

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Caroline Tumelero Dias

**SÍNTESE E AVALIAÇÃO DAS
PROPRIEDADES DE UM NOVO IRRIGANTE
FINAL NA TERAPIA ENDODÔNTICA –
*ESTUDO IN VITRO***

Passo Fundo

2021

Caroline Tumelero Dias

**SÍNTESE E AVALIAÇÃO DAS
PROPRIEDADES DE UM NOVO IRRIGANTE
FINAL NA TERAPIA ENDODÔNTICA –
*ESTUDO IN VITRO***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da UPF, para obtenção do título de Doutor em Odontologia – Área de Concentração em Clínica Odontológica, sob orientação do Prof. Dr. **Matheus Albino Souza**.

Passo Fundo

2021

Folha reservada para
Ata de aprovação da Banca Examinadora

Observação:

Mantenha esta página no seu arquivo, imprimindo-a.
Após, faça a substituição pela Ata de aprovação fornecida pela
Secretaria para manter a correta numeração do seu trabalho.

Folha reservada para
Ficha catalográfica

Observação:

Mantenha esta página no seu arquivo, imprimindo-a.
Após, faça a substituição pela Ficha Catalográfica fornecida pela
Secretaria para manter a correta numeração do seu trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Caroline Tumelero Dias

- Filiação: Afrânio Salinet Dias
Sonia Maria Tumelero
- Nascimento: 25 de Abril de 1990
- 2008-2012 Curso de Graduação em Odontologia na Faculdade de Odontologia - Universidade de Passo Fundo - UPF.
- 2014-2016 Curso de Especialização em Odontopediatria no Instituto Odontológico das Américas - IOA - Centro Universitário AVANTIS - UNIAVAN.
- 2016-2018 Curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, nível Mestrado, na Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo - UPF
- 2018-2021 Curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, nível Doutorado, na Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo - UPF
- 2018 1º lugar - Pós-Graduação Categoria Pesquisa:

- “Ação da Terapia Fotodinâmica na Descontaminação de Canais Radiculares Preparados com Diferentes Concentrações de Hipoclorito.” SAO - Semana Acadêmica de Odontologia - Faculdade de Odontologia- Universidade de Passo Fundo - 2018
- 2018 1º Lugar - Categoria Pesquisa: “Análise antimicrobiana da terapia fotodinâmica associada a um novo irrigante endodôntico em canais radiculares contaminados com biofilme de *Enterococcus faecalis*, Prêmio concedido pela Academia Gaúcha de Odontologia - 22º CORIG/ABO-RS - Porto Alegre - RS.
- 2020 1º lugar na categoria de Projeto de Pesquisa Científica, com o trabalho intitulado “Influência do uso de um irrigante final experimental na resistência de união do material obturador à dentina radicular”, Universidade de Passo Fundo - SAO - Semana Acadêmica de Odontologia - Faculdade de Odontologia - 2020.

Atuação Profissional

2013-2017	Cirurgiã-Dentista na Unidade Básica de Saúde no município de São José do Herval - RS.
2016-2021	Odontopediatra na Clínica Carlini Odontologia Estética em Passo Fundo, RS.
2017-2021	Odontopediatra no Centro de Especialidades Odontológicas (CEO) de Getúlio Vargas, RS.
2017-2021	Professora do Curso de Odontologia do Centro Universitário IDEAU (UNIDEAU).
2019-2021	Professora do Curso de Especialização em Odontopediatria - UPF.
2021	Professora do Curso de Especialização em Odontopediatria - IOA PASSO FUNDO.

AGRADECIMENTOS

A bênção de viver é uma graça de *Deus* e por isso Lhe agradeço eternamente.

Aos meus pais, *Sonia e Afrânio* e ao meu irmão, *Fabiano*, e minha cunhada, *Camila* pelo incansável apoio, dedicação, amor e paciência a mim doados a cada dia. Sem vocês comigo nada faria sentido. Faço tudo isso por vocês e porque amo vocês.

Ao meu noivo e companheiro há 12 anos, *Lucas*, pela paciência, apoio, companheirismo e por sempre acreditar e confiar em mim! Obrigada por tudo. Amo você.

À minha amada *família (sem exceção)* que nunca mediu esforços para que eu pudesse chegar onde estou hoje. Sei que fariam tudo novamente e me faltam palavras para agradecer todo esforço e toda a confiança em mim depositados.

Ao meu professor e orientador, *Prof. Dr. Matheus Albino Souza*, pela paciência, profissionalismo, sabedoria, organização transmitidos a mim e ao nosso grupo de pesquisa. Obrigada pela disponibilidade e pela honra em ser tua orientada.

À minha amiga e colega, *Mylene Zanella*, que colocou toda a sua

dedicação e seu perfeccionismo para que esse trabalho se realizasse. Sem ela, esse sonho não teria se concretizado. És merecedora de muito sucesso e sou eternamente grata pela tua ajuda em todos os momentos desse trabalho. O mérito desse trabalho também é teu. Como sempre falei: “esse trabalho é nosso.” Obrigada, obrigada e obrigada.

Aos colegas Karolina Bischoff, Rafaela Ricci, Douglas Junges, Gabriele Vanin, Larissa Piuco, Joana Rossi, Alexia Rodrigues, pelo tempo dedicado ao trabalho. A disponibilidade de vocês foi essencial do início ao fim.

Às Professoras Charise Bertol e ao Curso de Farmácia da Universidade de Passo Fundo, pela recepção e pela incansável ajuda desde o início. Obrigada por nos ceder as instalações impecáveis do Curso de Farmácia e pelo apoio incessante vindo de você. Sem você o nosso trabalho não teria se concretizado. Obrigada pela incansável dedicação até chegarmos na formulação ideal do nosso irrigante final.

Aos meus amigos e colegas do Doutorado, em especial à Tabata Mariana da Silva, que prazer conhecê-los e aprender com vocês. Obrigada por tudo, sucesso meus amigos!

À secretaria do Mestrado, em especial, à Fabi, pela competência e por toda ajuda e auxílio indispensável desde o início.

À todos os professores da Faculdade de Odontologia da UPF que me receberam tão bem em minha volta à essa Instituição que eu admiro tanto. Aprendi tanto com vocês, sempre que me receberam de uma maneira tão linda nos Estágios Supervisionados. Obrigada pela

oportunidade de ser aluna de profissionais tão talentosos.

Aos alunos, que me receberam e acolheram de uma maneira impecável. Foi um prazer conhecê-los e espero ter deixado um pouquinho de mim em cada um de vocês, pois, estou levando um pouco de cada um comigo.

À Faculdade de Engenharia da Universidade de Passo Fundo pelo atendimento e pelo impecável trabalho realizado por todos. Nossa gratidão a esse curso que nos recebeu tão bem. Obrigada.

À CAPES, a qual disponibilizou bolsa para a concretização deste estudo.

Ao meu Professor e colega, Dr. Bruno Carlini, pela oportunidade e honra em poder trabalhar com ele e por entender que muitas vezes eu precisava estar na Faculdade e não estava disponível no consultório. Você é um exemplo para mim.

Ao Centro Universitário IDEAU (UNIDEAU), instituição a qual, com muito orgulho faço parte, como docente. Obrigada pela oportunidade e pela confiança que depositaram em mim desde o início. Agradeço ainda mais, por me liberarem sempre que necessário para as aulas do Doutorado. Aos meus colegas e amigos pela convivência e pela amizade que criamos tornando nosso trabalho muito mais leve e prazeroso.

A todos que contribuíram para que a realização deste trabalho fosse possível, tornando este meu sonho realidade. Que Deus dê em dobro a todos vocês tudo o que fizeram por mim.

SUMÁRIO

RESUMO	19
ABSTRACT	21
1 INTRODUÇÃO	23
2 REVISÃO DE LITERATURA	27
2.1 EDTA	27
2.2 QMix	43
2.3 Ácido Glicólico	67
3 PROPOSIÇÃO	76
4 MATERIAIS E MÉTODOS	77
4.2 Avaliação da ação antimicrobiana – contagem de UFCs	78
4.2.1 Obtenção e preparo das amostras	78
4.2.2 Preparo do inóculo	80
4.2.3 Contaminação dos canais radiculares.....	80
4.2.4 Classificação dos grupos de tratamento	81
4.2.5 Realização das coletas e análise microbiológica.....	82
4.2.6 Análise estatística.....	83
4.3 Avaliação da remoção de <i>smear layer</i>	84
4.3.1 Obtenção e preparo das amostras	84
4.3.2 Classificação dos grupos de tratamento	85
4.3.3 Preparo para microscopia eletrônica de varredura ...	86
9.3.4 Avaliação das imagens da microscopia eletrônica de varredura.....	87
4.4 Avaliação da resistência de união do material obturador à dentina radicular.....	88
4.4.1 Obtenção e preparo das amostras	88
4.4.2 Classificação dos grupos de tratamento	89
4.4.4 Teste de <i>push-out</i>	91
4.4.5 Análise estatística.....	93

4.5 Avaliação da resistência de união de materiais restauradores à dentina radicular	94
4.5.1 Obtenção e preparo das amostras	94
4.5.2 Classificação dos grupos de tratamento	95
4.5.3 Restauração dos canais radiculares com pino de fibra de vidro.....	96
4.5.4 Avaliação da resistência de união	97
4.5.7 Análise estatística	99
5 RESULTADOS	100
5.1 Avaliação da ação antimicrobiana – contagem de UFCs	100
5.2 Avaliação da remoção de <i>smear layer</i>	101
5.3 Avaliação da resistência de união do material obturador à dentina radicular	103
5.4 Avaliação da resistência de união de materiais restauradores à dentina radicular	104
6 DISCUSSÃO	106
7 CONCLUSÕES	121
REFERÊNCIAS	122
ANEXOS	136
ANEXO 1	137
ANEXO 2	141
ANEXO 3	147

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média \pm desvio padrão do percentual de redução de E. faecalis (%) dos protocolos de irrigação final testados.	101
Tabela 2 - Média e o desvio padrão das pontuações da smear layer para cada grupo.	102
Tabela 3 - Média (desvio padrão) da resistência de união do material obturador à dentina radicular (MPa) e o percentual dos padrões de falha (%) dos protocolos de irrigação testados.....	104
Tabela 4 - Média e desvio padrão da resistência de união do material restaurador à dentina radicular (MPa) e o percentual dos padrões de falha (%) dos protocolos de irrigação testados.....	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de scores, conforme descrito por PRADO et al., 2011.	87
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

°C graus Celsius

% percentagem

diâmetro

μCT microtomografia

μL microlitros

APDT terapia fotodinâmica antimicrobiana

AT azul de toluidina

BC BisCem

BD Biodentine

BHI brain heart infusion

BSE recurso de retroespalhamento

CaOH₂ hidróxido de cálcio

Ca(OCl)₂ hipoclorito de cálcio

CE composição elementar

CFU unidades formadoras de colônias

CHX digluconato de clorexidina

CMD desbridamento químico-mecânico

CLSM microscopia confocal de varredura a laser

DNA ácido desoxirribonucleico
DW água destilada
EA EndoActivator
EDTA ácido etileno diamino tetracético
EDS espectroscopia de raios X por dispersão de energia
E.faecalis *Enterococcus faecalis*
Er: YAG laser Erbium
GSE extrato de semente de uva
GPCs cones de guta-percha
H horas
HEBP 1-hidroxi-etilideno-1, 1-bifosfato
HEDP ácido etidrônico
H₂O água
IP6 hexosfosfato de inositol
J joules
Log logaritmo
microdureza Knoop (KHN)
LED laser de diodo de baixa potência
M solução molar, relativo a mol
MA ácido maléico
MB azul de metileno
MET microscopia eletrônica de transmissão
MEV microscopia eletrônica de varredura
mg miligramas

mL mililitro
min minutos
mo micro-organismos
mPa Mega Pascal
MTT Tetrazólio [brometo de
3- (4,5-dimetiltiazol-2-il)-
2,5-difenil tetrazólio] MSS
solução salina modificada
mW megawatt
nm nanômetro
NaCl cloreto de sódio
NaOCl hipoclorito de sódio
NaOH hidróxido de sódio
Nd: YAG laser Neodímio
PAD desinfecção modificada fotoativada
PBM preparo biomecânico
PBS solução tampão fosfato
PCA plate count agar
PCR reação em cadeia da polimerase
PDL ligamento periodontal humano
PLM microscopia de luz polarizada
pH potencial de hidrogênio
S segundos
SCAP células tronco da papila apical humana

TBS caldo tríptico de soja
TSA ágar tríptico de soja
SAF limas auto-ajustáveis

RESUMO¹

Este estudo teve como objetivo formular um novo irrigante final composto por ácido glicólico, clorexidina e agente surfactante para uso endodôntico e avaliar as suas propriedades. O novo irrigante final foi desenvolvido e após, cento e cinquenta dentes humanos unirradiculares extraídos foram utilizados para a realização de 4 diferentes avaliações: 50 para ação antimicrobiana (UFCs), 50 para remoção de smear layer (MEV), 25 para resistência de união de material obturador à dentina radicular através do teste push-out e 25 para avaliar resistência de união de material restaurador à dentina radicular com o teste push-out. Cinco grupos de tratamentos foram realizados para todas as avaliações (G1 – água destilada; G2 – EDTA 17%; G3 – QMix; G4 – ácido glicólico 17%; G5 – novo irrigante final: ácido glicólico, clorexidina e agente surfactante). Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, utilizando testes específicos para cada avaliação. Os resultados mostraram que a maior capacidade de redução bacteriana foi observada nos grupos 3 (QMix) e 5 (novo irrigante final), sendo estatisticamente superior aos demais grupos testados ($p < 0,05$) e sem diferença estatisticamente significativa entre si ($p > 0,05$). A análise intergrupos revelou que nos três terços não houve diferença na remoção de smear layer entre os irrigantes finais testados ($p > 0,05$). Os grupos tratados com o irrigante final QMix e o novo irrigante final, apresentaram maiores valores de resistência de união, sendo estatisticamente superiores ao grupo controle ($p < 0,05$). Conclui-se que o novo irrigante final possui

¹ Caroline Tumelero Dias

ação antimicrobiana contra *E. faecalis*, é tão efetivo quanto o irrigante final QMix na remoção de smear layer dos três terços do canal radicular. O novo irrigante final apresenta o ácido glicólico em sua composição, trazendo muitos benefícios durante o seu uso, além de um valor mais acessível para o endodontista.

Palavras-chave: ácido glicólico, EDTA, QMix, smear layer

ABSTRACT²

This study aimed to formulate a new final irrigant composed of glycolic acid, chlorhexidine and surfactant for endodontic use and to evaluate their properties. The new final irrigant was developed and after, one hundred and fifty extracted single-rooted human teeth were used to perform 4 different evaluations: 50 for antimicrobial action (UFCs), 50 for smear layer removal (SEM), 25 for bond strength of obturator material to the root dentin through the push-out test and 25 to evaluate the bond strength of restorative material to the root dentin with the push-out test. Five groups of treatments were performed for all evaluations (G1 - distilled water; G2 - EDTA 17%; G3 - QMix; G4 - glycolic acid 17%; G5 - new final irrigant: glycolic acid, chlorhexidine and surfactant). The data obtained were subjected to statistical analysis, using specific tests for each assessment. The results showed that the greatest capacity for bacterial reduction was observed in groups 3 (QMix) and 5 (new final irrigant), being statistically superior to the other groups tested ($p < 0.05$) and with no statistically significant difference between them ($p > 0.05$). The intergroup analysis revealed that in the three thirds there was no difference in the removal of smear layer between the final irrigants tested ($p > 0.05$). The groups treated with the final irrigant QMix and the new final irrigant, showed higher values of bond strength, being statistically superior to the control group ($p < 0.05$). It is concluded that the new final irrigant has antimicrobial action against *E. faecalis*, it is as effective as the final irrigator QMix in removing the smear layer of the three thirds of the root canal. The new final irrigant presents glycolic acid

² Synthesis and Evaluation of the Properties of a New Final Irrigant in Endodontic Therapy - In vitro study

in its composition, bringing many benefits during its use, in addition to a more accessible value for the endodontist.

