva, coesiva ou mista) observadas em cada grupo. Nos grupos GC, G1 e G2 foi constatado um maior percentual de falhas do tipo coesiva (onde houve fratura do material, mas a dentina ainda continuou recoberta por cimento). No grupo G3, observou-se um maior percentual de falhas do tipo mista (onde parte da dentina ficou recoberta por cimento e a outra livre) (Figura 8).

Tabela 6. Porcentagem dos tipos de falha presentes nos diferentes grupos.

	Adesiva	Coesiva	Mista
GC	0	61,76%	38,23%
G1	0	72,22%	27,77%
G2	8,33%	52,77%	38,88%
G3	2,77%	33,33%	63,88%

GC = grupo controle.

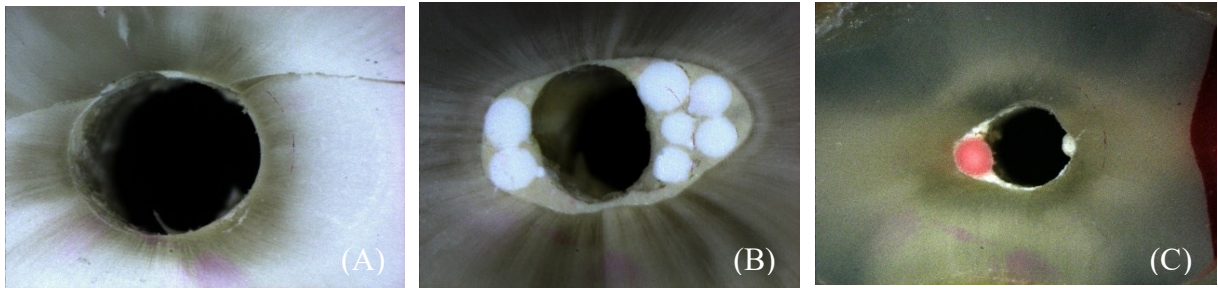


Figura 8. Imagens obtidas em estereomicroscópio com aumento de 40x após o teste *push-out*: A (falha adesiva), B (falha coesiva) e C (falha mista).

Discussão

Diversos protocolos de irrigação final têm sido preconizados com o propósito de remover a *smear layer* (Justo *et al.* 2014; Schmidt *et al.* 2015; Kato *et al.* 2016; De Castro *et al.* 2016; Duque *et al.* 2017; Simezo *et al.* 2017; Dos Santos *et al.* 2020; Orłowski *et al.* 2020). A maioria deles tem em comum o uso sequencial das soluções de EDTA e NaOCl com a finalidade de remoção da parte inorgânica e orgânica da *smear layer*, respectivamente (Teixeira, Felipe & Felipe 2005; Schmidt *et al.* 2015; De Castro *et al.* 2016; Orłowski *et al.* 2020). Associada às soluções, a PUI vem sendo empregada para potencializar a ação das substâncias químicas e tem alcançado bons resultados (Chan *et al.* 2019). Todavia, dependendo da concentração e do tempo de uso dessas soluções, uma preocupação existente na literatura é quanto a erosão dentinária causada, e as possíveis consequências na integridade do dente (Qian, Shen & Haapasalo 2011; Ramírez-Bommer *et al.* 2018).

Neste estudo foram escolhidos dois protocolos de irrigação final encontrados na literatura (Justo *et al.* 2014; Schmidt *et al.* 2015; Kato *et al.* 2016; De Castro *et al.* 2016; Duque *et al.* 2017; Simezo *et al.* 2017; Orłowski *et al.* 2020) e um terceiro experimental. As diferenças entre os dois primeiros foram o tempo de agitação pela PUI e a ordem com que as soluções são empregadas na irrigação. O primeiro recomenda a ativação de cada solução por 60 segundos, seguindo a sequência: NaOCl, EDTA e NaOCl (Justo *et al.* 2014; Kato *et al.* 2016; De Castro *et al.* 2016; Duque *et al.* 2017; Simezo *et al.* 2017). Enquanto o segundo, adaptado de estudos prévios (Schmidt *et al.* 2015; Orłowski *et al.* 2020), preconiza a IC com EDTA seguido da PUI, ativada por apenas 30 segundos, repetindo o mesmo procedimento para o NaOCl. Ambos os protocolos podem causar erosão dentinária (Schmidt *et al.* 2015; Kato *et al.* 2016; Dos Santos *et al.* 2020). Entretanto, até então não havia sido feito comparações entre esses protocolos, e não se sabia se eles alterariam negativamente a resistência a flexão, a microdureza, e a RU ao cisalhamento do material obturador à dentina.

De maneira geral, os dados obtidos mostraram que os protocolos de irrigação testados apresentaram resultados bastante aproximados nos diversos testes realizados. Assim, a hipótese nula testada que não haveria diferença significativa entre os diferentes protocolos de irrigação final em relação a resistência à flexão e microdureza da dentina radicular, e na RU do cimento obturador às paredes do canal radicular foi parcialmente aceita.

Para a avaliação das propriedades estruturais da dentina radicular após os protocolos de irrigação final, foram utilizados três diferentes testes mecânicos. O teste de resistência a flexão de 3 pontos determina certas propriedades da dentina, como a resistência do dente à fratura, sua flexibilidade e grau de elasticidade (Grande *et al.* 2007). A relevância clínica em avaliar as alterações na resistência à flexão da dentina radicular causadas pelas substâncias irrigadoras é justificada pela influência dessa propriedade na integridade do dente (Pedersen, Uzunoglu-Özyürek & Dogan Buzoglu 2020). Caso alterada, pode refletir em uma estrutura mais fragilizada e predispor o dente a fratura vertical (Zhang *et al.* 2010). Pensando nisso, é interessante analisar as propriedades mecânicas dos tecidos que compõem o dente, e de que forma essas são alteradas com a prática da irrigação.

A redução da resistência à flexão da dentina radicular, quando em contato com o NaOCl, pode estar atribuída à destruição da matriz de colágeno e geração de uma camada de cristais de apatita que fica sem suporte quando o colágeno é degradado (Wang *et al.* 2001; Zhang *et al.* 2010). Essa dissolução do colágeno causada pelo NaOCl resulta em um substrato dentinário menos resistente e mais poroso, que se torna propenso à fadiga durante a aplicação de uma força (Kruzic & Ritchie 2008). O tratamento da dentina com EDTA a 17% associado ao NaOCl a 2,5% resulta em uma maximização da remoção de Ca^{++} , e seus efeitos são potencializados à medida que o tempo de exposição do substrato às soluções aumenta (Sayin *et al.* 2007).

Apesar de os protocolos do presente estudo utilizarem a irrigação sequencial de EDTA e NaOCl, os resultados do teste de resistência à flexão de 3 pontos não mostraram diferença estatística entre os grupos. Resultados semelhantes foram obtidos por Marcelino *et al.* (2014), onde as soluções utilizadas após o EDTA foram a CHX a 2% gel e o NaOCl a 5,25 %. Contudo, outro estudo mostrou redução significativa da resistência à flexão da dentina coronal após IC com EDTA 15% seguido de NaOCl 2,5%, quando tais resultados foram comparados aos grupos que utilizaram somente uma dessas soluções e ao grupo controle, irrigado com solução salina (Pedersen, Uzunoglu-Özyürek & Dogan Buzoglu 2020).