Keywords: glycolic acid, EDTA, QMix, smear layer

1 INTRODUÇÃO

O preparo químico-mecânico é caracterizado pela ação química das substâncias químicas auxiliares e ação mecânica dos instrumentos endodônticos, sendo uma etapa fundamental no tratamento endodôntico. No entanto, durante a realização do preparo químico-mecânico, ocorre a liberação de raspas de dentina, que, associadas aos componentes orgânicos, microorganismos e substâncias químicas auxiliares, dão origem a uma camada denominada de *smear layer*. Esta camada adere à superfície dentinária e promove a obliteração dos túbulos dentinários, (TORABINEJAD *et al.*, 2002), reduzindo a penetração da substância química auxiliar, da medicação intracanal e do cimento obturador no interior dos túbulos dentinários, aumentando a microinfiltração de microorganismos pelo cimento obturador e diminuindo a resistência de união do material obturador à dentina radicular (SHAHRAVAN *et al.*, 2007). Neste cenário, a remoção da camada de *smear layer* se faz necessária. O ácido etileno diamino tetracético (EDTA) é a substância química auxiliar mais empregado na endodontia para a remoção de *smear layer* (AHIR *et*

al., 2014). No entanto, possui algumas limitações, dentre as quais se incluem uma limitada ação antimicrobiana contra o biofilme de *Enterococcus faecalis* (DE ALMEIDA *et al.*, 2016), uma reduzida ação de limpeza no terço apical de canais radiculares (KURUVILLA *et al.*, 2015), diminuição da microdureza dentinária (ASLANTAS *et al.*, 2014), a alteração do colágeno dentinário (WAGNER *et al.*, 2016) e a redução na resistência de união de cimentos resinosos à dentina radicular (SIMÕES *et al.*, 2016). Além disso, uma série de componentes tóxicos são liberados na sua produção, o que pode trazer um impacto ambiental significativo (SILLANPÄÄ, 1997).

O QMix, por sua vez, é um irrigante final que apresenta na sua composição EDTA, clorexidina e um agente surfactante, sendo extremamente eficaz na remoção de *smear layer*, ao mesmo tempo em que possui uma excelente penetração na estrutura dentinária e contribui para a neutralização de microorganismos (STOJICIC *et al.*, 2012; ELNAGHY *et al.*, 2014). No entanto, o QMix apresenta na sua composição o EDTA, o qual apresenta uma série de desvantagens à terapia endodôntica, conforme descrito anteriormente. Além disso, o QMix é um produto importado, e o custo para a aquisição do mesmo se mostra bastante elevado. Diante dos problemas expostos, torna-se necessária a busca por protocolos de irrigação final alternativos ao uso do EDTA e do QMix, que, de maneira

efetiva e mais acessível, consigam promover a remoção de *smear layer*, e que de maneira efetiva, consigam melhorar a resolução dos tratamentos endodônticos.

O ácido glicólico (GA) pertence a um grupo de ácidos orgânicos denominado α -hidroxil, sendo amplamente utilizado na dermatologia e reconhecido por elevar a síntese de colágeno (KIM *et al.*, 1998). Na odontologia, promove, de forma efetiva, a desmineralização do esmalte e da dentina coronários, favorecendo a adesão de materiais adesivos nestas superfícies (CECCHIN *et al.*, 2018).

A clorexidina (CHX) é uma base forte da família das bisbiguanidas que apresenta propriedades catiônicas, sendo considerada um efetivo agente antimicrobiano contra patógenos endodônticos (FERRAZ *et al.*, 2001). Além disso, a clorexidina não interfere negativamente na adesão do material obturador à dentina radicular (MOHAMMADI & ABBOTT, 2009), inibindo a ação de metaloproteinases (CARRILHO *et al.*, 2007; BRESCHI *et al.*, 2010) e cisteínas catépsinas (SCAFFA *et al.*, 2012), proteínas diretamente envolvidas no processo de deterioração do colágeno e que prejudicam a adesão à estrutura dentinária.

Por fim, a adição de um agente surfactante à composição de uma solução irrigante pode ser benéfica para a sua ação no interior do canal radicular (STOJICIC *et al.*, 2012). A cetrimida,

é um tensoativo catiônico (sal de amônia quaternária) que se apresenta na forma de um pó branco inodoro e segundo o fabricante é altamente higroscópico. Tem capacidade de diminuir os valores de tensão superficial (PALAZZI et al., 2012) e em solução aquosa, apresenta capacidade antimicrobiana (ARIAS-MOLIZ et al., 2010; FERRER-LUQUE et al., 2010; BACA et al., 2011; WANG et al., 2012; KAUSHIK et al., 2013; GUERREIRO TANOMARU et al., 2014; MARIA FERRER-LUQUE et al., 2014). O agente surfactante promove a redução da tensão superficial e aumenta a molhabilidade de uma solução, melhorando sua eficácia na penetração em profundidade dos túbulos dentinários, contribuindo para uma maior limpeza do sistema de canais radiculares (GIARDINO *et al.*, 2006).

Diante do exposto, torna-se justificável a realização do presente estudo, na tentativa de formular um novo irrigante final, que promova de forma significativa a remoção da camada de *smear layer*, ao mesmo tempo em que preserve a estrutura dentinária para que esta apresente condições favoráveis à adesão do material obturador.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EDTA

Ballal *et al.*, em 2011, avaliaram a atividade antimicrobiana de agentes quelantes no combate ao *E. faecalis* e outras bactérias. Cepas microbianas foram utilizadas para o preparo do inóculo e as contagens de viabilidade microbiana foram realizadas 0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas após a exposição dos microorganismos (MO) ao ácido maléico (MA) 7% e ao EDTA 17%. De acordo com os resultados do estudo, os agentes quelantes foram considerados germicidas a uma concentração inibitória mínima, reduzindo o inóculo original em 99,9%. Não houve diferença significativa entre o MA 7% e o EDTA 17% no combate aos MO testados. No entanto, a análise intragrupos revelou diferenças significativas entre os períodos de tempo testados, ocorrendo uma redução da atividade antimicrobiana do MA 7% e do EDTA 17% com o passar do tempo.

Prado *et al.*, em 2015, compararam os efeitos antimicrobianos e citotóxicos de uma solução de ácido fosfórico a

37% para outros irrigantes comumente usados em endodontia. Ácido fosfórico a 37%, EDTA a 17%, ácido cítrico a 10%, clorexidina (CHX) a 2% e hipoclorito de sódio (NaOCl) a 5,25% foram avaliados. A atividade antimicrobiana foi testada contra *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *E. faecalis*, *Escherichia coli*, *Actinomyces meyeri*, *Parvimonas micra*, *Porphyromonas gingivalis* e *Prevotella nigrescens* de acordo com o método de difusão em ágar. A citotoxicidade dos irrigantes foi determinada usando o ensaio de redução de Tetrazólio (MTT). Diante da análise, percebe-se que o ácido fosfórico apresentou maior atividade antimicrobiana em relação aos demais irrigantes testados e em relação à viabilidade celular, esta solução apresentou resultados similares àqueles com NaOCl 5,25% e CHX 2%, enquanto o EDTA 17% e o ácido cítrico 10% apresentaram maior viabilidade celular em comparação a outros irrigantes. Conclui-se que o ácido fosfórico demonstrou maior atividade antimicrobiana e citotoxicidade semelhante à de NaOCl 5,25% e CHX 2%. Por fim, o ácido cítrico 10% e o EDTA 17% seriam as soluções irrigadoras menos citotóxicas.

De Almeida *et al.*, em 2016, investigaram a eficácia antimicrobiana do EDTA e uma solução salina modificada (MSS) no combate ao biofilme microbiano. *E. faecalis* foi cultivado em lamelas de vidro e depois tratado durante 1h por imersão em 17% de EDTA ou MSS. A solução salina tamponada com fosfato serviu

como um controle negativo. Em seguida foram recolhidas amostras. A viabilidade microbiana foi verificada por meio do UFCs e reação em cadeia de polimerase (PCR). Os resultados do estudo mostraram que o EDTA 17% teve um efeito antimicrobiano menor quando comparado ao MSS, que se mostrou efetivo sobre o biofilme de *E. faecalis*.

Ahir *et al.*, em 2014, avaliaram a eficácia de diferentes protocolos de irrigação na remoção de *smear layer* no terço apical de canais radiculares. Setenta e cinco dentes incisivos centrais superiores unirradiculares foram submetidos a instrumentação radicular padronizada (técnica coroa-ápice). Os dentes foram divididos aleatoriamente em 5 grupos (n=15): (1) solução salina estéril; (2) NaOCl 2,5%; (3) EDTA 17% + NaOCl 2,5%; (4) ácido cítrico 10% + NaOCl 2,5%; e (5) tetraciclina hidrocloreada 1% + NaOCl 2,5%. Após a irrigação final, as amostras foram preparadas para serem submetidas à microscopia eletrônica de varredura (MEV) para avaliar a limpeza do terço apical dos canais radiculares. Os resultados do estudo mostraram que não houve diferença estatística significativa entre os grupos experimentais testados na eficácia de remoção da *smear layer*, sendo estes significativamente superiores aos grupos 1 (solução salina estéril) e 2 (NaOCl 2,5%). Diante dos resultados apresentados, o estudo sugere que o ácido cítrico 10% e a tetraciclina hidrocloreada 1% podem ser utilizados como uma alternativa ao EDTA para a

remoção da *smear layer* das paredes dos canais radiculares.

Kuruvilla *et al.*, em 2015, avaliaram e compararam a eficácia do EDTA 17%, do ácido etidrónico 18% e do ácido maleico 7% na remoção da camada de *smear layer* usando análise de imagem por MEV. Foram utilizados 30 pré-molares inferiores recém extraídos. Foi realizado o corte da porção coronária dos dentes para obtenção de um comprimento de trabalho de 17 mm e instrumentação com lima tipo-K até o diâmetro 40, utilizando irrigação com NaOCl 2,5% entre cada lima. As amostras foram, então, divididas em três grupos (n=10) de acordo com o protocolo de irrigação final: I (EDTA 17%), II (ácido etidrónico 18%) e III (ácido maleico 7%). Na sequência, o corte longitudinal das amostras foi realizado e as amostras foram observadas sob MEV nos níveis apical, médio e coronário. As imagens foram classificadas de acordo com os scores: 1. sem sinal da camada de *smear layer*, 2. camada de *smear layer* moderada e 3. camada de *smear layer* pesada. O estudo demonstrou que todos os três irrigantes apresentaram capacidade de remover a *smear layer* nos diferentes terços do canal radicular. No entanto, a irrigação final com EDTA 17% foi menos efetiva no terço apical do canal radicular, quando comparado ao MA 7%.

Nassar *et al.*, em 2015, investigaram o efeito do ácido fítico, hexosfosfato de inositol (IP6), como um irrigante final na superfície dos canais radiculares instrumentados e superfícies dentinárias com *smear layer* tratadas com hipoclorito de sódio e

avaliaram seu efeito sobre a viabilidade e atividade da fosfatase alcalina de células semelhantes a osteoblastos (MC3T3-E1). Foi utilizado o EDTA como agente quelante universal em todos os experimentos conduzidos. Canais radiculares de caninos humanos foram instrumentados com limas rotatórias e irrigados com NaOCl a 5%, seguido de EDTA a 17 % (1 min), IP6 a 1% (1 minuto ou 30 s), ou água destilada. Superfícies de dentina coronais planas tratadas com NaOCl foram também tratadas com EDTA a 17 % (1 min), IP6 a 1% (1 min ou 30 s), ou água destilada. A presença ou ausência de *smear layer* foi avaliada com MEV. A viabilidade celular e ensaios de fosfatase alcalina foram realizados para avaliar o efeito de IP6 e EDTA em células MC3T3-E1 cultivadas. Os resultados demonstraram a capacidade do IP6 em remover a camada de *smear* de canais radiculares instrumentados e superfícies de dentina coronal planas e, quando comparado ao EDTA, o IP6 foi menos citotóxico e não afetou a diferenciação das células MC3T3-E1, mostrando ter um grande potencial para ser um agente quelante eficaz e biocompatível.

Wagner *et al.*, em 2017, avaliaram o efeito de diferentes protocolos de irrigação na estrutura da dentina radicular utilizando MEV e microscopia eletrônica de transmissão (MET). Trinta e nove incisivos bovinos inferiores foram hemisseccionados longitudinalmente e divididos aleatoriamente em 13 grupos (n = 3). Após a remontagem das metades da raiz, foi aplicado um protocolo

de irrigação específico para cada grupo, conforme segue: G1, DW (controle); G2, solução salina a 0,9%; G3, solução salina + EDTA 17; G4, solução salina + PUI (irriga); G5, solução salina + PUI + EDTA; G6 a G9 receberam o mesmo protocolo acima, substituindo solução salina a 0,9% por NaOCl a 2,5%; e G10 a G13 por 2% de CHX. Metade de cada amostra foi preparada e avaliada usando MEV e a outra por observações MET. A análise descritiva do MET mostrou modificações na ultraestrutura orgânica da dentina, caracterizada pelo adelgaçamento das fibrilas de colágeno da dentina, causadas pelo NaOCl, potencializado por EDTA e / ou PUI. A análise MEV mostrou que o NaOCl com PUI causou erosão significativamente maior da dentina peritubular do que em todos os outros grupos ($p < 0,05$), seguido por NaOCl + EDTA e NaOCl + EDTA + PUI. O NaOCl causou alterações ultraestruturais no colágeno da dentina e, estimulado por EDTA e/ ou PUI, promoveu erosão peritubular e intertubular.

Onay, Korkmaz e Kiremitci (2009) elaboraram um estudo para comparar a força interfacial em diferentes terços do canal radicular entre pinos de fibra de vidro, cortados com 4 diferentes agentes cimentantes adesivos. Foram 44 dentes extraídos e divididos aleatoriamente em 4 grupos e restaurados utilizando pinos de fibra de vidro e os seguintes agentes: AllBondSE / Duo-Link (ABSE), All Bond 3 / Duo-Link (AB3), BisCem (BC), Clearfil Primer ED / Clearfil Esthetic Cement (CLF). Uma semana

após a cimentação, as amostras foram termocicladas em água e, em seguida, embebidas em resina acrílica. Foram divididos em 3 terços (cervical, médio e apical) de 2 mm de espessura e preparadas de cada espécime, o pilar de cada terço foi submetido a um teste de *push-out*. A amostra para cada grupo foi preparada para análise por MEV e a eficácia de união à dentina foi avaliada. Os dados foram analisados utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, ANOVA e Scheffe ($p < 0,05$). Os resultados mostraram diferença significativa na força de união entre os terços radiculares, com redução dos valores do terço cervical para o terço apical ($p < 0,05$). Os autores concluíram que a combinação BisCem e All Bond SE / Duo-Link com seus procedimentos de aplicações simplificados pode ser considerada uma alternativa aos sistemas atualmente utilizados para cimentação de pinos de fibra de vidro no terço cervical dos canais radiculares.

Ao realizar um estudo Dias *et al.* (2014) compararam a força de adesão de cimentos endodônticos resinosos a dentina, utilizando álcool isopropílico a 70% como irrigante final, com o objetivo de secagem do canal, comparado as 84 pontas de papel absorvente. Foram utilizados para o estudo, 80 dentes divididos em dois grupos de 40 conforme o protocolo de secagem, em seguida subdivididos em grupos com $n=10$, conforme o material obturador utilizado: AHplus/gutta-percha; Hybrid Root Seal/gutta-percha; EpiphanySE/gutta-percha e EpiphanySE/resilon. Os resultados

demonstraram que nos grupos onde foi utilizado álcool isopropílico ocorreram os maiores valores de força de adesão. Dentre os grupos com diferentes cimentos utilizados, o AH plus demonstrou os maiores valores de força de adesão, com o padrão de falha coesiva como o mais frequente. Como conclusão, os autores acreditam que uma irrigação final com EDTA e álcool isopropílico a 70% melhora a força de adesão e a penetração dos cimentos endodônticos no interior dos túbulos dentinários do canal radicular.

Graziele Magro *et al.*, (2014) avaliaram a interação entre hipoclorito de sódio e inúmeras formulações contendo clorexidina e seus efeitos na dentina radicular através de MEV e push-out. As amostras dentárias foram divididas aleatoriamente em 5 grupos: G1: controle (sem clorexidina), G2: solução de clorexidina 2%, G3: gel de clorexidina 2%, G4: Concepsis (formulação de clorexidina da Ultradent) e G5: clorexidina plus (formulação com surfactante p reduzir tensão superficial). As formulações de clorexidina foram mantidas no canal durante 3 minutos. Em seguida os dentes foram clivados para análise em MEV nos segmentos cérvicomédiano e mediano-apical e scores foram obtidos. Para análise de push-out os grupos foram divididos da mesma maneira citada anteriormente, e após os protocolos foram secados e obturados pela técnica do cone único com cone de gutta-percha F5 e cimento AH plus. Após o teste de push-out 83 os

padrões de falha foram analisados em microscópio ótico com 40x de magnificação e classificados em: falha adesiva (ao longo da interface dentina/cimento), falha coesiva (dentro do cimento) e mista (parcial adesiva e parcial mista). Os resultados da avaliação em MEV revelaram uma menor presença de detritos e smear layer para o G1 (sem irrigação final com clorexidina) em ambos os segmentos analisados enquanto que entre os demais grupos não existiu diferenças. Para os testes de push-out os resultados não demonstraram nenhuma diferença significativa entre os cinco grupos testados e o modo misto foi a falha predominante em todos os grupos independente do terço radicular. Conclui-se que as formulações de clorexidina utilizadas para irrigação final promovem uma precipitação química de detritos e smear layer na dentina radicular, o que pode ter sido resultado do uso do NaOCl para preparo do canal, porém estes resíduos não interferem na força de adesão do cimento endodôntico a dentina radicular.

Fahmy *et al.*, em 2015, investigaram o efeito do aumento da molhabilidade para soluções de EDTA a 17%, NaOCl a 2,5% e ácido maleico a 7% na resistência de adesão da guta-percha / AH Plus à dentina radicular. Foram utilizados 108 pré-molares inferiores humanos de unirradiculares extraídos e instrumentados com Protaper Universal F5 e irrigados com 3ml de NaOCl a 2,5% após cada lima. Irrigantes foram preparados e um estudo piloto para a determinação da concentração, produzindo o menor valor de

tensão superficial em cada solução foi conduzido. As amostras foram divididas aleatoriamente em um grupo controle e dois grupos experimentais (17% EDTA e 7% Maleato), divididos em oito subgrupos (n=12), de acordo com a sequência de implementação do Twenn 80. Raízes foram obturadas com guta percha e AH Plus por condensação lateral. A força de adesão foi medida pelo teste *push out*. O modo de falha foi então avaliado quantitativamente por estereomicroscopia. Os dados foram estatisticamente analisados usando uma nova via seguida por Tukey-Kramer para comparações múltiplas. O grupo controle apresentou os menores valores. Subgrupos de ácido maleico mostraram valores globais significativamente maiores do que os subgrupos EDTA ($p < 0,05$). Os protocolos que implementaram o surfactante contendo NaOCl mostraram valores significativamente menores do que os correspondentes simples. O padrão de falha foi predominantemente coeso para regimes simples e os que implementaram Tween 80 em soluções de ácido maleico com NaOCl simples. O surfactante contendo soluções de NaOCl produziu menor força de adesão do que as simples.

Carvalho *et al.*, em 2016, avaliaram o efeito do EDTA 17%, do ácido peracético 2,25% e do ácido cítrico 10% na resistência de união de cimentos à base de silicato de cálcio à dentina radicular após diferentes períodos de imersão em solução salina de tampão fosfato (PBS), sendo, o cimento AH Plus utilizado como material

obturador para comparação. Trinta incisivos superiores humanos extraídos foram selecionados e 3 discos de 1mm de espessura foram obtidos a partir do terço médio de cada raiz. Na superfície axial de cada disco foram confeccionadas, através da dentina, 3 perfurações de 0,8mm de diâmetro. Depois de irrigação padrão, cada disco de dentina da mesma raiz foi tratado para a remoção da *smear layer* com uma das 3 soluções quelantes testadas: EDTA, ácido peracético ou ácido cítrico. Após as perfurações, foram secas com cones de papel e preenchidas com um dos 3 cimentos endodônticos testados (MTA Fillapex, Total Fill BC, AH Plus). As fatias radiculares preenchidas com os cimentos foram imersas em solução de PBS (pH 7,2) durante 7 (T1) e 30 dias (T2) a 37°C antes do teste de *push-out*. De acordo com os resultados obtidos no estudo, os agentes quelantes testados e os tempos de imersão em PBS não afetaram a resistência de união dos cimentos testados. Por outro lado, foi possível observar que o uso do AH Plus foi associado com os maiores valores de resistência de união do estudo, enquanto que o uso do MTA Fillapex apresentou menor. Diante do exposto, pode-se concluir que o uso de agentes quelantes e agentes de imersão não afetou a resistência de união dos cimentos endodônticos à dentina radicular, ao passo que o uso de cimentos à base de silicato de cálcio interferiu negativamente nesse propósito.

Kul *et al.*, (2016) tiveram como objetivo do estudo *in vitro* avaliar os efeitos de procedimentos alternativos de irrigação nas

resistências do cimento de pinos fixados com cimento resinoso autoadesivo. Quarenta dentes unirradiculares foram selecionados, e após o preparo e obturação do canal radicular, foram preparados os pinos. Os dentes foram divididos em 4 grupos correspondentes ao procedimento de irrigação *postspace* e tratados da seguinte forma: o grupo DW (controle) recebeu 15 mL de água destilada; o grupo NaOCl + EDTA foi tratado com 5 mL de NaOCl a 5,25%, 5 mL de EDTA a 17% e 5 mL de água destilada; o grupo CHX foi tratado com 15 mL de solução de CHX a 2%; Pinos de fibra foram fixados com um cimento resinoso autoadesivo, e os espécimes foram cortados horizontalmente para testes de *push-out*. Os resultados mostraram que o EDTA em combinação com NaOCl pode ser vantajoso para a irrigação *post-space* quando os pinos de fibra são cimentados com um cimento resinoso autoadesivo.

Pawar *et al.*, em 2016, avaliaram a força de adesão exibida por obturações realizadas com obturador C-Point e Endosequence BC (BC sealer) ou guta-percha e AH Plus após a instrumentação de canais ovais *Self-Adjusting File* (SAF) Sistema WaveOne (WO). Foram selecionados 80 pré-molares extraídos e divididos aleatoriamente em 4 grupos (n = 20) a seguir: grupo 1: instrumentação SAF e obturação com guta-percha e cimento AH Plus; grupo 2: instrumentação SAF e obturação com C-Point e BC; grupo 3: instrumentação WO utilizando guta-percha e cimento AH Plus; e grupo 4: instrumentação de WO e obturação com C-Point e

BC. NaOCl (5,25%) e EDTA (17%) foram utilizados como irrigantes em todos os grupos. Após o selamento completo, os dentes foram preparados para a avaliação do micro-*push-out* com fatias de raiz de 1,0 mm de espessura. O carregamento foi realizado com uma máquina universal de ensaios a uma velocidade de 0,5 mm min⁻¹. Todas as amostras preenchidas com C-Point e BC sealer associadas a uma força de adesão significativamente mais alta comparada com guta-percha e AH Plus ($p < 0,001$). A força de adesão foi maior para as amostras coronais e apicais do grupo C-Point / BC / SAF, em relação ao grupo guta-percha / AH Plus / WO, em 38% e em 80% nas partes coronal e apical, respectivamente ($p < 0,001$, $p < 0,0001$). A falha adesiva foi mais comum no grupo instrumentado com WO. Os estudos mostraram que nos canais ovais, o instrumento utilizado e o material obturador afetaram significativamente os valores de *push-out*. O maior valor foi registrado em canais radiculares ovais instrumentados com o sistema SAF e preenchidos com selador C-Point e BC, enquanto a menor resistência foi observada em canais ovais instrumentados com WO e preenchidos com guta-percha e cimento AH Plus.

Simões *et al.*, em 2016, avaliaram o efeito do tratamento da dentina radicular na resistência de união de um cimento resinoso autoadesivo após 24 h e após 6 meses. Um total de 48 pré-molares unirradiculares foram tratados endodonticamente e divididos em 4 grupos, de acordo com o cimento utilizado na cimentação do pino

de fibra de vidro (n=12): Adper Scotchbond Multi Purpose + RelyX ARC (ARC); RelyX U200 (U200); EDTA + RelyX U200 (EU200); e ácido fosfórico (H₃PO₄) + RelyX U200 (HU200). Um pino de fibra Exacto n° 2 foi limpo, tratado com silano (60s), posicionado e fotopolimerizado. Depois de armazenadas a 37°C por 24 h, as raízes foram cortadas para se obter 2 discos (1 mm) de cada amostra, que foram submetidos ao teste *push-out*, sendo uma amostra testada após 24 h e outra depois de seis meses de armazenamento. De acordo com os resultados do estudo, após 24 h e após 6 meses, observou-se menor resistência de união no grupo HU200 quando comparado com os demais grupos (ARC, U200 e EU200). Os maiores valores de resistências de união foram observados para EU200 e U200 semelhantemente, que foram superiores ao grupo ARC.

Cecchin *et al.*, em 2017, avaliaram os efeitos do (NaOCl, CHX e de dois agentes redutores de origem natural na resistência de união de cimento a base de resina epóxi à dentina radicular. Foram preparados 60 dentes humanos unirradulares usando ProTaper (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Johnson City, TN, EUA) e um protocolo de irrigação contendo NaOCl a 5% ou CHX a 2%, e EDTA, para remoção de *smear layer*. Os seguintes subgrupos (n = 10) também foram avaliados de acordo com o agente redutor derivado naturalmente utilizado: nenhum agente (grupo controle); extrato de semente de uva (GSE); e chá verde. Os

canais radiculares foram preenchidos com guta-percha e AH Plus. A força de adesão foi medida usando o teste *push-out*, e análises estatísticas foram realizadas usando ANOVA; Modos de falha foram classificados como adesivos, coesivos ou mistos. Os tipos de modos de falha foram avaliados usando o teste Qui quadrado em $\alpha = 0,05$. Os protocolos de irrigação demonstraram valores semelhantes de resistência de união ($p > 0,05$). No entanto, o teste Qui-quadrado revelou diferenças significativas no modo de falha entre os grupos ($P < 0,05$). Um aumento na incidência de falhas adesivas foi observado para os grupos NaOCl e EDTA. Os outros grupos demonstraram uma prevalência de falhas mistas e coesas. Concluíram então, que a irrigação e o uso de agentes redutores de origem natural não tiveram efeito sobre a resistência de união do cimento à dentina.

Guzel *et al.*, em 2018, avaliaram o efeito de soluções EDTA de baixa tensão superficial sobre a força de adesão *push-out* de cimento à base de resina para dentina de canal radicular jovem e velho. Os canais radiculares de 64 ($n = 32$ anos < 30 anos e $n = 32 > 60$ anos) extraídos, dentes humanos unirradiculados foram preparados com instrumentos rotatórios ProTaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) até o tamanho F4 usando 3 mL de NaOCl a 2,5% entre cada lima. Cada grupo foi dividido em 4 subgrupos como se segue: 3 mL de EDTA, REDTA (17% EDTA + 0,84 g de brometo de cetiltrimetilamônio: Sigma-Aldrich, St.

Louis, MO), EDTA-T (17% EDTA + 1,25% de lauril éter sulfato de sódio, Sigma-Aldrich) e solução salina como controle (n=8). A irrigação final foi completada com 3 mL de solução salina após 3 mL de NaOCl nos grupos experimentais e 3 mL de solução salina no grupo controle. Após o preenchimento do canal radicular com cones de gutapercha/cimento AH Plus as amostras foram armazenadas a 37°C e 100% de umidade por 2 semanas. Cortes horizontais de 1 mm de espessura da coroa e meio da raiz foram fatiados, e os valores de força de adesão foram medidos usando uma máquina de teste universal. Os dados foram analisados usando análise de variância a 2-way seguida do teste de Bonferroni ($P < 0,05$). EDTA-T, REDTA e EDTA aumentaram significativamente os valores de força de união de gutapercha / AH Plus para a dentina do canal radicular em comparação com a solução salina em ambos os grupos jovens e velhos ($p < 0,05$). O tratamento com EDTA-T forneceu valores mais altos de resistência adesiva na dentina jovem em comparação com a dentina velha tratada com EDTA e EDTA-T ($P < 0,05$). Diante do exposto, pode-se concluir que os valores de força de adesão do Guta-Percha / AH Plus podem ser alterados dependendo da idade e do tipo de composto do EDTA.

Verma *et al.*, em 2018, avaliaram e compararam a eficácia de vários regimes de irrigação na força de adesão *push-out* de AH Plus / gutapercha, Real Seal/ Resilon e MetaSeal / gutapercha em

três diferentes níveis de raízes. Pré-molares mandibulares unirradiculares (n = 120) foram preparados e divididos em quatro grupos (n = 30) com base no regime de irrigação: I: NaOCl 5,25% - EDTA 17%; II: 5,25% de NaOCl- 2,25% de APP; III:5,25% de NaOCl-18% de 1- hidroxietilideno-1, 1-bifosfato (HEBP) e IV: DW. Cada grupo foi dividido em 3 subgrupos (n = 10); A: AH Plus / guta-percha; B: MetaSEAL / guta-percha; C: RealSeal / Resilon. Após a obturação, as raízes foram seccionadas em 3 níveis e os testes de *push-out* foram realizados. ANOVA e *post hoc* de Tukey foram aplicados para avaliar a significância entre vários grupos. Entre os irrigantes, 2,25% APP apresentaram valores significativamente menores quando comparados com o resto dos irrigantes. Não houve diferença significativa encontrada entre EDTA e HEBP. A força de adesão do AH Plus foi significativamente maior entre todos os selantes. Os valores de resistência de união foram significativamente diminuídos na direção coroa-ápice. Concluíram então, que houve eficácia superior do EDTA e HEBP sobre a força de adesão de AH Plus no nível da raiz apical, quando comparado com outros irrigantes e selantes em vários níveis de raiz.

2.2 QMix

Ordinola *et al.*, em 2012, avaliaram se a incorporação de

compostos antimicrobianos a agentes quelantes ou o uso de agentes quelantes com atividade antimicrobiana como ácido maleico a 7% e ácido peracético apresentam capacidade similar de desinfecção em comparação a irrigantes convencionais contra biofilmes desenvolvidos na dentina. Os irrigantes avaliados foram: MTAD, QMix, Smear Clear, ácido maleico a 7%, iodeto de potássio a 2%, 4% de ácido peracético, 2,5% e 5,25% de NaOCl. Para cada solução irrigante, foram usadas 5 amostras. O biovolume total de células vivas, a proporção de células vivas e a cobertura de substrato de dentina infectada intra-oralmente e tratada com esses irrigantes foi medido através da microscopia confocal e da técnica vivo/morto. Os resultados mostraram que QMix, Smear Clear, ácido maleico, compostos de iodo e MTAD não apresentaram atividade antimicrobiana quando a dentina era infectada intra-oralmente. Já o ácido peracético 4% e ambas as concentrações de NaOCl diminuiriam consideravelmente o número de bactérias vivas no biofilme, proporcionando também superfícies dentinárias mais limpas. Com esse estudo, conclui-se que vários agentes quelantes com antimicrobianos não apresentaram eficácia significativa na remoção do biofilme na dentina infectada intra-oral, com exceção do NaOCl e do ácido peracético. Para uma erradicação adequada de bactérias, essa capacidade de dissolução é obrigatória.

Stojicic *et al.*, em 2012 avaliaram a eficácia de um novo irrigante de canal radicular, o QMix, contra *E. faecalis* e bactérias

plaquetárias mistas em fase planctônica e biofilmes. Além disso, sua capacidade de remover a camada de *smear* foi examinada. *E. faecalis* e bactérias plaquetárias mistas foram expostas a QMix, CHX 2%, MTAD e NaOCl a 1% por 5 s, 30 s e 3 min. Após a exposição, as amostras foram coletadas, diluídas em série e crescidas aerobicamente e anaerobicamente em placas de ágar tríptico de soja (TSA) ou em placas de ágar sangue por 24 e 72h, respectivamente, para medir a morte de bactérias. Os biofilmes de *E. faecalis* e placa foram cultivados durante 3 semanas em discos de hidroxiapatita ou dentina revestidos com colágeno e expostos durante 1 e 3 min a QMix, 2% de CHX, MTAD, 1% e 2% de NaOCl. A quantidade de bactérias mortas em biofilmes foi analisada por microscopia confocal de varredura a laser, utilizando coloração de viabilidade. Blocos de dentina foram expostos a QMix e 17% de EDTA por 5 min. A eficácia da remoção da *smear layer* pela solução foi avaliada pela MEV. QMix e NaOCl a 1% mataram todas as bactérias planctônicas de *E. faecalis* e placas em 5 s, enquanto 2% de CHX e MTAD foram incapazes de eliminar todas as bactérias da placa em 30 s, e algumas células e *E. faecalis* sobreviveram até 3 minutos de exposição. QMix e 2% NaOCl eliminaram até 12 vezes mais bactérias do que 1% de NaOCl, 2% de CHX. O QMix removeu a *smear layer* igualmente bem como o EDTA. Concluíram então, que o QMix e NaOCl foram superiores às CHX e MTAD em condições de laboratório em eliminar *E.*

faecalis e bactérias da placa em cultura planctônica e biofilme. A capacidade de remover a camada de *smear* pelo QMix foi comparável ao EDTA.

Morgental *et al.*, em 2013, compararam o efeito antibacteriano do irrigante endodôntico novo QMix, com soluções convencionais na presença ou não do pó de dentina, através de um estudo *in vitro*. Os seguintes irrigantes foram testados contra *E. faecalis*: NaOCl a 6%, NaOCl a 1%, QMix, CHX 2% e EDTA 17%. Solução salina estéril foi utilizada como controle negativo. A sobrevivência de bactérias expostas aos irrigantes na presença ou ausência de dentina foi monitorada sob condições planctônicas. As UFCs foram contadas e os números transformados em log foram analisados pelos testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Valores de p menores que 0,05 foram considerados significativos. Sem dentina, após 10s de contato com a suspensão bacteriana, o NaOCl a 6% apresentou a menor contagem bacteriana; a diferença para o controle negativo foi significativa. Após 30 segundos, o NaOCl a 6% apresentou 0 unidades UCFs/ml, enquanto NaOCl 1% e QMix apresentaram reduzido número de colônias em comparação com o controle negativo. Após 1 min, as concentrações de NaOCl não apresentaram crescimento bacteriano e o QMix reduziu o número de colônias, mas EDTA e CHX tiveram contagem bacteriana semelhante ao controle negativo. A dentina teve um efeito inibitório significativo no NaOCl a 6% (10

s), NaOCl a 1% (10 s e 1 min) e QMix (10 s e 1 min). Após 6 h, ambas as concentrações de NaOCl, QMix e CHX eliminaram todas as bactérias, independentemente da presença de dentina. Foi concluído que NaOCl a 6% foi o mais eficaz irrigante contra *E. faecalis*. A solução salina e EDTA não tiveram efeito antibacteriano mensurável. A dentina atrasou a atividade antibacteriana de NaOCl e QMix, mas não impediu completamente a sua ação.