Apesar de não ter sido detectada diferença estatística significativa quanto à resistência à flexão no presente estudo, houve uma tendência de maiores valores de resistência no GC, enquanto o G1, grupo com maior tempo e maior volume de irrigação, mostrou os menores

valores. Lembrando que os espécimes de GC não foram irrigados com NaOCl após o uso do EDTA. No estudo de Zhang *et al.* (2010) foi observada diminuição da resistência à flexão no grupo irrigado com NaOCl a 5,25% por tempo igual ou superior a 120 minutos, seguido da irrigação com EDTA por 2 minutos. No grupo irrigado somente com EDTA 17%, não foi observada redução significativa na resistência a flexão, indicando que o EDTA sozinho não tem influência nessa propriedade da dentina, e que isso está intimamente ligado ao efeito concomitante do EDTA com o NaOCl. Porém, tal resultado advém de metodologia bastante diversa da utilizada no presente estudo, pois no estudo de Zhang *et al.* (2010) os feixes de dentina foram submersos nas soluções irrigadoras após serem obtidos a partir das coroas de terceiros molares. Da mesma forma, Mai *et al.* (2010) utilizaram barras de dentina coronária. Os autores (Mai *et al.* 2010) ressaltaram em seus resultados que a exposição da dentina ao NaOCl durante 60 minutos causou uma diminuição significativa da resistência à flexão, enquanto um tempo menor, de 10 minutos, não reduziu essa propriedade. As diferenças metodológicas desses estudos tornam difícil fazer maiores comparações dos nossos resultados. Nos outros estudos (Mai *et al.* 2010, Zhang *et al.* 2010) a dentina foi extraída da coroa e, além disso, utilizaram irrigação convencional ou a imersão dos espécimes nas soluções, sem o emprego de qualquer método de ativação da solução irrigadora. Ademais, não foi simulado uma condição próxima da clínica, através da reprodução de um sistema fechado para irrigação.

A microdureza pode ser definida como a resistência de um material à deformação local (Fuentes *et al.* 2003). É um teste simples e rápido, comumente utilizado para estudar as propriedades físicas das superfícies dentárias (Fuentes *et al.* 2003). O método baseia-se na indução de deformação permanente em uma pequena área do material a ser analisado, sem inutilizar a amostra (Fuentes *et al.* 2003; Chuenarrom, Benjakul & Daosodsai 2009). Quando há alteração da microdureza, pode-se inferir indiretamente que também houve deterioração dos minerais da dentina radicular causada pelas substâncias químicas (Arends & Bosch 1992).

No presente estudo, a microdureza foi analisada de forma longitudinal, para que fosse possível avaliar a diferença entre os valores antes e após o emprego dos diferentes protocolos de irrigação final (Quteifan *et al.* 2019). Além disso, a microdureza foi aferida na luz do canal, por se aproximar mais de uma condição clínica. Durante a irrigação, as soluções irrigadoras entram primeiro em contato com a dentina superficial da luz do canal para depois se difundir pelos túbulos dentinários (Cruz-Filho *et al.* 2011). Optou-se por utilizar o teste de microdureza através do método de Knoop, por possuir maior sensibilidade às texturas e à pequenos defeitos em superfícies, sendo muito utilizado para avaliar a extrato dentinário (Cruz-Filho *et al.* 2011; Aranda-Garcia *et al.* 2013; Garcia *et al.* 2013)

Não houve diferença entre os valores iniciais de microdureza entre os grupos. Entretanto, todos os grupos apresentaram diferença estatística significativa entre os valores iniciais e finais. Este achado corrobora com os resultados de outros estudos, que mostraram que a utilização sequencial do EDTA e NaOCl pode alterar a microdureza da dentina (Saying *et al.* 2007; Cruz-Filho *et al.* 2011; Aranda-Garcia *et al.* 2013; Massoud *et al.* 2017).

A alteração da microdureza dentinária parece estar associada com a ocorrência de erosão (Aranda-Garcia *et al.* 2013). Dependendo do nível e da profundidade de degradação da matriz dentinária do canal radicular, causada pelas substâncias irrigadoras, um dente submetido ao tratamento endodôntico pode ficar enfraquecido e mais propenso à fratura (Mai *et al.* 2010). De acordo com os resultados do presente estudo e da literatura avaliada, pode-se inferir que quanto maior o tempo de contato e volume das soluções de EDTA e de NaOCl empregadas durante a irrigação final, maior é a deterioração causada na estrutura dentinária (Schmidt *et al.* 2015; Kato *et al.* 2016; Dos Santos *et al.* 2020). Além disso, quando a PUI é utilizada em ambas soluções, maiores são as chances de ocorrer a erosão (Schmidt *et al.* 2015; Wagner *et al.* 2017). Tendo em vista essa importante relação, este estudo ainda vai ser complementado com uma avaliação em microscopia eletrônica de varredura (MEV) dos espécimes, para comparação dos grupos em relação a erosão dentinária seguindo a metodologia de Dos Santos *et al.* (2020).

O teste de *push-out* é um teste mecânico bastante empregado para avaliar a resistência de união (RU) ao cisalhamento por extrusão de materiais obturadores à dentina do canal radicular (Rocha *et al.* 2012, Vilanova *et al.* 2012). Neste teste, uma carga é aplicada longitudinalmente e perpendicularmente ao longo eixo do dente até que o material presente no canal seja deslocado (Pane *et al.* 2013), o que permite que a força de união seja calculada de acordo com a área de adesão em questão.

Os resultados obtidos através do teste de *push-out* mostraram que o grupo G2 obteve maiores valores de RU no terço médio e apical, ambos com diferença estatística com os demais grupos. Como observado em estudos anteriores, o protocolo de irrigação utilizado neste grupo remove de maneira efetiva a *smear layer* (Schmidt *et al.* 2015; Orłowski *et al.* 2020). Já é estabelecido que a remoção dessa camada tem impacto positivo na penetração dos cimentos obturadores no interior dos túbulos dentinários (Moon *et al.* 2012; Tuncer & Tuncer 2012; Leal *et al.* 2015). A melhor limpeza aumenta as áreas de dentina exposta e túbulos dentinários limpos e patententes, o que propicia mais ligações covalentes entre o cimento obturador e os grupamentos amino da matriz colágena da dentina (Lee *et al.* 2002) e resulta, conseqüentemente, em maior força de união.

Por outro lado, a exposição prolongada da dentina ao NaOCl pode afetar negativamente a RU do material obturador à dentina radicular, pela desorganização e remoção irreversível das proteínas dessa estrutura (Neelakantan *et al.* 2011).

Em relação ao grupo G3, mesmo que tenha sido realizada irrigação intermediária com H₂O, há ainda a possibilidade de que a interação entre NaOCl e CHX tenha resultado na formação de precipitados que ficam depositados na superfície da dentina radicular, obstruindo os túbulos dentinários (Magro *et al.* 2013). Isso pode interferir negativamente a capacidade de selamento do material obturador (Akisue *et al.* 2010; Homayouni *et al.* 2014), mesmo que a *smear layer* tenha sido previamente removida. Além disso, Leal *et al.* (2015) relataram que os menores valores de RU foram observados nos grupos em que foi utilizada a CHX gel durante o preparo, seguido ou não de EDTA. Os autores comentaram que isso provavelmente ocorreu devido a CHX não apresentar potencial de dissolução de tecido orgânico.