Wang *et al.*, em 2013, examinaram o efeito da *smear layer* sobre a ação antimicrobiana de diferentes soluções em túbulos dentinários infectados. De acordo com um protocolo previamente estabelecido, células de *E. faecalis* foram inseridas no interior dos túbulos dentinários. Após um período de incubação de 3 semanas, uma camada de *smear layer* foi uniformemente produzida em blocos de dentina infectados. Quarenta blocos de dentina infectados foram preparados e submetidos a 3 e 10 min de exposição a soluções desinfectantes (n=2) incluindo água destilada, NaOCl 2% e 6%, CHX 2%, EDTA 17% e QMix. As seguintes combinações foram também incluídas: NaOCl 2% + CHX 2%, NaOCl 2% + QMix, NaOCl 6% + QMix e NaOCl 6% + EDTA 17% + CHX 2%. Quatro outros espécimes de dentina infectada semelhantes, mas sem *smear layer*, foram submetidos a 3 minutos de exposição a CHX 2% e NaOCl 6% para comparação. A microscopia confocal foi utilizada para analisar as proporções de

bactérias mortas e vivas no interior da dentina. Após o estudo realizado, foi possível concluir que a *smear layer* reduz a eficácia dos agentes antimicrobianos no combate ao *E. faecalis* em dentina infectada, além do fato de que as soluções contendo NaOCl 6% e QMix apresentaram a maior atividade antibacteriana.

Guerreiro *et al.*, em 2014, analisaram a atividade antibiofilme de soluções de NaOCl e CHX associadas à cetrimida (CTR) e QMix utilizando microscopia confocal de varredura a laser. Foram induzidos biofilmes de *E. faecalis* em blocos de dentina bovina por 14 dias. Esses blocos de dentina foram imersos por 1 min nas seguintes soluções: NaOCl a 2,5%; NaOCl a 2,5% + CTR a 0,2%; 2% de CHX; 2% de CHX + 0,2% de CTR; 0,2% de CTR; QMix. Após contato com as soluções, os blocos foram corados com Live / Dead (®) BacLight para análise do restante do biofilme utilizando microscópio confocal de varredura a laser. As imagens foram avaliadas utilizando o software BioImage_L para determinar o biovolume total (μm^3), o biovolume verde (células vivas) (μm^3) e a porcentagem de cobertura do substrato (%). Os dados foram submetidos a teste estatístico não paramétrico, utilizando os testes de Kruskal-Wallis e Dunn, com nível de significância de 5%. Após exposição aos irrigantes, o biovolume total observado para CHX, CHX + CTR, CTR e QMiX foi semelhante ao da água destilada ($p > 0,05$). NaOCl e NaOCl + CTR apresentaram o menor biovolume total e verde. O CTR e o QMix

apresentaram biovolume verde intermediário, com maior atividade antibacteriana que o CHX e o CHX + CTR ($p < 0,05$). Concluíram que as soluções de NaOCl e NaOCl + CTR foram eficazes na viabilidade dos microrganismos e foram capazes de eliminar o biofilme. A adição de cetrimida não influenciou a atividade antibacteriana.

Nascimento *et al.*, em 2014, avaliaram a atividade antibacteriana do NaOCl e CHX isolados ou associado a CTR e QMix contra biofilme e *E. faecalis*. As seguintes soluções foram avaliadas: NaOCl a 2,5%, NaOCl a 2,5% + CTR a 0,2%, CHX a 2%, CHX a 2% + CTR a 0,2%, CTR a 0,2% e QMix foram avaliadas. Os biofilmes de *E. faecalis* foram induzidos por 14 dias em blocos de dentina bovina. Os irrigantes ficaram em contato com a suspensão de *E. faecalis* e biofilme por 1 e 3 min e foram avaliados após isso. Em seguida, realizaram-se diluições decimais em série e plaqueadas em meio TSA. As placas foram incubadas durante 24 h a 37 ° C e a UFC 1 ml foi determinada. Os dados foram submetidos a ANOVA e teste de Tukey a 5% de significância. Apenas NaOCl e NaOCl + CTR foram capazes de eliminar completamente os microrganismos por contato direto com o biofilme de *E. faecalis*. O CHX apresentou eficácia semelhante ao CHX + CTR CTR, e QMix após 1 min de contato e similar ao NaOCl e NaOCl + CTR após 3 minutos ($p > 0,05$), mas não conseguiu eliminar completamente os microrganismos. Por fim,

determinou-se que a adição de CTR às soluções de CHX e NaOCl não melhorou a atividade antimicrobiana contra o biofilme. Todos os irrigantes e associações avaliados apresentaram atividade contra a *E. faecalis*. Apenas NaOCl e NaOCl + CTR eliminaram o biofilme após 1 e 3 min de contato direto.

Liu *et al.*, em 2015, compararam a eficácia antimicrobiana de QMix e outros 4 irrigantes finais na redução de *E. faecalis* em canais radiculares humanos por meio de um estudo *in vitro*. Foram selecionados dentes humanos uniradiculares contaminados com *E. faecalis* por 4 semanas, com preparos químico-mecânicos utilizando com NaOCl. Em seguida, os dentes foram distribuídos aleatoriamente em 6 grupos de acordo com os protocolos finais de irrigação: (1) EDTA / NaOCl, 17% EDTA seguido por 5,25% de NaOCl; (2) EDTA / CHX, 17% de EDTA seguido por 2% de CHX; (3) EDTA / CTR, 17% de EDTA seguido por 2% de CTR; (4) MTAD; (5) QMix; e (6) controle, solução salina a 0,9%. As amostras bacterianas coletadas antes da instrumentação e após a irrigação final foram cultivadas e as UFCs foram contadas. As UFCs nos grupos 5, 2 e 3 foram significativamente menores do que as do grupo 1, mas não foram encontradas diferenças significantes entre eles. O MTAD mostrou habilidade mais fraca que QMix e EDTA / CHX para eliminar *E. faecalis*, mas causou uma redução maior em UFCs do que o EDTA / NaOCl. Então, a atividade antimicrobiana do QMix foi comparável à do EDTA / CHX e

EDTA / CTR e mais efetiva que a do EDTA / NaOCl contra o *E. faecalis* intracanal.

Zhang *et al.*, em 2015, compararam as atividades antimicrobianas e antibacterianas residuais de 5 irrigantes radiculares: EDTA 17%, CHX 2%, CTR, MTAD e QMix, contra o biofilme de *E. faecalis*. Para o estudo, utilizou-se 60 blocos de dentina (n=60) com 3 semanas de biofilme de *E. faecalis* e foram divididos em 6 grupos iguais (n=10) e irrigador por 2 min ou deixados sem tratamento. Um grupo controle também foi estabelecido. As atividades antibacterianas dos irrigantes foram avaliadas pela contagem de UFCs. Para testar as atividades antimicrobianas residuais, 280 blocos de dentina (n=280) foram divididos em 7 grupos iguais (n=40) e irrigados por 2 min ou deixados sem tratamento e então incubados com suspensão de *E. faecalis* por 48 h. O número de *E. faecalis* viáveis foi significativamente menor nos grupos tratados com irrigantes em comparação com o controle não tratado ($p < 0,05$). O QMix teve a atividade antibacteriana mais forte. Já as atividades antimicrobianas residuais de CHX foram significativamente maiores em 12 h, 24 h e 36 h em comparação com o controle não tratado ($P < 0,05$). Todos os cinco irrigantes de canal radicular foram eficazes em alguma extensão contra *E. faecalis*, mas QMix e CHX tiveram a atividade antimicrobiana mais forte e CHX a mais longa (até 36 h).

Jose *et al.*, em 2016, compararam a atividade antimicrobiana do QMiX, NaOCl 2,5%, CHX a 2%, extrato de folha de goiaba e extrato de Aloe vera contra *E. faecalis* e *Candida albicans*, através de um estudo *in vitro*. A atividade antimicrobiana foi determinada pelo teste de difusão em ágar. As soluções foram divididas em cinco grupos: G1 - QMiX, G2 - Extrato de Folha de Goiaba e G3 - Extrato de Aloe vera, G4 - NaOCl a 2,5% e G5 - CHX 2%. As zonas de inibição do crescimento foram registradas. A análise estatística foi realizada utilizando ANOVA e post hoc de Tukey. Os valores obtidos foram analisados estatisticamente ($p < 0,05$). O QMiX apresentou efeito inibitório máximo contra *E. faecalis* e *Candida albicans*, seguido por CHX a 2%, NaOCl a 2,5%, extrato de folha de goiaba e extrato de aloe vera. Os resultados obtidos foram estatisticamente significativos. Com o estudo, pode-se concluir que o extrato de folha de goiaba apresentou efeitos inibitórios significativos contra *E. faecalis* e *Candida albicans*. O QMiX demonstrou os melhores resultados entre as soluções testadas e pode ser considerado como uma alternativa potencial aos irrigantes de canal radicular existentes.

Quintana *et al.*, em 2017, avaliaram o efeito inibitório do pó de dentina humana (HD), da albumina de soro bovino (BSA) e da endotoxina lipopolissacarídeo (LPS) sobre a atividade antibacteriana endodôntica de irrigantes endodônticos: NaOCl a 0,5%, 1%, 2,5% e 5%, CHX 2%, mistura BioPure de tetraciclina,

ácido cítrico e detergente (MTAD) e QMix. Para o estudo, foi utilizado o teste de contato direto contra *E. faecalis* por 2 min, 30 min e 6 h. Água isenta de pirogênio estéril foi o controle negativo. Após os períodos experimentais, foi utilizado um agente neutralizante. As UFCS foram determinadas por diluições seriadas de 10 vezes e cultura em placas de ágar. Os dados foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis e Dunn ($\alpha = 5\%$). Na ausência de inibidores, todos os irrigantes eliminaram *E. faecalis*. Em contato com a HD, todas as soluções eliminaram *E. faecalis* em 2 min, com exceção da MTAD. Na presença de BSA, apenas 5% de NaOCl eliminou *E. faecalis* em 2 min. LPS não afetou o efeito antibacteriano de qualquer irrigante. Aos 30 min e as 6h, todas as substâncias eliminaram *E. faecalis*. Pode-se concluir que na presença de albumina, os irrigantes precisaram de > 2 min para eliminar *E. faecalis*, exceto o NaOCl a 5%. O mesmo foi observado na presença de dentina quando *E. faecalis* foi exposto a MTAD.

Souza *et al.*, em 2017, avaliaram a eficácia de protocolos finais de irrigação no combate o *E. faecalis* e a influência na resistência de união do material obturador do canal radicular. Noventa dentes unirradiculares foram preparados com o sistema Protaper Universal e inoculados com uma solução de *E. faecalis* durante 15 dias, Sessenta amostras foram divididas aleatoriamente em 6 grupos (n = 10) e submetidas aos seguintes protocolos: G1 - DW (controle), G2 - 2% de CHX, G3 - QMix, G4 - 6,5% GSE, G5

– terapia fotodinâmico (PDT) com fibra óptica e G6 - PDT sem fibra óptica; a porcentagem de redução bacteriana foi verificada pela contagem de UFCs. As 30 amostras restantes foram submetidas aos mesmos protocolos de descontaminação (n = 5) e preenchidas com gutta-percha e seladas com AH Plus para realizar o teste de *push-out*. Os dados de ambos os testes foram submetidos a ANOVA seguido pelo procedimento post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$). A maior redução bacteriana foi observada para 2% de CHX, QMix e 6,5% de GSE, sem diferença estatisticamente significativa entre elas. A PDT, com e sem fibra óptica, demonstrou uma redução significativamente maior do que a DW, sem diferença estatisticamente significativa entre eles ($p < 0,05$). Para o teste *push-out*, os protocolos de descontaminação final mostraram valores de resistência de ligação semelhantes ($p < 0,05$), com a maior incidência de falha coesiva em todos os grupos. Os protocolos de descontaminação final testados mostraram eficácia contra *E. faecalis* e não interferiram com a força de ligação do material de preenchimento com a dentina do canal radicular.

Souza *et al.*, em 2018, avaliaram a influência da ativação ultrassônica sobre os irrigantes finais na atividade antimicrobiana, remoção de *smear layer* e resistência adesiva. Canais radiculares de 180 dentes humanos extraídos foram distribuídos em 3 testes experimentais (n = 60). Em cada teste, as amostras foram subdivididas em 6 grupos (n = 10) de acordo com os protocolos

finais de irrigação: G1: DW; G2: DW + ultrassom (US); G3: 17% de EDTA; G4: QMix; G5: 17% EDTA + US; e G6: QMix + US. A atividade antimicrobiana foi avaliada pela contagem de UFCs na remoção da *smear layer* por MEV e a resistência de união por teste de *push-out*. De acordo com os resultados, os grupos 4 e 6 proporcionaram maior redução bacteriana, os grupos 5 e 6 proporcionaram maior remoção da *smear layer*, os grupos 3, 4, 5 e 6 proporcionaram maior força de adesão. Diante dos resultados obtidos, a ativação ultrassônica não melhorou a atividade antimicrobiana e a resistência de união, porém melhorou a remoção da *smear layer*.

Ye *et al.*, em 2018, investigaram a eficácia antibiofilme de irrigantes do canal radicular em espaços do canal, istmos e túbulos dentinários. Cinquenta e um pré-molares unirradiculares, contendo istmo, foram instrumentados, autoclavados e inoculados com *E. faecalis* por 4 semanas. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em cinco grupos: (1) NaCl a 0,9%, (2) SilverSol / H₂O₂, (3) HYBENX, (4) QMix 2 em 1, (5) NaOCl a 6%. A suspensão de bactérias diluídas foi cultivada por 48 h para contagem das UFCs. As porcentagens de bactérias mortas e a espessura do biofilme foram avaliadas por microscopia confocal de varredura a laser (CLSM). A atividade metabólica, ácido láctico e síntese de polissacarídeos de *E. faecalis* foram analisados. Segundo os resultados, as porcentagens de bactérias mortas foram

significativamente afetadas pelo fator "irrigante" e pelo fator "localização". As porcentagens de bactérias mortas no istmo e canais foram: NaCl < SilverSol / H₂O₂ < HYBENX < QMix 2 em 1 < NaOCl. Apenas o NaOCl a 6% interrompeu o biofilme e reduziu significativamente sua espessura. As UFCs, atividade metabólica, polissacarídeo e produção de ácido láctico de *E. faecalis* foram reduzidas pelas soluções desinfetantes. Através destes resultados, conclui-se que QMix 2 em 1 foi eficaz em matar bactérias nos canais radiculares, perdendo apenas para o NaOCl 6% e nenhum dos irrigantes antibacterianos foi eficaz, em comparação com o NaOCl a 6%, na destruição de biofilmes.

Daí *et al.*, em 2011, avaliaram a capacidade de duas versões do QMiX, um irrigante antimicrobiano experimental, na remoção da camada de *smear layer* e de detritos das paredes do canal radicular. Os canais unirradiculares foram irrigados com NaOCl durante o preparo químico mecânico, usando como irrigação final um dos seguintes protocolos: (1) QMix I (pH=8), (2) QMix II (pH=7.5), (3) água destilada, (4) EDTA 17% e (5) BioPure MTAD. A contagem de *smear layer* foi realizada nos terços cervical, médio e apical dos canais radiculares por meio de MEV. De acordo com os resultados do estudo, os grupos 1 (QMix com pH 8), 2 (QMix com pH 7,5) e 4 (EDTA 17%) foram os mais efetivos na remoção de *smear layer*, sendo estatisticamente diferentes dos demais grupos. Quanto à remoção de detritos, não foi observada diferença

significativa entre os grupos de tratamento. Dentro das limitações do estudo, pode-se concluir que as duas versões experimentais de QMix são tão eficazes quanto o EDTA 17% na remoção de *smear layer* e de detritos das paredes do canal radicular após o uso de hipoclorito de sódio como irrigante endodôntico.

Eliot *et al.*, em 2014, avaliaram a eficácia sobre o tempo de aplicação de diferentes formulações de um novo irrigante endodôntico (QMix™ 2in1) para remover a *smear layer* do canal radicular e expor túbulos dentinários comparado a uma solução de EDTA 17%. Oitenta dentes unirradiculares humanos foram instrumentados utilizando NaOCl 6%. Os dentes foram divididos em 8 grupos de 10 raízes que foram irrigados com 3 mL de diferentes formulações de QMix: QMix A, QMix B e QMix C, ou 17% EDTA por 60 e 90 s, respectivamente, e depois enxaguados com 5 mL de água estéril. Uma superfície do canal de cada raiz foi avaliada usando MEV. Os dados foram analisados com o teste de somas de classificação de Kruskal-Wallis, o teste de comparação de todos os pares Steel-Dwass e o método Steel (com controle). Os resultados obtidos foram que no tempo de exposição de 90 s, a remoção da *smear layer* pelas soluções QMix A ($p = 0,043$), QMix B ($p = 0,018$) e QMix C ($p = 0,011$) foi superior ao EDTA. A análise mostrou que todas as três formulações de QMix foram superiores ao EDTA na remoção da *smear layer* e na exposição dos túbulos dentinários no sistema de canais radiculares.

Aktemur *et al.*, (2015) avaliaram as alterações na superfície de cones de guta-percha (GPCs) sobre a exposição às diferentes soluções de irrigação e seu possível efeito antibacteriano contra *E. faecalis*. A capacidade de desinfecção de diferentes soluções (NaOCl a 5,25%, CHX a 2%, ácido peracético 1% e QMix foi testada com 96 GPCs e o tempo de exposição a cada solução foi de 5 e 10 minutos, respectivamente. Os GPCs usados neste estudo foram contaminados com *E. faecalis*. Após a desinfecção, os GPCs foram colocados em tubos contendo o meio e incubados a 37 ° C por 7 dias. Todos os tubos foram visualmente testados quanto à turbidez em intervalos de 24 horas. Cerca de 92 novos GPCs foram analisados por meio de MEV / EDS (espectroscopia de raios X por dispersão de energia) para avaliar a topografia e os elementos químicos presentes em sua superfície. Os dados gerados foram analisados pelo teste do qui-quadrado de Pearson, $p < 0,05$. Não houve diferenças estatisticamente significantes na qualidade da desinfecção entre as soluções de irrigação nas GPCs contaminadas com *E. faecalis* ($p > 0,05$). Análises MEV / EDS não mostraram alterações nas características superficiais das GPCs após o tratamento com várias soluções de irrigação. Concluíram então, que o QMix foi encontrado para ser um agente eficaz para desinfecção rápida de GPCs como soluções de irrigação bem conhecidas. Verificou-se que as soluções de irrigação esterilizaram os GPCs após 5 e 10 min de exposição.

Arslan *et al.*, em 2016, avaliaram a eficácia da solução QMix na remoção de *smear layer* usando as seguintes técnicas de ativação de irrigação: o sistema EndoActivator (EA), a foto iniciação de penetração fotoacústica (PIPS), e o laser Er:YAG com uma fibra óptica intracanal. Sessenta e quatro dentes humanos extraídos unirradiculares foram instrumentados com o sistema ProTaper até a lima F4. Os canais foram irrigados com NaOCl a 5,25% e uma solução salina, durante 1 min cada. Os espécimes foram então divididos aleatoriamente em 4 grupos experimentais e 4 grupos controle (n=8) de acordo com a técnica de ativação do irrigante final: grupo 1, 2,5 mL QMix; grupo 2, QMix + EA; grupo 3, QMix + PIPS; e grupo 4: QMix + Er: YAG. A DW ativada com laser de baixa intensidade foi utilizada como controle nos grupos 5, 6, 7 e 8. Após realizados os protocolos de irrigação final, as raízes foram seccionadas longitudinalmente e observadas em um MEV. As imagens foram captadas nos terços coronário, médio e apical dos canais radiculares, utilizando magnificação de 1000x. A partir das imagens e dados obtidos, foi possível concluir que o EA e o laser Er:YAG aumentaram a capacidade de remoção da *smear layer* do QMix no terço apical dos canais radiculares. Por outro lado, o estudo demonstrou que a PIPS aumentou a capacidade de remoção de *smear layer* do QMix no terço coronário.

Vemuri *et al.*, em 2016, compararam a eficácia da remoção da *smear layer* de diferentes soluções irrigantes no terço apical do

canal radicular por meio de um estudo *in vitro*. Quarenta dentes pré-molares mandibulares humanos unirradiculares foram coletados e preparados pelo sistema rotatório ProTaper. Os dentes preparados foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n = 10): solução salina (Grupo 1; controle negativo), EDTA (Grupo 2), BioPure MTAD (Grupo 3) e QMix 2 em 1 (Grupo 4). Após a irrigação final com os irrigantes testados, os dentes foram divididos em 2 metades longitudinalmente e observados em um MEV para verificar a remoção da *smear layer*. As imagens foram então analisadas quanto à quantidade de *smear layer* presente utilizando um sistema de 3 pontos e os dados analisados usando o teste de Kruskal-Wallis e o teste Mann-Whitney U. A comparação dos grupos mostrou diferença estatisticamente significativa na eficácia da remoção da *smear layer* dos irrigantes testados e o QMix 2 em 1 foi considerado mais eficaz na remoção de *smear layer* quando comparado a outros irrigantes testados.

Cecchin *et al.*, em 2015, avaliaram o efeito de GSE, NaOCl, CHX e QMix como agentes antimicrobianos contra *E. faecalis* e sua influência na força de flexão e tração final da dentina de canal radicular. Os canais radiculares foram divididos em 5 grupos (n = 10) de acordo com as substâncias utilizadas: NaOCl a 2,5%, CHX a 2%, GSE a 6,5%, QMix e grupo controle DW. A irrigação final foi feita com EDTA a 17% em todos os grupos, exceto quando o DW foi usado. O número de UFC foi utilizado para avaliar a

atividade antimicrobiana. Feixes de dentina foram utilizados para avaliar a resistência à flexão após o tratamento com substâncias como descrito anteriormente (n = 10). A UTS foi avaliada após o tratamento de cortes em formato de ampulheta dentinária radicular com as mesmas substâncias (n = 30). A menor contaminação bacteriana foi observada para CHX e GSE, enquanto NaOCl e QMix apresentaram atividade antimicrobiana intermediária ($p > 0,05$). NaOCl e QMix reduziram significativamente as propriedades mecânicas da dentina (resistência à flexão e UTS) ($p < 0,05$) e não houve diferença estatística entre CHX, GSE e DW ($p > 0,05$). CHX e GSE foram mais eficazes que NaOCl e QMix contra *E. faecalis*. Além disso, não prejudicaram as propriedades mecânicas da dentina, como observado para NaOCl e QMix. O uso de GSE pode ser recomendado para procedimentos endodônticos, pois possui boa atividade antimicrobiana e não interfere nas propriedades mecânicas da dentina; similarmente a CHX.

Aksel *et al.*, em 2016, estudaram o efeito inicial NaOCl sobre a capacidade de descalcificação e erosão de EDTA e QMix. Sessenta dentes incisivos maxilares foram divididos longitudinalmente em 2 metades e o experimento foi conduzido em 2 momentos. No primeiro momento as metades de 80 dentes foram tratadas com e sem NaOCl inicial e EDTA. No segundo momento as metades de 40 dentes foram imersas em NaOCl e QMix. Após cada tratamento, a liberação de íon cálcio foi determinada com

fotometria e a erosão foi analisada utilizando MEV. NaOCl inicial levou a um aumento, dependente do tempo, no efeito da remoção de cálcio de 17% de EDTA ($p < 0,05$). A taxa de remoção de cálcio e erosão da parede do canal radicular foi consideravelmente mais severa com o uso de 5% de NaOCl durante 3 min ($p < 0,05$). O QMix como solução final mostrou menos descalcificação e erosão que o EDTA 17% quando utilizado 5% de NaOCl como irrigante inicial ($p < 0,05$). A otimização do tempo de aplicação e a concentração de NaOCl pode diminuir o efeito de descalcificação dos agentes quelantes.

Baldasso *et al.*, em 2017, avaliaram os efeitos de 4 agentes quelantes endodônticos, seguidos de NaOCl a 2,5%, como regimes finais de irrigação em componentes orgânicos e inorgânicos da dentina radicular humana. Sessenta incisivos inferiores foram preparados e divididos aleatoriamente em seis grupos ($n = 10$): QMiX, ácido peracético a 1%, EDTA a 17%, ácido cítrico a 10%, NaOCl a 2,5% (controle de solução) DW (controle negativo). Após a irrigação com os agentes quelantes, foi realizado uma lavagem final com NaOCl a 2,5%. Os espécimes foram divididos longitudinalmente em metades; um foi designado para análise de componentes orgânicos por microscopia de luz polarizada (PLM) e outro para análise de estrutura inorgânica por MEV. Os dados das pontuações obtidos na análise de PLM foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Dunn ($p < 0,05$). Os

achados do MEV foram apresentados descritivamente. Os grupos NaOCl e DW apresentaram uniformidade na rede fibrilar e *smear layer* obliterando os túbulos dentinários, enquanto o grupo do ácido cítrico apresentou alteração nos componentes orgânicos e inorgânicos da dentina. O grupo EDTA não apresentou diferenças em relação aos outros componentes orgânicos, mas alterou a estrutura inorgânica. Os grupos QMix e ácido peracético não causaram alteração morfológica significativa no colágeno e removeram a *smear layer* sem modificação da estrutura inorgânica. Como irrigação final, as soluções de QMix e ácido peracético, seguidas de NaOCl a 2,5%, apresentaram melhor comportamento que os demais agentes quelantes testados, preservando componentes orgânicos e inorgânicos da dentina radicular humana.

Aranda-Garcia *et al.*, em 2013, avaliaram a eficácia do QMix, do SmearClear e do EDTA 17% na remoção de *debris* e *smear layer* das paredes do canal radicular, e sua influência sobre a resistência de união de um cimento endodôntico à base de resina epóxica. Quarenta caninos superiores humanos extraídos foram distribuídos, após a instrumentação, em 4 grupos (n=10), de acordo com os seguintes protocolos de lavagem final: G1 – DW (controle); G2 – EDTA 17%; G3 – SmearClear; e G4 – QMix. Os espécimes foram submetidos a uma análise em MEV para avaliar a presença de *debris* e *smear layer*, respectivamente, nos terços apical ou cervical. Na sequência do estudo, 40 caninos superiores humanos

instrumentados foram divididos nos mesmos quatro grupos (n=10) descritos anteriormente. Após a realização dos protocolos de irrigação final, os canais radiculares foram preenchidos com cimento AH Plus. As raízes foram seccionadas transversalmente para se obter fatias dentinárias dos terços cervical e apical, que foram submetidas ao teste de *push-out* para avaliação da resistência de união. Quanto à remoção de *debris* e *smear layer*, não houve diferença entre os grupos 2, 3 e 4, sendo estatisticamente superiores ao grupo controle. Da mesma forma, não houve diferença entre os grupos 2, 3 e 4, sendo estatisticamente superiores ao grupo controle, no que diz respeito à resistência de união.

Elnaghy, em 2014, investigou o efeito do irrigante QMix em comparação com várias outras soluções irrigantes na resistência de união de pinos de vidro à dentina radicular. Foram utilizados 150 dentes unirradiculares, que foram divididos em 6 grupos (n=25), de acordo com o protocolo de irrigação utilizado: grupo 1, água destilada; grupo 2, NaOCl 5,25%; grupo 3, CHX 2%; grupo 4, EDTA 17%; grupo 5, EDTA 17% + CHX 2%; e grupo 6, QMix. Após os protocolos de irrigação, os pinos de fibra de vidro foram cimentados no interior do canal radicular utilizando um cimento resinoso dual autoadesivo (iCEM), para posterior corte dos discos e submissão ao teste de *push-out*. De acordo com os resultados do estudo, os grupos 5 (EDTA 17% + CHX 2%) e 6 (QMix) demonstraram os maiores valores médios de resistência de união

em todos os terços do canal radicular entre os grupos testados. Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que o QMix é um irrigante eficaz que pode remover a *smear layer* e abrir os túbulos dentinários, sem comprometer a resistência de união à dentina radicular de pinos de fibra de vidro cimentados com cimento resinoso dual autoadesivo.

Elnaghy *et al.*, (2014) avaliaram o efeito do QMix e de outros irrigantes endodônticos convencionais na força de adesão do Biodentine (BD) e WMTA. Cento e oitenta fatias de dentina com uma espessura de 1,0 mm foram preparadas. BD e WMTA foram colocados dentro dos lúmens das fatias de raiz (n = 90). Em seguida, os espécimes de cada material foram divididos em 6 grupos (n = 15) de acordo com a solução de irrigação (salina, NaOCl 5,25%, CHX 2%, EDTA 17% ou QMix) imersos no mesmo por 30 min. Para o grupo controle, um algodão molhado foi colocado sobre a amostra. Em seguida, determinou-se a força de adesão por meio de uma máquina universal de ensaios, e determinou-se o modo de falha de união com auxílio de um estereomicroscópio. As microestruturas morfológicas dos espécimes foram avaliadas com MEV. Os dados foram analisados utilizando ANOVA e teste post-hoc de Tukey. BD revelou maior força de adesão do que WMTA (p <0,05). O WMTA foi significativamente afetado após a exposição à solução de 2% de CHX. O QMix não comprometeu a força de adesão de BD ou

WMTA. A maioria das falhas para BD foi coesa, enquanto para WMTA, falhas adesivas foram o tipo predominante. Uma mudança substancial na microestrutura de BD e WMTA ocorreu após a exposição a diferentes soluções de irrigação. Concluíram que o QMix não afetou a força de adesão de BD ou WMTA. A DB mostrou maior resistência do que a WMTA às forças de deslocamento da dentina radicular.

Uzunoglu *et al.*, em 2015, avaliaram o efeito de temperaturas de QMix e EDTA na força de adesão de AH Plus. Sessenta pré-molares foram preparados com o ProTaper F4. Durante o preparo foi realizado NaOCl a 3%. Os espécimes foram divididos em 4 subgrupos como segue: EDTA a 17% a 22 e 37; 5 mL de QMix a 22 e 37. Três espécimes de cada grupo foram preparados para observação usando MEV. As raízes remanescentes foram obturadas e preparadas para um teste de *push-out*. Os dados foram analisados pelos testes Anova e Bonferroni ($p < 0,05$). Amostras irrigadas com QMix apresentaram maiores valores de força de adesão do que aquelas irrigadas com EDTA ($p = 0,01$), independente da temperatura. As amostras irrigadas com EDTA a 37° C resultaram em maiores valores de resistência de união do que as irrigadas com EDTA a 22° C ($p < 0,001$). Concluíram então, que o irrigante final afeta os valores de resistência de união do AH e da dentina radicular irrigada com EDTA. A força de adesão do cimento AH Plus à dentina do canal radicular pode melhorar com

o QMix.

Akman *et al.*, (2016) analisaram o efeito do tratamento após a cimentação de pinos de fibra de vidro com agentes quelantes sobre a força de adesão *push-out*; As raízes de dentes humanos foram preparadas e obturadas. Os *post space* foram preparados com brocas *PeesoReamer*. Os *post-spaces* foram irrigados com NaOCl e EDTA com QMix, NaOCl e EDTA, NaOCl e ácido cítrico, NaOCl e salina como grupo controle. Pinos de fibra de vidro i-TFC foram então vedados com sistema de ligação i-TFC. As amostras foram seccionadas horizontalmente. A resistência ao deslocamento foi medida. A força de adesão *push-out* (MPa) foi calculada. Consequinte, os dados obtidos foram analisados. O grupo NaOCl / QMix apresentou valores mais elevados para a dentina, enquanto o grupo NaOCl / ácido cítrico apresentou os menores valores. O pós-sistema i-TFC demonstrou valores de resistência de união iguais quando tratados com NaOCl / EDTA ou NaOCl / Solução salina. Pode-se concluir que o *post space* poderia ser tratado com NaOCl e QMix, a fim de aumentar a adesão do sistema pós-i-TFC ao sistema radicular.

2.3 Ácido Glicólico

O ácido glicólico (GA) é definido pela IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) como ácido

hidroxietanóico sendo também chamado de ácido hidroxiacético. Apresenta-se na forma de um sólido cristalino incolor, inodoro e higroscópico, sendo altamente solúvel em água. É um componente químico utilizado principalmente na indústria farmacêutica, em especial, como ingrediente de cosméticos utilizados na pele e também como um monômero na preparação do PLGA (poly lactic-co-glycolic acid) que é um polímero biocompatível e biodegradável utilizado na engenharia tecidual (KATAOKA *et al.*, 2001; HUDNALL, 2000; SMISSEN *et al.*, 2015).