Sobre o método de ativação das soluções, Topçuoğlu *et al.* (2014) avaliaram diferentes formas de ativação: PUI, ativação dinâmica manual, CanalBrush e IC; utilizadas por 1 minuto nas soluções de NaOCl a 3%, seguido de EDTA a 17%. O grupo PUI mostrou os maiores valores de RU no terço cervical e médio. O efeito de abrir os túbulos dentinários melhora a interação do cimento com a dentina radicular, aumentando os valores de RU ao teste de *push-out* (Moon *et al.* 2012). Resultados semelhantes também foram obtidos por Ackay *et al.* (2015), que compararam a IC, PUI, ativação sônica e o laser *photon-initiated photoacoustic streaming* (PIPS), os quais foram empregados durante 30 segundos para o EDTA a 17% e NaOCl a 2,5%. Os métodos de ativação foram superiores à IC, o que se aproxima muito dos resultados obtidos no presente estudo, uma vez que o protocolo aplicado foi muito parecido. Os autores concluíram que a ativação da solução irrigadora tem um impacto positivo na RU do cimento à dentina radicular, uma vez que proporciona melhor abertura dos túbulos dentinários, permitindo uma adequada penetração do material obturador.

Quando observados os terços separadamente, em todos os grupos experimentais, o terço apical apresentou os maiores valores de RU. Por ser o terço radicular no qual o cone principal se adapta melhor às paredes do canal, acaba por gerar uma retenção mecânica do mesmo. Isso garante que a área fique preenchida prioritariamente por guta-percha, com uma fina camada de cimento, o que aumenta a RU nessa região (Pereira *et al.* 2017).

A análise dos tipos de falhas mostrou maior incidência de falhas coesivas nos grupos GC, G1 e G2. O cimento endodôntico utilizado no presente estudo apresenta alta RU à dentina e expressiva penetração nos túbulos dentinários, que o leva a apresentar padrões de falhas coesivas (Balguerie *et al.* 2011; Ertas & Sagsen 2015). Diferentemente, o grupo G3 apresentou

a maior porcentagem de falhas mistas, ainda que utilizado o mesmo cimento obturador. Tal fato pode ter ocorrido devido a presença da CHX como irrigante final. Ainda que residual, a formação e deposição do precipitado na superfície radicular, decorrente da interação entre o NaOCl e a CHX pode ter impedido a correta interação entre o cimento obturador e a dentina radicular (Homayouni *et al.* 2014).

Para que seja possível recomendar um protocolo de irrigação final definitivo, que promova uma superfície dentinária livre de *smear layer*, mas sem danificá-la estruturalmente, ainda é necessário a avaliação visual do aspecto da dentina radicular após a ação de cada protocolo, por meio de MEV. Porém, nesse contexto, o protocolo utilizado em G2 foi o mais promissor, pois não demonstrou alteração da resistência à flexão da dentina e melhorou a resistência de união do material obturador à dentina radicular. Mesmo assim, no que diz respeito a resistência do dente à fratura frente aos esforços mastigatórios, ainda são necessários mais estudos para correlacionar o protocolo de irrigação final com tal condição.

Conclusão

Dentro das limitações deste estudo, é possível concluir que os diferentes protocolos de irrigação final avaliados alteraram a microdureza da dentina, mas não influenciaram a resistência à flexão da dentina radicular. O protocolo de EDTA + PUI (30s) com NaOCl + PUI (30s) interferiu positivamente, mostrando maior resistência de união do material obturador à dentina.

Agradecimento

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro para realização desta pesquisa; ao apoio do Laboratório Central de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal de Santa Catarina (LCME/UFSC) e do Laboratório de Pesquisa de Materiais Odontológicos na Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC).

Conflito de Interesses

Os autores afirmam não haver conflito de interesses.

Referências

Ahmad, M., Ford, T. P., Crum, L. A., & Walton, A. J. (1988). Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance. *Journal of Endodontics*, **14**, 486-493.

- Akçay, M., Arslan, H., Mese, M., & Sahin, N. N. (2015). The effect of photon-initiated photoacoustic streaming, ultrasonically and sonically irrigation techniques on the push-out bond strength of a resin sealer to the root dentin. *Clinical Oral Investigations*, **19**, 1055-1061.
- Aranda-Garcia, A. J., Kuga, M. C., Vitorino, K. R., Chávez-Andrade, G. M., Duarte, M. A., Bonetti-Filho, I., Faria, G., & Só, M. V. (2013). Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer. *Microscopy Research and Technique*, **76**, 533–537.
- Arends, J., & Ten Bosch, J. J. (1992). Demineralization and remineralization evaluation techniques. *Journal of Dental Research*, **71**, 924-928.
- Aslantas, E. E., Buzoglu, H. D., Altundasar, E., & Serper, A. (2014). Effect of EDTA, sodium hypochlorite, and chlorhexidine gluconate with or without surface modifiers on dentin microhardness. *Journal of Endodontics*, **40**, 876-879.
- Akisue, E., Tomita, V. S., Gavini, G., & de Figueiredo, J. A. P. (2010). Effect of the combination of sodium hypochlorite and chlorhexidine on dentinal permeability and scanning electron microscopy precipitate observation. *Journal of Endodontics*, **36**, 847-850.
- Balguerie, E., van der Sluis, L., Vallaey, K., Gurgel-Georgelin, M., & Diemer, F. (2011). Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, **37**, 1576-1579.
- Basrani, B., & Haapasalo, M. (2012). Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic Topics*, **27**, 74-102.
- Bukhary, S., & Balto, H. (2017). Antibacterial Efficacy of Octenisept, Alexidine, Chlorhexidine, and Sodium Hypochlorite against *Enterococcus faecalis* Biofilms. *Journal of Endodontics*, **43**, 643–647.
- De Castro, F. P. L., Pinheiro, S. L., Duarte, M. A. H., Duque, J. A., Fernandes, S. L., Anchieta, R. B., & da Silveira Bueno, C. E. (2016). Effect of time and ultrasonic activation on ethylenediaminetetraacetic acid on smear layer removal of the root canal. *Microscopy Research and Technique*, **79**, 1062-1068.
- Chan, R., Versiani, M. A., Friedman, S., Malkhassian, G., Sousa-Neto, M. D., Leoni, G. B., Silva-Sousa, Y., & Basrani, B. (2019). Efficacy of 3 Supplementary Irrigation Protocols in the

Removal of Hard Tissue Debris from the Mesial Root Canal System of Mandibular Molars. *Journal of Endodontics*, **45**, 923–929.

Chuenarrom, C., Benjakul, P., & Daosodsai, P. (2009). Effect of indentation load and time on knoop and vickers microhardness tests for enamel and dentin. *Materials Research*, **12**, 473-476.

Cobankara, F. K., Erdogan, H., & Hamurcu, M. (2011). Effects of chelating agents on the mineral content of root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, **112**, e149-e154.