Ele apresenta dois átomos de carbono sendo um associado a um grupo carboxila e outro associado a uma hidroxila. Como cosmético, o seu pH varia de 0,08 – 2,75 (ROBERTS, 2004) sendo empregado em concentrações de 20 – 70% (FISCHER *et al.*, 2010). Apresenta um baixo peso molecular (76,05 g/mol) e apresenta função de álcool e ácido. Em ambiente aquoso ele dissocia em glicolato e íon hidrogênio e, em condições ácidas, ele forma polímeros conhecidos como glicólicos (CHAUHAN *et al.*, 2002). É classificado quanto a sua ação esfoliante em muito superficial (30 – 50% aplicado por 1-2 min), superficial (50 – 70% aplicado por 2-5 min) e média profundidade (70% aplicado por 3-15 min) (FABBROCINI *et al.*, 2009). Além disso, é relatada uma ação anti-inflamatória, queratolítica e antioxidante associada ao emprego da substância sendo estas ações intimamente ligadas à concentração do produto (FARTASCH *et al.*, 1997).

Na indústria cosmética, tem sido demonstrado que o ácido glicólico penetra facilmente na pele quando comparado aos demais ácidos alfa-hidroxi dos quais fazem parte o ácido cítrico, ácido málico e outros ácidos. Esta ação ocorre devido ao pequeno tamanho de sua molécula sendo, desta forma, efetivo como esfoliante de pele (KATOAKA *et al.*, 2001). Estudos *in vitro* e *in vivo* têm demonstrado ainda que esta substância tem capacidade de induzir síntese de colágeno e a proliferação de fibroblastos (KIM *et al.*, 1998; THIBAUT *et al.*, 1998). Além disso, um estudo prévio investigou as alterações na indução gênica do colágeno e na produção do ácido hialurônico na derme e epiderme com administração do ácido glicólico. Os autores verificaram que o GA aumentou a resposta destes marcadores quando administrado em concentração de 20% sugerindo assim, a ocorrência de uma remodelação da matriz extracelular da derme e epiderme como resultado da ação do ácido (BERNSTEIN *et al.*, 2001). Portanto, devido às suas características químicas e ação biológica, o ácido glicólico parece ser atrativo para uso na odontologia e, assim como o ácido cítrico, o seu emprego como agente quelante durante o tratamento endodôntico pode apresentar resultados interessantes.

Kim *et al.*, em 1998, avaliaram o efeito primário do ácido glicólico na síntese de colágeno que pode ser alcançado pela ativação funcional ou proliferação de fibroblastos. O tratamento com ácido glicólico foi comparado *in vivo* com ácido láctico (ratos

sem pêlo) e *in vitro* com ácido málico (cultura de fibroblastos de pele humana normal) com controles. Para encontrar a ativação funcional dos fibroblastos, realizou-se o ensaio Northern blot para a síntese de colagénio tipo I com análise histométrica (*in vivo*). Foi determinado o ensaio de MTT com imunoensaio enzimático de peptídeo C, de pró-colágeno tipo I (PICP) e radioisopo ([³H] prolina), incorporando produto de colágeno de fibroblastos cultivados. A expressão *in vivo* do mRNA do colágeno com análise histométrica revelou maior síntese de colágeno pelo ácido glicólico comparado ao ácido láctico e controle. O efeito proliferático celular *in vitro* da produção glicólica e de maior quantidade de colágeno mostrou um aumento constante de um modo dependente da dose. Concluíram que tanto *in vivo* como *in vitro*, o tratamento com ácido glicólico aumentou a produção de proliferação de colágeno e fibroblastos. Esses efeitos podem ser o mecanismo pelo qual o ácido glicólico reverte o processo de envelhecimento.

Thibault *et al.*, em 1998, avaliaram a eficácia de uma formulação não neutralizada de ácido glicólico 5% no tratamento do envelhecimento facial e cervical. Setenta e cinco voluntários foram recrutados para participar deste estudo clínico duplo-cego randomizado controlado por placebo. Os participantes aplicaram o creme de ácido glicólico a 5% ou o creme placebo na face por um período de 3 meses. As avaliações clínicas pré e pós-tratamento dos efeitos do fotoenvelhecimento foram feitas pelo mesmo

médico e analisadas quanto à significância estatística. No geral, houve tendências para uma melhoria maior ou menor agravamento no grupo do ácido glicólico para todas as avaliações clínicas para o fotoenvelhecimento. Houve melhora estatisticamente significativa favorecendo o creme ativo na textura geral da pele e descoloração. Houve uma tendência a favorecer o ácido glicólico na redução das rugas, mas isso não alcançou significância estatística. O creme tópico com 5% de ácido glicólico não neutralizado, quando utilizado numa base diária regular, pode melhorar alguns efeitos do fotoenvelhecimento.

Bernstein *et al.*, em 2001, avaliaram as alterações da indução gênica de colágeno e produção de ácido hialurônico epidérmico e dérmico como resultado do ácido glicólico administrado. Neste estudo, foi comparada a expressão gênica de colágeno a partir de amostras de biópsia de pele e a coloração imunohistoquímica de ácido hialurônico epidérmico e dérmico entre pele tratada com ácido glicólico e pele tratada com veículo. A pele do antebraço foi tratada com 20% de loção de ácido glicólico ou um controle de veículo de loção duas vezes ao dia durante 3 meses. Ácido hialurônico epidérmico e dérmico, bem como a expressão do gene e do colágeno, foram todos aumentados na pele tratada com ácido glicólico em comparação com os controles tratados com veículo. Concluíram que o remodelamento epidérmico e dérmico da matriz extracelular resulta do tratamento com ácido glicólico. Intervalos

de tratamento mais longos podem resultar em deposição de colágeno.

Cecchin *et al.*, em 2018, avaliaram o uso de GA como pré-tratamento superficial para aplicações de restauração dentária. O padrão de condicionamento do pré tratamento com GA dos tecidos duros dentais foi avaliado por microdureza superficial e MEV. A eficiência do condicionamento de superfície com GA nas resistências adesivas de resina de esmalte e dentina foi avaliada usando dois modos de aplicação de condicionador (fricção e sem fricção) e três sistemas adesivos (Single Bond [SB], One Step Plus [OSP] e Scotchbond Universal [SBU]). As medidas de microdureza Knoop foram realizadas em superfícies polidas de esmalte e dentina antes e após tratamento com 35% GA, 35% ácido fosfórico (PA) ou água destilada (grupo controle) por 30 segundos. O teste de resistência adesiva à microtração foi realizado em esmalte e dentina. A análise ultraestrutural da interação superficial e interfacial foi realizada qualitativamente usando MEV. Condicionamento com PA ou GA diminuiu significativamente a microdureza do esmalte, com GA sendo significativamente menos agressivo do que PA ($p < 0,001$), enquanto ambos os ácidos apresentaram decréscimos semelhantes na microdureza da dentina ($p = 0,810$). MEV revelou padrões de condicionamento semelhantes de GA e PA, enquanto aparentemente uma camada híbrida mais fina foi observada para grupos GA. Na dentina, as

forças de adesão foram estatisticamente semelhantes entre os grupos PA e GA, independentemente do modo de aplicação do condicionamento ($p > 0,05$). No entanto, a fricção do GA aumentou a força de adesão ao esmalte. PA e GA aumentaram significativamente a força de união do SBU ao esmalte quando comparado ao SB e AO ($p < 0,05$). Concluíram que o GA condicionou efetivamente as superfícies de esmalte e dentina.

Dalbello *et al.*, (2019) investigaram os efeitos do GA sobre a microdureza, rugosidade, distribuição de conteúdo mineral da dentina, remoção da camada de smear layer e citotoxicidade. Cimentos humanos foram divididos aleatoriamente em 6 grupos: DW, 17% EDTA, 10% ácido cítrico, 5% GA, 10% GA, e 17% GA. Microdureza e rugosidade foram medidas no lúmen do canal. Imagens de MEV ($2000 \times$) para avaliação da remoção da *smear layer* foram realizadas e espectroscopia de raios X por dispersão de energia (EDS) para análise química. O ensaio de viabilidade celular foi feito em células de fibroblastos. Os autores concluíram que a menor microdureza e maior rugosidade foram observadas para 17% de GA. Além disso, GA mostrou a capacidade de remover a camada de smear layer para um nível similar ao EDTA e ácido cítrico, sem diferença estatística entre as concentrações utilizadas. GA e ácido cítrico mostraram-se citotóxicos de uma maneira dependente da dose. GA mostrou potencial como agente endodôntico para irrigação final em terapias do canal radicular.

Barcellos *et al.*, em 2020 avaliaram os efeitos do ácido GA (com pH 1,2 e 5) e do EDTA nas propriedades químicas e mecânicas da dentina para investigar o uso potencial do GA como irrigante final para uso endodôntico. Foram avaliadas as alterações na microdureza, remoção de *smear layer*, erosão, distribuição do conteúdo mineral, relação apatita/colágeno e resistência à flexão da dentina mineralizada tratada com GA. Solução salina foi usada como grupo controle negativo. A microdureza Knoop (KHN) foi medida no lúmen do canal radicular dos segmentos radiculares. Imagens MEV de cortes radiculares foram obtidas para avaliação da remoção da *smear layer* e erosão dentinária em segmentos radiculares e espectroscopia de energia dispersiva de raios-X (EDS) foi usada para distribuição do conteúdo mineral. Os resultados de KHN foram analisados estatisticamente com ANOVA e testes de Tukey ($\alpha = 0,05$). Os escores de *smear layer* e erosão dentinária foram analisados com os testes de Kruskal-Wallis e Dunn ($\alpha = 0,05$). A dentina radicular tratada com EDTA e GA apresentou KHN semelhante independente do pH ($p > 0,05$). No entanto, KHN foi significativamente reduzido nos grupos EDTA e GA quando comparados ao grupo controle ($p < 0,001$). GA mostrou a mesma capacidade de remover a *smear layer* e causar erosão dentinária que o EDTA. Os resultados de EDS mostraram que as soluções de GA e EDTA não alteraram a distribuição do conteúdo mineral da dentina. A relação apatita / colágeno reduziu

com todas as soluções irrigantes e foi menor com GA pH 5 ($p < 0,001$). Pode-se concluir que o GA possui capacidade de remoção de *smear layer* semelhante ao EDTA. O GA não afeta negativamente as propriedades químicas/ mecânicas e não aumenta a erosão dentinária. O uso de AG com baixo pH parece promover menor alteração na relação colágeno, mas mais estudos são necessários para estabelecer um protocolo clínico ideal. Portanto, este estudo apóia o uso potencial de GA como uma solução de irrigação final alternativa para o preparo do canal radicular.

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo avaliou, *in vitro*, as propriedades de um novo irrigante final composto por ácido glicólico, clorexidina e um agente surfactante (cetrimida) e seu uso na endodontia.

Avaliou-se, por meio da contagem de UFC e microscopia confocal, a ação antimicrobiana de um novo irrigante final em um modelo de canais radiculares infectados com *Enterococcus faecalis*.

Avaliou-se, por meio da microscopia eletrônica de varredura com emissão de campo, a influência na capacidade de remoção de *smear layer* de um novo irrigante final.

Avaliou-se, por meio do teste de *push-out*, a influência de um novo irrigante final na resistência de união do material obturador e restaurador à dentina radicular.

Avaliou-se, *in vitro*, a influência do uso de um novo irrigante final na resistência de união de pinos de fibra de vidro cimentados com cimento resinoso autoadesivo Rely-X U200 à dentina radicular, por meio do teste de *push-out*.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo (CAAE 37578720.9.0000.5342) (Anexo 1).

O novo irrigante final foi formulado no laboratório da Faculdade de Farmácia da Universidade de Passo Fundo.

Cento e cinquenta dentes humanos unirradiculares extraídos foram obtidos junto ao Biobanco da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo. Os dentes foram imersos em água destilada e imediatamente armazenados sob refrigeração até o início dos experimentos, no intuito de preservar suas propriedades. Dos 150 dentes humanos, 50 foram utilizados para avaliação da ação antimicrobiana por meio da contagem de unidades formadoras de colônias (UFCs), 50 foram utilizados para avaliação da remoção de *smear layer*, 25 foram utilizados para avaliação da resistência de união de material obturador à dentina radicular e 25 foram utilizados para avaliação da resistência de união de material restaurador à dentina radicular.

A seguir, serão detalhadas todas as avaliações que foram

realizadas.

4.2 Avaliação da ação antimicrobiana – contagem de UFCs

4.2.1 Obtenção e preparo das amostras

Cinquenta dentes humanos unirradiculares extraídos foram utilizados para esta avaliação. A porção coronária foi seccionada na junção amelocementária de forma que o remanescente radicular apresentasse um comprimento de 15 mm. Foi utilizado para o corte, um disco de diamante rotativo (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), acoplado a uma peça reta de baixa rotação, sob constante refrigeração.

Todas as raízes foram preparadas utilizando o mesmo protocolo, no intuito de remover o tecido pulpar e padronizar o diâmetro do canal. O comprimento de trabalho foi estabelecido a partir da introdução de uma lima tipo-K nº 10 no canal radicular, até que sua ponta fosse visualizada no forame apical. A partir desta medida foi reduzido 1mm, estabelecendo o comprimento de trabalho.

O preparo cervical foi realizado com broca Largo nº 3 e a ampliação apical foi realizada com o sistema rotatório *ProTaper Dentsply Maillefer, Ballaigues*, Suíça), seguindo a sequência de limas S1, S2, F1, F2 e F3. Todos os instrumentos foram utilizados

no comprimento de trabalho, com velocidade de 250 rpm e torque de 2 N, programados previamente no motor X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). A substância química auxiliar utilizada durante a instrumentação das raízes foi água destilada (Decloquimis, São Paulo, SP, Brasil), que foi renovada a cada troca de instrumento. Após a instrumentação, foi realizada uma lavagem final com 3 mL de EDTA 17% (Iodontosul, Porto Alegre, RS, Brasil), para a remoção de *smear layer*.

Após a conclusão da padronização do diâmetro dos canais radiculares, foi realizado o vedamento do forame apical com resina fotopolimerizável Opallis (FGM, Joinville, SC, Brasil), para evitar o extravasamento das substâncias testadas durante o experimento. A impermeabilização externa das raízes também foi realizada através de duas aplicações de adesivo à base de cianoacrilato (SuperBonder – Henkel, São Paulo, SP, Brasil). Cada raiz foi fixada com silicone de condensação Putty-C para impressão (Silon2APS - Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) em um microtubo plástico (Axygen Inc, Union City, CA, EUA), de modo que a porção cervical ficasse posicionada para cima.

As amostras foram alocadas em caixas de polipropileno (; Heathrow Scientific, Vernon Hills, IL, Estados Unites) e esterilizadas à temperatura de 120 °C em autoclave (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil), por um período de 30 minutos.

4.2.2 Preparo do inóculo

A estirpe microbiana de referência utilizada foi *E.faecalis* (ATCC 29212), obtida no Laboratório de Microbiologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Passo Fundo. As bactérias foram ativadas e cultivadas em caldo BHI (Brain Heart Infusion) durante 24 horas a 37°C em uma estufa bacteriológica. Após o período de incubação, o grau de turbidez do inóculo foi ajustado de acordo com a escala 0,5 de McFarland, que corresponde a $1,5 \times 10^8$ UFC/ml, referente a uma absorvância de 625 nm de 0,8 a 0,10.

4.2.3 Contaminação dos canais radiculares

Em cada uma das 50 amostras previamente esterilizadas, foi realizada a inoculação com o auxílio de seringas descartáveis de 1 mL. Uma alíquota de 100 µL do inóculo de *E. faecalis* contido no tubo de ensaio foi inserida no interior dos canais radiculares (Figura 10) até o seu completo preenchimento. A cultura de *E. faecalis* foi mantida durante 14 dias, a fim de promover o crescimento de bactérias e a formação de biofilme, renovando o caldo BHI a cada 48 horas. Todos os procedimentos foram realizados sob condições assépticas em uma câmara de fluxo laminar.

A cada 48 horas, uma amostra de cada grupo foi escolhida aleatoriamente para ser submetida ao controle microbiano, no intuito de verificar a ausência de contaminação por outras espécies microbianas, garantindo uma cultura pura de *E. faecalis*. Um cone de papel estéril com calibre #35 (Tanari, Manaus, AM, Brasil) foi introduzido no canal radicular e mantido em contato com as paredes do canal radicular, durante 30 segundos. Em seguida, o cone de papel foi transferido para um microtubo de plástico estéril contendo 1 mL de solução salina estéril. O conteúdo foi homogeneizado em um agitador e, então, realizada a semeadura através da técnica das gotas, sendo pingadas cinco gotas de 15 µL de cada amostra em placas de Petri contendo PCA. As amostras foram incubadas a 37°C durante 48 horas e, em seguida, foi realizada análise da morfologia das UFCs, bem como análise de coloração de Gram, a fim de verificar a confirmação de contaminação somente por *E. faecalis*.

4.2.4 Classificação dos grupos de tratamento

Após o período de 14 dias de contaminação com *E. faecalis*, as 50 amostras foram irrigadas com 5 mL de água destilada estéril, aspiradas e secas com cones de papel absorvente calibre #35 (Figura 17; Tanari, Manaus, AM, Brasil). Em seguida, as amostras foram divididas em cinco grupos (n=10), de acordo com o protocolo de irrigação final, como segue abaixo: G1- água destilada

(negativo); G2- EDTA 17%; G3- QMix; G4- GA 17%; G5- irrigante experimental (GA + CHX + Agente Surfactante).

Ao término dos protocolos de irrigação final, os canais radiculares de todos os grupos foram aspirados e secos com cones de papel absorvente F3 do sistema rotatório ProTaper (*Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça*).

Após os canais radiculares foram preenchidos com os irrigantes finais testados, que permaneceram em contato com as paredes do canal pelo período de 1 minuto. Ao término dos protocolos de irrigação final, foi realizada irrigação com 5mL de água destilada e os canais radiculares de todos os grupos foram aspirados e secos com cones de papel absorvente calibre #35 (Tanari, Manaus, AM, Brasil).

4.2.5 Realização das coletas e análise microbiológica

A coleta do conteúdo microbiano do interior do canal radicular das amostras foi realizada em dois momentos. A primeira coleta (S1) foi realizada imediatamente após o período de contaminação das amostras e a segunda coleta (S2) foi realizada imediatamente após os protocolos de irrigação final testados. As coletas (S1 e S2) foram realizadas da mesma forma. O canal radicular foi preenchido com solução salina estéril e uma ponta de papel absorvente estéril calibre #35 foi introduzida no interior do

canal radicular, realizando movimentos circulares, no intuito de encostar intencionalmente em todas as paredes do canal, pelo período de 30 segundos. Depois disso, a ponta de papel absorvente foi transferida para um microtubo contendo 1 ml de solução salina estéril. O material foi homogeneizado e diluído até 10^{-3} . Alíquotas foram semeadas em placas de Petri contendo PCA através da técnica das gotas, no local correspondente da diluição utilizada. As placas foram incubadas durante 24 horas a uma temperatura de 37°C. Após o período de incubação, a contagem do número de UFCs foi realizada nas placas.

4.2.6 Análise estatística

A análise estatística foi realizada calculando o percentual de redução de *E. faecalis* a partir da contagem inicial e final de unidades formadoras de colônias nos diferentes grupos de protocolos de irrigação final, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Percentual de redução} = 100 - [(\text{Valor final}/\text{Valor inicial}) \times 100].$$

One-way ANOVA foi aplicado na avaliação microbiológica, seguido pelo procedimento de post hoc de Tukey, a 5% de nível de significância. Os dados foram analisados utilizando o programa SPSS versão 17.0 (SPSS, Chicago, IL, Estados Unidos).

4.3 Avaliação da remoção de *smear layer*

4.3.1 Obtenção e preparo das amostras

Cinquenta dentes humanos unirradiculares extraídos foram utilizados para esta avaliação.

A porção coronária foi seccionada com disco de diamante na junção amelocementária, de forma que o remanescente radicular apresentasse um comprimento de 15 mm. Foi utilizado para o corte, um disco de diamante rotativo (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), acoplado a uma peça reta de baixa rotação, sob constante refrigeração.

Todas as raízes foram preparadas utilizando o mesmo protocolo, no intuito de remover o tecido pulpar e realizar o preparo químico-mecânico. O comprimento de trabalho foi estabelecido a partir da introdução de uma lima tipo-K no 10 no canal radicular, até que sua ponta fosse visualizada no forame apical. A partir desta medida foi reduzido 1mm, estabelecendo o comprimento de trabalho. Os canais radiculares foram ampliados na direção cervico-apical, utilizando brocas Gates-Glidden #6, #5, #4 e #3 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), em baixa rotação, até atingir o comprimento de trabalho. A substância química auxiliar utilizada durante a instrumentação das raízes foi água

destilada (Decloquimis, São Paulo, SP, Brasil), que foi renovada a cada troca de instrumento.

4.3.2 Classificação dos grupos de tratamento

Após a realização do preparo químico-mecânico, as 50 amostras foram divididas, aleatoriamente, em 5 grupos (n=10), de acordo com os protocolos de irrigação final utilizados para a remoção de *smear layer*, como segue: G1- água destilada (negativo); G2- EDTA 17% ; G3- QMix ; G4- GA 17% ; G5- irrigante experimental (GA + CHX + Agente Surfactante)

Os canais radiculares foram preenchidos com os irrigantes finais testados, que permaneceram em contato com as paredes do canal pelo período de 1 minuto. Após esse período foi realizada irrigação com 5 ml de água destilada.

Para inserção dos irrigantes finais testados no interior dos canais radiculares foi utilizada seringa descartável estéril e agulha de calibre 30 (Figura 27; Navi-Tip – Ultradent, South Jordan UT, Estados Unidos).

Ao término dos protocolos de irrigação final, os canais radiculares de todos os grupos foram aspirados, e secos com cones de papel absorvente #80 (Tanari, Manaus, AM, Brasil).

4.3.3 Preparo para microscopia eletrônica de varredura

Dois sulcos longitudinais foram confeccionados na superfície externa da raiz usando um disco diamantado sem atingir o espaço do canal. Posteriormente, as raízes foram divididas em duas metades com uma lâmina de micrótomo.

As amostras foram desidratadas em uma sequência de concentrações de etanol até 100% e montadas em *stubs* de alumínio. Em seguida, serão revestidas com ouro/paládio e examinadas em microscópio eletrônico de varredura (JSM 6460 LV, JEOL, Tóquio, Japão) operado a 15 kV.

Todas as amostras foram numeradas e as imagens obtidas sem conhecimento do grupo testado. Uma varredura inicial de todas as amostras foi feita em 30x de ampliação para cada grupo, para identificar cada terço do canal radicular. Em seguida, uma área de cada terço da amostra foi selecionada aleatoriamente, ampliada em 100x e digitalizada. Na sequência, duas áreas da imagem obtida anteriormente foram ampliadas em 2000x para realizar a captura de imagens. Então, duas imagens de cada terço (cervical, médio e apical) foram obtidas de cada metade da amostra. No final, obteve-se 12 imagens por raiz, 40 imagens por terço e 120 imagens de cada protocolo de irrigação testado para promover a remoção de *smear layer*.

9.3.4 Avaliação das imagens da microscopia eletrônica de varredura

A eficácia dos protocolos de irrigação testados na remoção da *smear layer* foi avaliada por meio do sistema de scores, conforme descrito por PRADO *et al.*, em 2011. Nesta avaliação, cada microfotografia foi classificada usando uma análise semi-quantitativa com uma escala de quatro scores, por meio de dois observadores previamente calibrados e cegados, como segue na Figura 1:

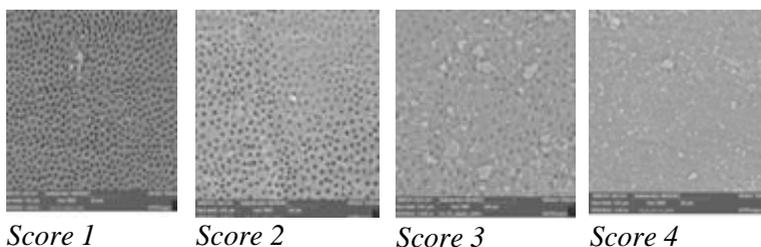


Figura 1 - Sistema de scores, conforme descrito por PRADO et al., 2011.

Score 1 = todos os túbulos dentinários limpos e abertos;

Score 2 = a maioria dos túbulos dentinários limpos e abertos;

Score 3 = poucos túbulos dentinários abertos;

Score 4 = toda a superfícies coberta por *smear layer*.

9.3.5 Análise estatística

O teste de coeficiente Kappa foi realizado para verificar a confiabilidade na avaliação das imagens obtidas no microscópio eletrônico de varredura, entre as leituras dos dois observadores. Os dados foram analisados utilizando os testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney U para comparações intergrupos, e os testes de Wilcoxon e Friedman para comparação intragrupos, com nível de significância de 5%. Os dados foram analisados utilizando o programa SPSS versão 17.0 (SPSS, Chicago, IL, Estados Unidos).

4.4 Avaliação da resistência de união do material obturador à dentina radicular

4.4.1 Obtenção e preparo das amostras

Vinte e cinco dentes humanos unirradiculares extraídos, provenientes do Biobanco da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo, foram utilizados para esta avaliação

A porção coronária foi seccionada na junção amelocementária, de forma que o remanescente radicular apresentasse um comprimento de 15 mm. Foi utilizado para o corte,

um disco de diamante rotativo (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), acoplado a uma peça reta de baixa rotação, sob constante refrigeração.

Todas as raízes foram preparadas utilizando o mesmo protocolo, no intuito de remover o tecido pulpar e realizar o preparo químico-mecânico. O comprimento de trabalho foi estabelecido a partir da introdução de uma lima tipo-K no 10 no canal radicular, até que sua ponta fosse visualizada no forame apical. A partir desta medida foi reduzido 1mm, estabelecendo o comprimento de trabalho. Os canais radiculares foram ampliados na direção cervico-apical, utilizando brocas Gates-Glidden #6, #5, #4 e #3 (*Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça*), em baixa rotação, até atingir o comprimento de trabalho. A substância química auxiliar utilizada durante a instrumentação das raízes foi água destilada (Decloquimis, São Paulo, SP, Brasil), que foi renovada a cada troca de instrumento.

4.4.2 Classificação dos grupos de tratamento

Após a realização do preparo químico-mecânico, as 25 amostras serão divididas, aleatoriamente, em 5 grupos (n=5), de acordo com os protocolos de irrigação final, como segue: G1- água destilada (negativo); G2- EDTA 17% ; G3- QMix ; G4- GA 17% ; G5- irrigante experimental (GA + CHX + Agente Surfactante)

Os canais radiculares foram preenchidos com os irrigantes finais testados, que permaneceram em contato com as paredes do canal pelo período de 1 min. Após esse período, foi realizada irrigação com 5 ml de água destilada. Para inserção dos irrigantes finais testados no interior dos canais radiculares foi utilizada seringa descartável estéril e agulha de calibre 30 (Navi-Tip – Ultradent, South Jordan UT, Estados Unidos).

Ao término dos protocolos de irrigação final, os canais radiculares de todos os grupos foram aspirados e secos com cones de papel absorvente de calibre #35 (Tanari, Manaus, AM, Brasil).

4.4.3 Obturação dos canais radiculares

As 5 raízes de cada grupo foram obturadas com o cimento resinoso AH Plus (*Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha*) (Figura 47), cones principais de gutapercha F3 do sistema rotatório ProTaper (*Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça*) e cones acessórios de gutapercha (*Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil*).

A técnica da condensação lateral foi realizada para a obturação dos canais radiculares. O cimento AH Plus foi aplicado em toda extensão do cone principal de gutapercha F3 calibrado no comprimento de trabalho, posicionando o cone previamente calibrado no interior do canal radicular. Na sequência, nova aplicação de cimento em toda extensão do cone foi realizada e o

cone foi reposicionado no interior do canal radicular. Em seguida, os cones acessórios foram introduzidos com auxílio de um espaçador digital “B” (*Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça*). Os cones acessórios foram utilizados até o momento em que o espaçador digital não penetrasse mais do que cinco milímetros no canal. Então, foi realizado o corte do excesso de cones de guta percha com auxílio de um condensador vertical de Paiva número 2 (SS White Duflex, Rio de Janeiro-RJ, Brasil) aquecido em lamparina, realizando, por fim, a condensação vertical a frio com o mesmo condensador.

Depois de obturadas, as amostras tiveram o primeiro milímetro de cada canal selado com cimento obturador provisório (Figura 50; Villevie, Joinville, SC, Brasil) e, em seguida, foram armazenadas por 21 dias no interior de uma estufa com temperatura constante de 37°C e relativa umidade.

4.4.4 Teste de *push-out*

Após os 21 dias de armazenamento, as raízes de cada grupo foram fixadas com cera pegajosa em uma placa de acrílico (60x20x3mm) e posicionadas em uma cortadeira metalográfica. Foram realizadas secções horizontais nas raízes, obtendo-se cinco discos de 1 mm de espessura de cada raiz, totalizando 50 discos por grupo ($n=5 \times 5=25$) contendo dentina + material obturador.

Estes discos foram submetidos ao teste de *push-out* por meio de uma máquina de ensaios universal (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil).

Para o teste de *push-out*, os discos confeccionados foram posicionados com a parte cervical do corte voltada para baixo sobre a mesa (perfurada no centro) do dispositivo. Uma força vertical de cima para baixo foi aplicada perpendicularmente ao material obturador por meio de um pistão metálico, o qual apresenta secção circular, cobrindo a maior área de material obturador ou restaurador possível, sem tocar as paredes de dentina (1mm de diâmetro). O pistão metálico estava conectado a uma célula de carga de 500N, a qual estava conectada à máquina de ensaios universal (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil). O teste foi realizado com uma velocidade de 1 mm por minuto e a carga foi aplicada até que ocorresse a extrusão do fragmento de material obturador. A partir disso, foi obtida no computador conectado à máquina a medida de força, em newtons (N), necessária para o deslocamento do material.

Após a realização dos testes de *push-out*, os discos de dentina foram observados individualmente no microscópio óptico (Figura 55; Carl Zeiss, São Paulo, SP, Brasil) acoplado ao computador, de forma que, em um aumento de 50x, fosse possível medir o perímetro do canal na porção cervical e apical do disco de dentina. A medida do perímetro foi inserida na fórmula $C=2\pi R$,

obtendo-se desta maneira, uma medida média dos raios. Esta média dos raios foi utilizada para o cálculo da área lateral do tronco do cone, utilizando a seguinte fórmula, conforme descrito no trabalho de Dias *et al.* (2014):

$$A = \pi.(R+r).[h^2 + (R-r)^2]^{0,5}.$$

A resistência de união foi calculada em MPa, através da divisão da força em newtons (N) obtida no teste de *push-out* pela área (A) de superfície do canal.

Ao mesmo tempo, no microscópio óptico, foram observados e classificados os padrões de falha no material obturador ou restaurador de cada amostra, como segue:

1) Falha adesiva: entre dentina e cimento, ausência de cimento nas paredes dentinárias do canal radicular.

2) Falha coesiva: falha do material obturador ou restaurador (cimento/guta-percha ou pino de fibra de vidro), presença de cimento nas paredes dentinárias do canal radicular.

3) Falha mista: ambas as falhas podem ser observadas.

4.4.5 Análise estatística

A análise estatística dos valores de resistência de união do material obturador e restaurador foi realizada por meio de análise de variância (ANOVA), seguido pelo *Post-Hoc* de Tukey. Os

padrões de falha do material obturador, após o teste de *push-out*, foram analisados pelo teste chi quadrado. Em ambas as análises, o nível de significância foi de 5%. Os dados foram analisados utilizando o programa SPSS versão 17.0 (SPSS, Chicago, IL, Estados Unidos).

4.5 Avaliação da resistência de união de materiais restauradores à dentina radicular

4.5.1 Obtenção e preparo das amostras

Vinte e cinco dentes unirradiculares humanos extraídos, obtidos por meio do Biobanco da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo, foram utilizados para o presente estudo. A porção coronária foi seccionada com disco de diamante na junção amelocementária, de forma que o remanescente radicular apresentasse um comprimento de 15 mm. As amostras foram esterilizadas por 30 minutos, em autoclave, a uma temperatura de 120 °C.

O comprimento do trabalho foi definido pela introdução de uma lima tipo K #10 (*Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça*) no interior do canal, até que a ponta da lima fosse visualizada no forame apical, subtraindo-se 1mm dessa medida. Os canais radiculares foram ampliados utilizando o sistema rotatório

ProTaper (*Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça*), seguindo a sequência da lima S1 até a lima F3. Todos os instrumentos foram utilizados no comprimento de trabalho, com velocidade de 250 rpm e torque de 2N, programados previamente no motor X Smart Plus (*Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça*). Na sequência, uma broca Largo número 3 foi utilizada no comprimento de 10mm, provendo espaço necessário para a cimentação do pino de fibra de vidro. A substância química auxiliar utilizada durante a instrumentação foi água destilada realizando irrigação com 3 ml de água destilada (Natupharma, Passo Fundo, RS, Brasil) e aspiração a cada troca de instrumento.

4.5.2 Classificação dos grupos de tratamento

Após a realização do preparo químico-mecânico e do espaço para o pino, as 25 amostras foram divididas, aleatoriamente, em 5 grupos (n=5), de acordo com os protocolos de irrigação final para remoção da *smear layer* das paredes dos canais radiculares, como segue: G1- água destilada (negativo) ; G2- EDTA 17% ; G3- QMix ; G4- GA 17% ; G5- irrigante experimental (GA + CHX + Agente Surfactante)

Os canais radiculares foram preenchidos com os irrigantes finais testados, que permaneceram em contato com as paredes do canal pelo período de 1 min. Para inserção dos irrigantes finais

testados no interior dos canais radiculares foi utilizada seringa descartável estéril e agulha de calibre 30 (*Navi-Tip – Ultradent*, South Jordan UT, Estados Unidos). Após esse período, foi realizada irrigação com 5 ml de água destilada e secagem dos canais com cânula de aspiração e cones de papel absorvente.