Cruz-Filho, A. M., Sousa-Neto, M. D., Savioli, R. N., Silva, R. G., Vansan, L. P., & Pécora, J. D. (2011). Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin. *Journal of Endodontics*, **37**, 358-362.

Dal Bello, Y., Farina, A. P., Souza, M. A., & Cecchin, D. (2020). Glycolic acid: Characterization of a new final irrigant and effects on flexural strength and structural integrity of dentin. *Materials Science and Engineering: C*, **106**, 110283.

Dos Santos, M. C., da Silveira Teixeira, C., Garcia, L. D. F. R., Henriques, B., Tay, F. R., & Bortoluzzi, E. A. (2020). Heated distilled water with or without continuous ultrasonic irrigation improves final irrigation efficacy and reduces dentine erosion. *Journal of Dentistry*, **103**, 103507.

Duque, J. A., Duarte, M. A. H., Canali, L. C. F., Zancan, R. F., Vivan, R. R., Bernardes, R. A., & Bramante, C. M. (2017). Comparative effectiveness of new mechanical irrigant agitating devices for debris removal from the canal and isthmus of mesial roots of mandibular molars. *Journal of Endodontics*, **43**, 326-331.

Dutner, J., Mines, P., & Anderson, A. (2012). Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. *Journal of Endodontics*, **38**, 37–40.

Ertas, H., & Sagsen, B. (2015). Comparison of the effect of MTAD and conventional irrigation agents on apical leakage and push-out bond strength of root canal filling. *Scanning*, **37**, 393-398.

Fuentes, V., Toledano, M., Osorio, R., & Carvalho, R. M. (2003). Microhardness of superficial and deep sound human dentin. *Journal of Biomedical Materials Research Part A: An Official Journal of the Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials*,

and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials, **66**, 850-853.

Garcia, A. J., Kuga, M. C., Palma-Dibb, R. G., Só, M. V., Matsumoto, M. A., Faria, G., & Keine, K. C. (2013). Effect of sodium hypochlorite under several formulations on root canal dentin microhardness. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, **4**, 229-232.

Gergova, R. T., Gueorgieva, T., Dencheva-Garova, M. S., Krasteva-Panova, A. Z., Kalchinov, V., Mitov, I., & Kamenoff, J. (2016). Antimicrobial activity of different disinfection methods against biofilms in root canals. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, **7**, 254-262.

Grande, N. M., Plotino, G., Lavorgna, L., Ioppolo, P., Bedini, R., Pameijer, C. H., & Somma, F. (2007). Influence of different root canal-filling materials on the mechanical properties of root canal dentin. *Journal of Endodontics*, **33**, 859-863.

Hand, R. E., Smith, M. L., & Harrison, J. W. (1978). Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *Journal of endodontics*, **4**, 60-64.

Homayouni, H., Majd, N. M., Zohrehei, H., Mosavari, B., Adel, M., Dajmar, R., & Homayouni, A. (2014). The effect of root canal irrigation with combination of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate on the sealing ability of obturation materials. *The open Dentistry Journal*, **8**, 184.

Justo, A. M., da Rosa, R. A., Santini, M. F., Ferreira, M. B. C., Pereira, J. R., Duarte, M. A. H., & Só, M. V. R. (2014). Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. *Journal of Endodontics*, **40**, 2009-2014.

Kafantari, N., Gulabivala, K., Georgiou, G., Knowles, J., & Ng, Y. L. (2019). Effect of heated sodium hypochlorite on the viscoelastic properties of dentin evaluated using dynamic mechanical analysis. *Journal of Endodontics*, **45**, 1155-1160.

Karade, P., Chopade, R., Patil, S., Hoshing, U., Rao, M., Rane, N., Chopade, A., & Kulkarni, A. (2017). Efficiency of Different Endodontic Irrigation and Activation Systems in Removal of the Smear Layer: A Scanning Electron Microscopy Study. *Iranian Endodontic Journal*, **12**, 414-418.

Kato, A. S., Cunha, R. S., da Silveira Bueno, C. E., Pelegrine, R. A., Fontana, C. E., & de Martin, A. S. (2016). Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus

irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, **42**, 659-663.

Kruzic, J. J., & Ritchie, R. O. (2008). Fatigue of mineralized tissues: cortical bone and dentin. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, **1**, 3-17.

Kuruvilla, J. R., & Kamath, M. P. (1998). Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. *Journal of Endodontics*, **24**, 472-476.

Leal, F., Simão, R. A., Fidel, S. R., Fidel, R. A. S., & do Prado, M. (2015). Effect of final irrigation protocols on push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer to dentin. *Australian Endodontic Journal*, **41**, 135-139.

Lee, K. W., Williams, M. C., Camps, J. J., & Pashley, D. H. (2002). Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *Journal of Endodontics*, **28**, 684-688.

Magro, M. G., Kuga, M. C., Aranda-Garcia, A. J., Victorino, K. R., Chávez-Andrade, G. M., Faria, G., Keine, K. C., & Só, M. V. (2015). Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer. *International Endodontic Journal*, **48**, 478-483.

Mai, S., Kim, Y. K., Arola, D. D., Gu, L. S., Kim, J. R., Pashley, D. H., & Tay, F. R. (2010). Differential aggressiveness of ethylenediamine tetraacetic acid in causing canal wall erosion in the presence of sodium hypochlorite. *Journal of Dentistry*, **38**, 201-206.

Marcelino, A. P. M., Bruniera, J. F., Rached-Junior, F. A., Silva, S. R. C. D., & Messias, D. C. (2014). Impact of chemical agents for surface treatments on microhardness and flexural strength of root dentin. *Brazilian Oral Research*, **28**, 1-6.

Massoud, S. F., Moussa, S. M., Hanafy, S. A., & El Backly, R. M. (2017). Evaluation of the microhardness of root canal dentin after different irrigation protocols (in vitro study). *Alexandria Dental Journal*, **42**, 73-79.

Moon, Y. M., Kim, H. C., Bae, K. S., Baek, S. H., Shon, W. J., & Lee, W. (2012). Effect of laser-activated irrigation of 1320-nanometer Nd: YAG laser on sealer penetration in curved root canals. *Journal of Endodontics*, **38**, 531-535.

- Naenni, N., Thoma, K., & Zehnder, M. (2004). Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. *Journal of Endodontics*, **30**, 785-787.
- Neelakantan, P., Subbarao, C., Subbarao, C. V., De-Deus, G., & Zehnder, M. (2011). The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. *International Endodontic Journal*, **44**, 491-498.
- Niazi, S. A., Clark, D., Do, T., Gilbert, S. C., Foschi, F., Mannocci, F., & Beighton, D. (2014). The effectiveness of enzymic irrigation in removing a nutrient-stressed endodontic multispecies biofilm. *International Endodontic Journal*, **47**, 756-768.
- Orlowski, N. B., Schimdt, T. F., da Silveira Teixeira, C., Garcia, L. D. F. R., Savaris, J. M., Tay, F. R., & Bortoluzzi, E. A. (2020). Smear Layer Removal Using Passive Ultrasonic Irrigation and Different Concentrations of Sodium Hypochlorite. *Journal of Endodontics*, **46**, 1738-1744.
- Pane, E. S., Palamara, J. E., & Messer, H. H. (2013). Critical evaluation of the push-out test for root canal filling materials. *Journal of Endodontics*, **39**, 669-673.
- Pedersen, N. D., Uzunoglu-Özyürek, E., & Dogan Buzoglu, H. (2020). Influence of different irrigation protocols on microhardness and flexural strength values of young and aged crown dentin. *Gerodontology*, **37**, 53-58.
- Pereira, R. D., Brito-Júnior, M., Leoni, G. B., Estrela, C., & de Sousa-Neto, M. D. (2017). Evaluation of bond strength in single-cone fillings of canals with different cross-sections. *International Endodontic Journal*, **50**, 177-183.
- Qian, W., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2011). Quantitative analysis of the effect of irrigant solution sequences on dentin erosion. *Journal of Endodontics*, **37**, 1437-1441.
- Quteifan, M. Q., Madarati, A. A., Layous, K., & Al Tayyan, M. (2019). A Comparative ex-vivo Study of Effects of Different Irrigation Protocols with/without Laser Activation on the Root Dentine's Micro-Hardness. *European Endodontic Journal*, **4**, 127-132.
- Rathakrishnan, M., Sukumaran, V. G., & Subbiya, A. (2016). To Evaluate the Efficacy of an Innovative Irrigant on Smear Layer Removal - SEM Analysis. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, **10**, ZC104-ZC106.
- Ramírez-Bommer, C., Gulabivala, K., Ng, Y. L., & Young, A. (2018). Estimated depth of apatite and collagen degradation in human dentine by sequential exposure to sodium

hypochlorite and EDTA: a quantitative FTIR study. *International Endodontic Journal*, **51**, 469-478.

Rocha, A. W., de Andrade, C. D., Leitune, V. C., Collares, F. M., Samuel, S. M., Grecca, F. S., de Figueiredo, J. A., & dos Santos, R. B. (2012). Influence of endodontic irrigants on resin sealer bond strength to radicular dentin. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, **53**, 1–7.

Sayin, T. C., Serper, A., Cehreli, Z. C., & Kalayci, S. (2007). Calcium loss from root canal dentin following EDTA, EGTA, EDTAC, and tetracycline-HCl treatment with or without subsequent NaOCl irrigation. *Journal of Endodontics*, **33**, 581-584.

Schmidt, T. F., Teixeira, C. S., Felipe, M. C., Felipe, W. T., Pashley, D. H., & Bortoluzzi, E. A. (2015). Effect of ultrasonic activation of irrigants on smear layer removal. *Journal of Endodontics*, **41**, 1359-1363.

Simezo, A. P., da Silveira Bueno, C. E., Cunha, R. S., Pelegrine, R. A., Rocha, D. G. P., de Martin, A. S., & Kato, A. S. (2017). Comparative analysis of dentinal erosion after passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron study. *Journal of Endodontics*, **43**, 141-146.

Soares, C. J., Santana, F. R., Castro, C. G., Santos-Filho, P. C., Soares, P. V., Qian, F., & Armstrong, S. R. (2008). Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. *Dental Materials*, **24**, 1405-1411.

Souza, M., Cecchin, D., Farina, A. P., Leite, C. E., Cruz, F. F., Pereira, C., Ferraz, C. C., & Figueiredo, J. A. (2012). Evaluation of chlorhexidine substantivity on human dentin: a chemical analysis. *Journal of endodontics*, **38**, 1249–1252.

Teixeira, C. S., Felipe, M. C. S., & Felipe, W. T. (2005). The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *International Endodontic Journal*, **38**, 285-290.

Topçuoğlu, H. S., Tuncay, Ö., Demirbuga, S., Dinçer, A. N., & Arslan, H. (2014). The effect of different final irrigant activation techniques on the bond strength of an epoxy resin–based endodontic sealer: a preliminary study. *Journal of Endodontics*, **40**, 862-866.

- Tuncer, A. K., & Tuncer, S. (2012). Effect of different final irrigation solutions on dentinal tubule penetration depth and percentage of root canal sealer. *Journal of Endodontics*, **38**, 860-863.
- Vilanova, W. V., Carvalho-Junior, J. R., Alfredo, E., Sousa-Neto, M. D., & Silva-Sousa, Y. T. C. (2012). Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *International Endodontic Journal*, **45**, 42-48.
- Violich, D. R., & Chandler, N. P. (2010). The smear layer in endodontics—a review. *International Endodontic Journal*, **43**, 2-15.
- Wagner, M. H., Da Rosa, R. A., de Figueiredo, J. A. P., Duarte, M. A. H., Pereira, J. R., & S6, M. V. R. (2017). Final irrigation protocols may affect intraradicular dentin ultrastructure. *Clinical Oral Investigations*, **21**, 2173-2182.
- Wang, X., Bank, R. A., TeKoppele, J. M., & Agrawal, C. M. (2001). The role of collagen in determining bone mechanical properties. *Journal of Orthopaedic Research*, **19**, 1021-1026.
- Zehnder M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, **32**, 389–398.
- Zhang, K., Kim, Y. K., Cadenaro, M., Bryan, T. E., Sidow, S. J., Loushine, R. J., Ling, J. Q., Pashley, D. H., & Tay, F. R. (2010). Effects of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite/ethylenediaminetetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin. *Journal of Endodontics*, **36**, 105–109.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, M. et al. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance. **Journal of Endodontics**, v. 14, n. 10, p. 486-493, 1988.
- AL-ALI, M.; SATHORN, C.; PARASHOS, P. Root canal debridement efficacy of different final irrigation protocols. **International Endodontic Journal**, v. 45, n. 10, p. 898–906, 2012.
- AL-ASHOU, W. M. O. The effects of two root canal irrigants and different instruments on dentin microhardness (in vitro study). **Al-Rafidain Dental Journal**, v. 11, n. 17, p. 63-70, 2011.
- AKBULUT, M. B.; GUNESER, M. B.; ELDENIZ, A. U. Effects of fruit vinegars on root dentin microhardness and roughness. **Journal of Conservative Dentistry: JCD**, v. 22, n. 1, p. 97, 2019.
- ARANDA-GARCIA A.J; KUGA M.C; CHAVEZ-ANDRADE G.M. Effect of final irrigation protocols on microhardness and erosion of root canal dentin. **Microscopic Research and Technique**, v. 76, n. 10, p. 1079-1983, 2013.
- ARENDS, J.; TEN BOSCH, J. J. Demineralization and remineralization evaluation techniques. **Journal of Dental Research**, v. 71, n. 3, p. 924-928, 1992.
- ARSLAN, D. et al. Pulp tissue dissolution capacity of QMix 2in1 irrigation solution. **European Journal of Dentistry**, v. 9, n. 3, p. 423, 2015.
- BALDASSO, F. E. R. et al. Evaluation of the effect of four final irrigation protocols on root canal dentin components by polarized light microscopy and scanning electron microscopy. **Microscopy Research and Technique**, p. 1-7, 2017.
- BALGUERIE, E. et al. Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: a scanning electron microscopic study. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 11, p. 1576-1579, 2011.
- BASRANI, B. R.; HAAPASALO, M. Update on endodontic irrigant solutions. **Endodontic Topics**, v. 27, p. 74-102, 2013.

BEUS, C. et al. Comparison of the effect of two endodontic irrigation protocols on the elimination of bacteria from root canal system: A prospective, randomized clinical trial. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 11, p. 1479–1483, 2012.

BLANK-GONÇALVES, L. M. et al. Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 9, p. 1268-1271, 2011.

BÖTTCHER, D. E. et al. Evaluation of the effect of *Enterococcus faecalis* biofilm on the 2% chlorhexidine substantivity: an in vitro study. **Journal of Endodontics**, v. 41, n. 8, p. 1364-1370, 2015.

BOTTON, G. et al. Toxicity of irrigating solutions and pharmacological associations used in pulpectomy of primary teeth. **International Endodontic Journal**, v. 49, n. 8, p. 746–754, 2016.

BOUSIOUKIS, C.; LAMBRIANIDIS, T.; KASTRINAKIS, E. Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: A Computational Fluid Dynamics study. **International Endodontic Journal**, v, 42, n. 2, p. 144-155, 2009.

BUKHARY, S.; BALTO, H. Antibacterial efficacy of octenisept, alexidine, chlorhexidine, and sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* biofilms. **Journal of endodontics**, v. 43, n. 4, p. 643-647, 2017.

CASTELO-BAZ, P. et al. In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in simulated lateral canals of extracted teeth. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 5, p. 688–691, 2012.

CASTRO, F. P. L. et al. Effect of time and ultrasonic activation on ethylenediaminetetraacetic acid on smear layer removal of the root canal. **Microscopy Technique and Research**, p. 1-7, 2016.

CHAN, R. et al. Efficacy of 3 supplementary irrigation protocols in the removal of hard tissue debris from the mesial root canal system of mandibular molars. **Journal of endodontics**, v. 45, n. 7, p. 923-929, 2019.

COBANKARA, F. K.; ERDOGAN, H.; HAMURCU, M. Effects of chelating agents on the mineral content of root canal dentin. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontic**, v. 112, n. 6, p. 149-154, 2011.

COHENCA, N. Disinfection of Root Canal Systems: The Treatment of Apical Periodontitis. Ed. 1. Editora Willey Blackwell, 2014.

CRUZ-FILHO, A. M. et al. Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 3, p. 358-362, 2011.

DARCEY, J. et al. Modern Endodontic Principles Part 3: Preparation. **Dent Update**. v. 42, n. 9, p. 810-822, 2015.

DE ASSIS, D. F.; PRADO, M. DO; SIMÃO, R. A. Evaluation of the interaction between endodontic sealers and dentin treated with different irrigant solutions. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 11, p. 1550–1552, 2011.

DE GREGORIO, C. et al. Effect of EDTA, sonic and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an *in vitro* study. **Journal of Endodontics**, v. 35, p. 891-895, 2009.

DOĞAN, H.; ÇALT, S. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 9, p. 578-580, 2001.

DONNERMEYER, D. et al. Influence of the final irrigation solution on the push-out bond strength of calcium silicate-based, epoxy resin-based and silicone-based endodontic sealers. **Odontology**, v. 107, n. 2, p. 231-236, 2019.

DOS SANTOS, M. C. et al. Heated distilled water with or without continuous ultrasonic irrigation improves final irrigation efficacy and reduces dentine erosion. **Journal of Dentistry**, (2020).

DUQUE, J. A. et al. Comparative effectiveness of new mechanical irrigant agitating devices for debris removal from the canal and isthmus of mesial roots of mandibular molars. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 2, p. 326-331, 2017.

DUTNER, J.; MINES, P.; ANDERSON, A. Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 1, p. 37-40, 2012.

ESTRELA, C. et al. Mechanism of action of sodium hypochlorite. **Brazilian Dental Journal**, v. 13, p. 113-117, 2002.

FERRAZ, C. C. R. et al. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 7, p. 452-455, 2001.

FUENTES, V. et al. Microhardness of superficial and deep sound human dentin. **Journal of Biomedical Materials Research Part A: An Official Journal of the Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials**, v. 66, n. 4, p. 850-853, 2003.

GHISI, A. C. et al. Effect of superoxidized water and sodium hypochlorite, associated or not with EDTA, on organic and inorganic components of bovine root dentin. **Journal of Endodontics**, v.41, n.6, p.925-930, 2015.

GOMES, B. P. F. A. et al. Chlorhexidine in endodontics. **Brazilian Dental Journal**, v. 24, n. 2, p. 89-102, 2013.

GU, L. et al. Review of contemporary irrigant agitation, agitation techniques and devices. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 6, p. 791-804, 2009.

HAAPASALO, M. et al. Irrigation in endodontics. **Dental Clinics**, v. 54, n. 2, p. 291-312, 2010.

HAAPASALO, M. et al. Irrigation in endodontics. **British Dental Journal**, v. 216, n. 6, p. 299–303, 2014.

HAND, R. E.; SMITH, M. L.; HARRISON, J. W. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. **Journal of Endodontics**, v. 4, n. 2, p. 60-64, 1978.

HÜLSMANN, M.; HECKENDORFF, M.; LENNON, A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. **International Endodontic Journal**, v. 36, n. 12, p. 810-830, 2003.

JIANG, L. M. et al. An Evaluation of the Effect of Pulsed Ultrasound on the Cleaning Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 11, p. 1887–1891, 2010.

JIANG, L. M. et al. Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 6, p. 838-841, 2012.

JUSTO, A. M. et al. Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 12, p. 2009-2014, 2014.

KARADE, P. et al. Efficiency of different endodontic irrigation and activation systems in removal of the smear layer: a scanning electron microscopy study. **Iranian Endodontic Journal**, v. 12, n. 4, p. 414-418, 2017.

KATO, A. S. et al. Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron microscopic study. **Journal of Endodontics**, v. 42, p. 659-663, 2016.

LEAL, F. et al. Effect of final irrigation protocols on push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer to dentin. **Australian Endodontic Journal**, v. 41, n. 3, p. 135-139, 2015.

LIMA, G. A. C. et al. Comparison of smear layer removal using the Nd:YAG laser, ultrasound, ProTaper Universal system, and CanalBrush methods: an in vitro study. **Journal of Endodontics**, v. 41, n. 3, p. 400-404, 2015.

MAI, S. et al. Differential aggressiveness of ethylenediamine tetraacetic acid in causing canal wall erosion in the presence of sodium hypochlorite. **Journal of Dentistry**, v.38, n.3, p.201-206, 2010.

MARENDING, M. et al. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine-mechanical, chemical and structural evaluation. **International Endodontic Journal**, v. 40, p. 786-793, 2007.

MASSOUD, S. F. et al. Evaluation of the microhardness of root canal dentin after different irrigation protocols (in vitro study). **Alexandria Dental Journal**, v. 42, n. 1, p. 73-79, 2017.

MCCOMB, D.; SMITH, D.C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. **Journal of Endodontics**, v. 1, n. 7, p. 238-242, 1975.

MİÇOOĞULLARI KURT, S.; ÇALIŞKAN, M. K. Efficacy of chlorhexidine as a final irrigant in one-visit root canal treatment: a prospective comparative study. **International Endodontic Journal**, v. 51, n. 10, p. 1069-1076, 2018.

MOZO, S. et al. Effectiveness of passive ultrasonic irrigation in improving elimination of smear layer and opening dentinal tubules. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 6, n. 1, p. e47, 2014.

MUNOZ, H. R.; CAMACHO-CUANDRA, K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. **Journal of Endodontics**, v. 38, p. 445-448, 2012.

NAENNI, N.; THOMA, K.; ZEHNDER, M. Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. **Journal of Endodontics**, v. 30, n. 11, p. 785–787, 2004.

NEELAKANTAN, P. et al. The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 6, p. 491-498, 2011.

NEELAKANTAN, P.; DEVARAJ, S.; JAGANNATHAN, N. Histologic assessment of debridement of the root canal isthmus of mandibular molars by irrigant activation techniques *ex vivo*. **Journal of Endodontics**, v. 42, n. 8, p. 1268-1272, 2016.

NIAZI, S. A. et al. The effectiveness of enzymic irrigation in removing a nutrient-stressed endodontic multispecies biofilm. **International Endodontic Journal**, v. 47, n. 8, p. 756-768, 2014.

NIU, W. et al. scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. **International Endodontic Journal**, v. 35, n. 11, p. 934-939, 2002.

OHARA, P. et al. Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. **Endodontic Dental Traumatology**, v. 9, n. 3, p. 95-100, 1993.

ORLOWSKI, N. B. et al. Smear Layer Removal Using Passive Ultrasonic Irrigation and Different Concentrations of Sodium Hypochlorite. **Journal of Endodontics**, v. 46, n. 11, p. 1738 – 1744, 2020.

PRADO, M. et al. Interactions between irrigants commonly used in endodontic practice: A chemical analysis. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 4, p. 505–510, 2013.

QIAN, W.; SHEN, Y.; HAAPASALO, M. Quantitative analysis of the effect of irrigant solution sequences on dentin erosion. **Journal of Endodontics**, v. 37, p. 1437-1441, 2011.

QUTEIFAN, Morgana Quteifani et al. A Comparative ex-vivo Study of Effects of Different Irrigation Protocols with/without Laser Activation on the Root Dentine's Micro-Hardness. **European Endodontic Journal**, v. 4, n. 3, p. 127-132, 2019.

RAJASINGHAM, R. et al. The effect of sodium hypochlorite and ethylenediaminetetraacetic acid irrigation, individually and in alternation, on tooth surface strain. **International Endodontic Journal**, v. 43, p. 31-40, 2010.

RATHAKRISHNAN, M.; SUKUMARAN, V. G.; SUBBIYA, A. To Evaluate the efficacy of an innovative irrigant on smear layer removal – Sem Analysis. **Journal of Clinical and Diagnostic Reserach**, v. 10, n. 4, p. ZC104-ZC206, 2016.

ROSENTHAL, S.; SPÅNGBERG, L.; SAFAVI, K. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v. 98, n. 4, p. 488–492, 2004.

RÖDIG, T. et al. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 12, p. 1983-1987, 2010.

SAGHIRI, M. A. et al. A study of the relation between erosion and microhardness of root canal dentin. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 108, n. 6, p. e29-e34, 2009.

SALEH, A. A.; ETTMAN, W. M. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. **Journal of Dentistry**, v. 27, n. 1, p. 43-46, 1999.

SCHMIDT, T. F. et al. Effect of ultrasonic activation of irrigants on smear layer removal. **Journal of Endodontics**, v. 41, n. 8, p. 1359-1363, 2015.

SEN, B. H.; WESSELINK, P. R.; TURKUN, M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. **International Endodontic Journal**, v. 28, n. 3, p. 141-148, 1995.

SHAHRAVAN, A. et al. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Endodontics**, p. 33, n. 2, p. 96-105, 2007.

SHARIFIAN, Mohammad R. et al. Effect of chlorhexidine on coronal microleakage from root canals obturated with Resilon/Epiphany Self-Etch. **Journal of Oral Science**, v. 52, n. 1, p. 83-87, 2010.

SIMEZO, A. P. et al. Comparative analysis of dentinal erosion after passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron study. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 1, p. 141-146, 2017.

SJÖGREN, U. et al. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. **International Endodontic Journal**, v. 30, n. 5, p. 297-306, 1997.

TARTARI, T. et al. Analysis of the effects of several decalcifying agents alone and in combination with sodium hypochlorite on the chemical composition of dentine. **International Endodontic Journal**, v. 51, p. 42-54, 2018.

TAY, F. R. et al. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 4, p. 745-750, 2010.

TEIXEIRA, C. S.; FELIPPE, M. C. S; FELIPPE, W. T. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. **International Endodontic Journal**, v. 38, n. 5, p. 285-290, 2005.

TORABINEJAD M. et al. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology**, v. 94, n. 6, p. 658-669, 2002.

UZUNOGLU, E. et al. Effect of ethylenediaminetetraacetic acid on root fracture with respect to concentration at different time exposures. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 8, p. 110-1013, 2012.

VILANOVA, W. V. et al. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. **International Endodontic Journal**, v. 45, n. 1, p. 42-48, 2012.

VIOLICH, D. R.; CHANDLER, N. P. The smear layer in endodontics - A review. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 1, p. 2–15, 2010.

WACHLAROWICZ, A. J. et al. Effect of endodontic irrigants on the shear bond strength of epiphany sealer to dentin. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 2, p. 152-155, 2007.

WAGNER, M. H. et al. Final irrigation protocols may affect intraradicular dentin ultrastructure. **Clinical Oral Investigations**, v. 21, n. 7, p. 2173-2182, 2017.

WELLER, R. N.; BRADY, J. M.; BERNIER, W. E. Efficacy of ultrasonic cleaning. **Journal of Endodontics**, v. 6, n. 9, p. 740-743, 1980.

YAN, W. et al. Contribution of root canal treatment on the fracture resistance of dentin. **Journal of Endodontics**, v. 45, n. 2, p. 189-193, 2019.

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

ZHANG, K. et al. Effects of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite/ethylenediaminetetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin. **Journal of Endodontics**, v. 36 n. 1, p. 105-109, 2010.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado (a) por mim Eduardo Antunes Bortoluzzi (Professor Doutor adjunto à Universidade Federal de Santa Catarina) a participar de um macroprojeto intitulado “**Macroprojeto: Uso de soluções irrigadoras em Endodontia**” que tem como **objetivo** estudar e pesquisar a utilização das soluções irrigadoras em Endodontia, focando em testar técnicas que visam melhorar o processo da irrigação do sistema de canais radiculares, uma importante etapa do tratamento endodôntico.

Para isso, precisamos usar dentes extraídos a fim de testar novas técnicas e protocolos de irrigação, suas vantagens e consequências. Você está realizando a extração do seu dente por motivos de seu interesse, que não se relaciona com nossa pesquisa, como por exemplo poder realizar tratamento ortodôntico (corrigir dentes tortos), ou por não haver mais meios de recuperar o dente. Então, pedimos gentilmente, que após a extração faça a doação do seu dente e nos ajude a realizar a pesquisa. Você não terá prejuízo nenhum com isso, pois, como já citado, o seu dente está sendo extraído por motivos de seu interesse, e seria descartado ou armazenado por você após extração.

Poderá haver desconforto e sensibilidade no local devido à cirurgia pois são consequências possíveis no pós-operatório cirúrgico. Não há **riscos** diretos relacionados ao estudo, apenas esses inerentes aos procedimentos de extração que não serão realizados pelos executores da pesquisa. Acrescentamos que, apesar dos esforços e das providências necessárias tomadas pelos pesquisadores, sempre existe a remota possibilidade de quebra de sigilo, ainda que involuntária e não intencional.

Não há nenhum tipo de risco, ou dano pessoal, em doar o seu dente para a pesquisa. Além disso, apesar de não haver nenhum benefício direto a curto prazo ao participante, você terá como **benefício** o fato de poder contribuir com seu dente para a melhora do tratamento de canal. Da mesma maneira que pedimos a doação do seu dente, garantimos que se você não quiser doá-lo, isso não lhe trará nenhum tipo de prejuízo, e que poderá resgatar o seu dente a qualquer momento da realização de nossa pesquisa. Se você estiver de acordo em fazer a doação, o dente extraído será utilizado somente neste trabalho, não servindo para nenhum outro propósito. De qualquer forma, sinta-se absolutamente à vontade em deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem ter que apresentar qualquer justificativa.

Será garantido o **sigilo**, o respeito e a privacidade dos participantes. Caso alguma despesa extraordinária associada à pesquisa venha a ocorrer, você será **ressarcido** nos termos da lei. Caso você tenha algum prejuízo material ou imaterial em decorrência da pesquisa poderá solicitar **indenização**, de acordo com a legislação vigente e amplamente consubstanciada. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas, e mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição ou qualquer informação relacionada a sua privacidade.

Essa pesquisa está sendo realizada com a aprovação e consentimento do Comitê de Ética em Seres Humanos (CEPSH-UFSC) e usa como base a **resolução 466/2012** e suas complementares CNS. O CEPSH-UFSC está situado no Prédio Reitoria II, Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401,

Trindade, Florianópolis/SC, CEP 88.040-400 (contato: (48) 3721-6094, cep.propesq@contato.ufsc.br) no campus da Universidade Federal de Santa Catarina. O CEPSH é um órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Se você tiver alguma dúvida em relação a esta pesquisa ou não quiser mais que seu dente seja utilizado, pode entrar em contato comigo pelo telefone (48) 3721-5842, por e-mail: edubortoluzzi@hotmail.com ou endereço: Centro de Ciências da Saúde – CCS, Campus Universitário. Assim como, se você se sentir prejudicado por doar o seu dente, extraído por razões de seu interesse para a presente pesquisa, poderá ser indenizado, como prevê o item IV 3 (h) da resolução 466/2012.

Em caso de concordância com os esclarecimentos acima pedimos que assine esse documento abaixo. Esse termo de consentimento será efetuado em **duas vias**, sendo que uma deve permanecer com você, o doador. O pesquisador responsável compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Eu, _____, RG nº _____, declaro optar por livre e espontânea vontade participar desta pesquisa e que recebi todas as orientações que julguei necessárias para me sentir esclarecido sobre os riscos e objetivos da pesquisa, e que todos os meus dados serão mantidos em sigilo, conforme Resolução CNS 466/2012, que estabelece normas para pesquisa envolvendo seres humanos, assim como, poderei remover o consentimento da pesquisa sem haver penalidade alguma.

Assinatura do Doador ou Responsável Legal
Rubricar as demais folhas

Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi
Pesquisadora Responsável

Florianópolis, ____/____/____

APÊNDICE B – Termo de Doação de Dentes

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA

TERMO DE DOAÇÃO

Eu, _____, portador (a) da Carteira de Identidade nº _____, por meio deste termo, declaro que estou doando o(s) dente(s) _____, o(s) qual(is) foi(ram) extraído(s) por indicação _____, e serão exclusivamente usados para a pesquisa “**Uso de soluções irrigadoras em endodontia**”. Declaro, também, que recebi todas as orientações sobre os riscos e objetivos da pesquisa, e que todos os meus dados serão mantidos em sigilo, conforme Resolução CNS 466/2012, que estabelece normas para pesquisa envolvendo seres humanos, assim como, poderei remover o consentimento da pesquisa sem haver penalidade alguma e posso obter informações sobre o andamento da pesquisa através da pesquisadora responsável Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi (edubortoluzzi@hotmail.com).

Florianópolis, ____/____/____

Assinatura do Doador ou Responsável Legal

Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi

Pesquisador Responsável

ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Macroprojeto: Uso de soluções irrigadoras em Endodontia

Pesquisador: Eduardo Antunes Bortoluzzi

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 14842919.0.0000.0121

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.970.926

Apresentação do Projeto:

"Macroprojeto: Uso de soluções irrigadoras em Endodontia". Esta pesquisa é do tipo experimental ex vivo. Utilizará elementos dentais humanos extraídos, portanto, este projeto de pesquisa deverá inicialmente ser submetido à avaliação do Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Os dentes utilizados serão cedidos espontaneamente pelo paciente e somente utilizados após consentimento livre e esclarecido por parte do mesmo.

Objetivo da Pesquisa:

Aumentar a coleta de amostras.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não se aplica.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata o presente da Primeira Emenda do sub-projeto de pesquisa: ANÁLISE DA EROSÃO

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 3.970.926

DENTINÁRIA E SEUS EFEITOS NA DENTINA RADICULAR, o qual está inserido no MACROPROJETO: USO DE SOLUÇÕES IRRIGADORAS EM ENDODONTIA (CAAE: 14842919.0.0000.0121), aprovado em 25 de junho de 2019, sob número do parecer: 3.413.317. Neste estudo foi planejado a utilização de 50 amostras (dentes humanos) que seriam reaproveitados para os diferentes testes que compõe esta pesquisa. Entretanto, após ter iniciado o primeiro teste com as 50 amostras utilizadas foi constatado a necessidade de uma nova preparação, diferente da planejada inicialmente, assim como a impossibilidade da reutilização das amostras já avaliadas. Desta forma, se faz necessária realizar nova coleta de dentes humanos, seguindo os mesmos padrões e condições anteriormente estipulados no projeto já submetido à apreciação, para que seja possível dar continuidade aos testes desta pesquisa. O Comitê tomou ciência da Emenda e recomenda a sua aprovação.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foi apresentado o seguinte documento obrigatório:

- 1) Justificativa da ampliação da coleta de amostras.

Recomendações:

Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não se aplica.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_142878_7_E1.pdf	25/03/2020 11:16:15		Aceito
Outros	EMENDA.pdf	25/03/2020 11:09:41	Eduardo Antunes Bortoluzzi	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_2.docx	18/04/2019 17:51:25	Julia Menezes Savaris	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_2.docx	18/04/2019 17:51:10	Julia Menezes Savaris	Aceito
Declaração de Instituição e	declaracao_instituicao.pdf	29/03/2019 17:19:44	Menezes	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 3.970.926

Infraestrutura	declaracao_instituicao.pdf	29/03/2019 17:19:44	Menezes	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	29/03/2019 17:17:57	Menezes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_doacao_dentes.docx	25/03/2019 11:19:13	EMANUELLE CATHERINE MAIOLA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 14 de Abril de 2020

Assinado por:
Nelson Canzian da Silva
(Coordenador(a))

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br