4.5.3 Restauração dos canais radiculares com pino de fibra de vidro

Foram utilizados 25 pinos de fibra de vidro nº 1 (Whitepost – FGM, Joinville, SC, Brasil) para esta etapa do estudo. Inicialmente, foi realizado o condicionamento do pino de fibra de vidro, como segue: limpeza com ácido fosfórico 37% (Biodinâmica, Ibitiporã, PR, Brasil), durante 30 segundos; lavagem por 1 minuto; secagem; aplicação de silano (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos); aguarda 01 min; aplicação de adesivo Scotch Bond (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) e fotoativação por 40 segundos em duas faces do pino.

Na sequência, foi realizada a cimentação do pino de fibra de vidro no interior do canal radicular. O cimento resinoso auto-adesivo Rely-X U200 (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) foi dispensado sobre um bloco de papel impermeável e manipulado por 10s com uma espátula nº 24. Com o auxílio de seringas do sistema Centrix e agulha Acudosse, o material

cimentante foi levado ao interior do canal radicular no sentido apical-coronal, evitando a formação de bolhas. O pino, então posicionado no conduto, foi estabilizado manualmente por 20s e foi realizada uma fotoativação por 5s, seguida da remoção dos excessos com uma espátula para resina composta. Por conseguinte, foi realizada a fotoativação final por 40s nas faces vestibular, mesial, distal, palatina e oclusal do material cimentado.

A fotoativação em todas as etapas foi realizada com um fotopolimerizador de luz alógena com 600 mW/ cm² de potência (Optilux, Demetron Res. Corp., Danbury, CT, Estados Unidos). Depois da cimentação dos pinos de fibra de vidro, as amostras foram armazenadas por 21 dias no interior de uma estufa com temperatura constante de 37°C, submersas em água destilada estéril, a qual foi renovada uma vez por semana.

4.5.4 Avaliação da resistência de união

Após os 21 dias de armazenamento as 5 raízes de cada grupo foram fixadas com cera pegajosa em uma placa de acrílico (60x20x3mm) e posicionadas em uma cortadeira metalográfica. Foram realizadas secções horizontais nas raízes, obtendo-se 5 discos (dentina + material restaurador) de 1 mm de espessura de cada raiz, totalizando 25 discos por grupo (n=5x5=25). Esses discos foram submetidos ao teste de *push-out* por meio de uma

máquina de ensaios universal (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil). Para o teste de *push-out*, os discos de dentina e material restaurador de cada grupo foram posicionados com a porção cervical do corte voltada para baixo sobre a mesa (perfurada no centro) do dispositivo. Uma força vertical de cima para baixo foi aplicada perpendicularmente ao material restaurador por meio de um pistão metálico, o qual apresenta secção circular, cobrindo a maior área do material restaurador possível sem tocar as paredes de dentina. O pistão metálico foi conectado a uma célula de carga de 500 N a qual estava conectada à máquina de ensaios universal (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil). O teste foi realizado com uma velocidade de 1 mm/min e a carga foi aplicada até que ocorresse a extrusão do fragmento do material restaurador, obtendo-se, no computador conectado à máquina, a medida de força, em Newtons (N), necessária para o seu deslocamento.

Após a realização do teste de *push-out*, os discos de dentina foram observados no microscópio óptico (Carl Zeiss, São Paulo, SP, Brasil) acoplado ao computador, de forma que, em um aumento de 50x, fosse possível medir o perímetro do canal nas porções cervical e apical do disco de dentina. A medida do perímetro foi inserida na fórmula $C=2\alpha R$, obtendo-se dessa maneira, uma média dos raios. Essa média dos raios será utilizada para o cálculo da área lateral do tronco do cone, utilizando a seguinte fórmula: $A=\pi.(R+r).[h^2+(R-r)^2]^{0.5}$ (Dias *et al.*, 2014). A

resistência de união foi calculada em MPa por meio da divisão da força em N obtida no teste de *push-out* pela área de superfície do canal. Ao mesmo tempo, no microscópio óptico, foram observados e classificados os padrões de falha no material restaurador em:

1) Falha adesiva: entre dentina e cimento (ausência de cimento nas paredes dentinárias).

2) Falha coesiva: falha no material restaurador (presença de cimento nas paredes dentinárias).

3) Falha mista: ambas as falhas podem ser observadas.

4.5.7 Análise estatística

A análise estatística dos valores resistência de união foi realizada por meio de análise de variância (ANOVA), seguido pelo Post-Hoc de Tukey ($\alpha=0,05$). Os padrões de falha do material restaurador, após o teste de *push-out*, foram analisados pelo teste chi-quadrado ($\alpha=0,05$).

5 RESULTADOS

5.1 Avaliação da ação antimicrobiana – contagem de UFCs

A média e o desvio padrão do percentual de redução de *E.faecalis* de cada grupo estão expressos na Tabela 2. O Ácido Glicólico (GA) apresentou diferença estatística significativa dos demais grupos, porém, a maior capacidade de redução bacteriana foi observada nos grupos 3 (QMix) e 5 (Novo Irrigante Final), sendo estatisticamente superior aos demais grupos testados ($p < 0,05$) e sem diferença estatisticamente significativa entre si ($p > 0,05$).

Tabela 1 - Média \pm desvio padrão do percentual de redução de E. faecalis (%) dos protocolos de irrigação final testados.

Grupo	N	Redução Bacteriana (%)
1. AD	10	8.96 \pm 1.14 ^a
2. EDTA	10	38.68 \pm 3.02 ^b
3. QMix	10	92.80 \pm 4.65 ^d
4. GA	10	71.60 \pm 5.14 ^c
5. Novo Irrigante Final	10	88.29 \pm 3.41 ^d

* Os dados são apresentados como média \pm desvio padrão. Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas no teste post hoc (teste de Tukey).

** AD = água destilada; EDTA = ácido etilenodiaminotetracético; GA= ácido glicólico.

5.2 Avaliação da remoção de *smear layer*

A média e o desvio padrão dos *scores* de *smear layer* para cada grupo estão descritos na Tabela 3. O teste de coeficiente Kappa indicou concordância entre os avaliadores (Kappa = 0.901).

A análise intergrupos revelou que todos os irrigantes finais foram diferentes estatisticamente quando comparados com o grupo controle ($p < 0,05$), sendo que nos três terços não houve diferença entre os irrigantes finais testados ($p > 0,05$). Além disso, a análise intragrupos revelou que em todos os grupos testados a remoção de *smear layer* foi mais eficiente nos terços cervical e médio e inferior no terço apical. No grupo controle não houve diferença entre os terços ($p > 0,05$).

Tabela 2 - Média e o desvio padrão das pontuações da smear layer para cada grupo.

Grupo	Cervical	Médio	Apical
1. AD	3.80 ± 0.21 ^{A,a}	3.80 ± 0.10 ^{A,a}	3.92 ± 0.22 ^{A,a}
2. EDTA	2.20 ± 0.42 ^{B,a}	2.32 ± 0.32 ^{B,a}	3.00 ± 0.20 ^{B,b}
3. QMix	2.52 ± 0.36 ^{B,a}	2.71 ± 0.20 ^{B,a}	3.10 ± 0.11 ^{B,b}
4. GA	2.17 ± 0.14 ^{B,a}	2.27 ± 0.26 ^{B,a}	2.77 ± 0.28 ^{B,b}
5. Novo Irrigante Final	2.15 ± 0.28 ^{B,a}	2.47 ± 0.11 ^{B,a}	2.97 ± 0.22 ^{B,b}

* Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os grupos. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os terços da raiz.

5.3 Avaliação da resistência de união do material obturador à dentina radicular

A média (desvio padrão) da resistência de união do material obturador à dentina radicular e o percentual dos padrões de falha dos protocolos testados estão apresentados na Tabela 4. Os resultados mostraram que o uso do novo irrigante final experimental promoveu um aumento da resistência de união do material obturador à dentina radicular quando comparado ao grupo controle ($p < 0,05$), sendo similar estatisticamente ao grupo tratado com EDTA, QMix e GA ($p > 0,05$). Além disso, foi possível observar um maior índice de falha de coesiva em todos os grupos do estudo, sem diferença estatisticamente significativa entre os mesmos ($p > 0,05$).

Tabela 3 - Média (desvio padrão) da resistência de união do material obturador à dentina radicular (MPa) e o percentual dos padrões de falha (%) dos protocolos de irrigação testados.

Grupo	n	Push Out Resistência de União (Mpa)	Modo de Falha		
			Adesiva	Mista	Coesiva
1. AD ^a	50	2.61 (1.38)	8.00	2.00	90.00
2. EDTA ^b	50	7.65 (2.85)	12.00	10.00	78.00
3. QMix ^b	50	10.02 (3.58)	10.00	20.00	70.00
4. GA ^b	50	9.43 (2.39)	4.00	12.00	84.00
5. Novo Irrigante Final ^b	50	10.77 (2.74)	16.00	8.00	76.00

* Letras minúsculas diferentes indicam, na coluna, diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$).

** AD: água destilada. GA: ácido glicólico

5.4 Avaliação da resistência de união de materiais restauradores à dentina radicular

A média (desvio padrão) da resistência de união do material restaurador à dentina radicular e o percentual dos padrões de falha dos protocolos testados estão apresentados na Tabela 5. Os resultados mostraram que o uso do novo irrigante final experimental promoveu um aumento da resistência de união do material restaurador à dentina radicular quando comparado ao grupo controle e ao grupo do EDTA ($p < 0,05$), sendo similar estatisticamente ao grupo tratado com QMix e GA ($p > 0,05$). Além

disso, foi possível observar um maior índice de falha de coesiva em todos os grupos do estudo, sem diferença estatisticamente significativa entre os mesmos ($p > 0,05$)

Tabela 4 - Média e desvio padrão da resistência de união do material restaurador à dentina radicular (MPa) e o percentual dos padrões de falha (%) dos protocolos de irrigação testados.

Grupo	n	Push Out Resistência de União (Mpa)	Modo de Falha		
			Adesiva	Mista	Coesiva
1. AD ^a	50	1.55 (1.03)	8.00	22.00	70.00
2. EDTA ^b	50	6.31 (2.20)	14.00	16.00	70.00
3. QMix ^{b,c}	50	9.03 (2.46)	28.00	16.00	56.00
4. AG ^{b,c}	50	11.60 (3.64)	12.00	18.00	70.00
5. Novo Irrigante Final ^c	50	13.57 (3.88)	20.00	6.00	74.00

* Letras minúsculas diferentes indicam, na coluna, diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$).

** AD, água destilada. AG. ácido glicólico

6 DISCUSSÃO

O sucesso do tratamento endodôntico depende principalmente da limpeza, modelagem e desinfecção do sistema de canais radiculares. Após o preparo biomecânico, uma camada irregular amorfa conhecida como *smear layer* é formada nas paredes do canal radicular (TANEJA *et al.*, 2014). Ela é composta por detritos inorgânicos, partículas de dentina, materiais orgânicos, bactérias e células sanguíneas (ELIOT *et al.*, 2014). Como consequência, ocorre a obliteração dos túbulos dentinários, promovendo a redução da resistência de união do material obturador à dentina radicular. e a redução da resistência à fratura do elemento dentário (SHAHRAVAN *et al.*, 2007). Além disso, limita a penetração de substâncias químicas auxiliares e medicação intracanal nos túbulos dentinários (SOUZA *et al.*, 2016). Diante dessas razões, a *smear layer* precisa ser removida por meio de protocolos de irrigação final. Agentes quelantes têm sido sugeridos para sua remoção (BALDASSO *et al.*, 2017). Atualmente, há necessidade de se identificar um agente eficaz para remoção da *smear layer* sem efeitos deletérios (BELLO *et al.*, 2019). Diante disso, o novo irrigante é composto por ácido glicólico, clorexidina e agente surfactante. Estudos demonstraram que o ácido glicólico

tem a capacidade de induzir a síntese de colágeno e a proliferação de fibroblastos (BELLO *et al.*, 2019), além de promover a desmineralização do esmalte e da dentina coronários (CECCHIN *et al.*, 2018). Por sua vez, a clorexidina tem atividade antimicrobiana de amplo espectro (ATTUR *et al.*, 2016), e não interfere negativamente na adesão do material obturador à dentina radicular (MOHAMMADI *et al.*, 2009). Já o agente surfactante promove redução da tensão superficial, aumenta a molhabilidade, melhora eficácia de penetração nos túbulos dentinários e contribui para uma maior limpeza dos canais radiculares (GIARDINO *et al.*, 2006).

O modelo de crescimento bacteriano do presente estudo baseou-se em um estudo anterior que se concentrou em estratégias antimicrobianas utilizando soluções de NaOCl e Ca(OCl)₂ contra *E.faecalis* (SOUZA *et al.*, 2018). Este microrganismo foi escolhido devido à sua capacidade de penetrar nos túbulos dentinários (RAN *et al.*, 2015) e colonizar o sistema radicular em formato de biofilme (GUERREIRO-TANOMARU *et al.*, 2013). No entanto, não há consenso na literatura sobre o tempo necessário para que este crescimento bacteriano ocorra para testar a eficácia dos protocolos de descontaminação, variando até 50 dias (GRUNDLING *et al.*, 2011). De acordo com um estudo anterior, 14 dias é um período suficiente para a formação do biofilme de *E.faecalis* na dentina (GUERREIRO-TANOMARU *et al.*, 2013). Por esse motivo, um

período de cultura de 14 dias foi adotado no presente estudo, permitindo o crescimento bacteriano e garantindo que os protocolos de descontaminação possam ser adequadamente testados.

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) é uma das técnicas mais comumente utilizadas para avaliar a remoção de *smear layer* (ATTUR *et al.*, 2016). Apesar dos avanços em outros tipos de microscópios, a microscopia eletrônica de varredura permanece distinta em sua capacidade de examinar a topografia dimensional e a distribuição de recursos expostos. A resolução final alcançada é controlada pela otimização da preparação da amostra e dos parâmetros instrumentais (FISCHER *et al.*, 2012). A MEV tem sido utilizada para visualizar a quantidade e distribuição de bactérias na superfície do biofilme. No entanto, é muito discutível por não mostrar a viabilidade dessas bactérias. Para complementar os dados obtidos no MEV, é possível realizar o exame microbiológico, possibilitando a contagem das UFCs (GRÜNDLING *et al.*, 2011), assim como foi realizado neste estudo.

Na odontologia, o teste de *push-out* tem sido utilizado como um dos principais recursos no intuito de quantificar a força de adesão entre diferentes materiais e estruturas dentárias, sendo inicialmente aplicado para mensurar a adesão de pinos no interior dos canais radiculares (PATIERNO *et al.*, 1996) e, mais recentemente, aplicado para avaliar a força de adesão de materiais

obturadores à dentina radicular (DIAS *et al.*, 2014; GRASIELE MAGRO *et al.*, 2014). Neste teste, discos ou fatias radiculares, com uma espessura de 1 mm, foram confeccionados perpendicularmente ao longo eixo do material de preenchimento (GORACCI *et al.*, 2004) e a força de adesão foi determinada através da mensuração da força compressiva necessária para deslocar o segmento do pino ou material obturador, utilizando um dispositivo menor.

O tempo de ação dos protocolos finais de irrigação no interior dos canais tem sido questionável na literatura. Segundo Baldasso *et al.*, em 2017, a resistência à fratura de raízes tratadas endodonticamente é afetada de forma diferente pelas várias concentrações de EDTA, em diferentes tempos de exposição. No presente estudo, o tempo de ação dos irrigantes finais foi estabelecido em 1 minuto. Os resultados de Yamada *et al.*, em 1983, mostraram que após 1 minuto de permanência no interior do canal radicular, os protocolos finais de irrigação removeram significativamente a camada de *smear layer*, e não demonstraram melhora nos resultados após aumentar o tempo de permanência dos irrigantes finais no interior do canal radicular. Para Kuruvilla *et al.*, em 2015, a aplicação de EDTA 17% em 1 minuto é eficiente e evita consequências prejudiciais, como erosão excessiva, alargamento das aberturas dos túbulos dentinários e deterioração da superfície dentinária. Além disso, a permanência de irrigantes finais com

propriedades quelantes por um período de tempo excessivo no interior dos canais radiculares pode ocasionar erosão da dentina, promovendo danos às propriedades mecânicas e diminuindo a resistência à fratura da dentina radicular (ÇALT *et al.*, 2002).

Com base nos resultados deste estudo, pode-se observar que nenhum dos protocolos testados foi capaz de eliminar completamente o *E. faecalis* dos canais radiculares. Este achado está de acordo com o que foi encontrado na literatura, de que o *E. faecalis* não é completamente eliminado do canal através de soluções de descontaminação do canal radicular (ALMEIDA *et al.*, 2014). Este microrganismo é anaeróbico facultativo com alta resistência às ações antimicrobianas, além de estar presente na maioria dos casos de falha no tratamento endodôntico (PINHEIRO *et al.* 2003). As características apresentadas podem contribuir com o fato de o *E. faecalis* permanecer no canal mesmo depois dos protocolos testados. A ação antimicrobiana é uma propriedade extremamente importante quando se fala em um irrigante final, principalmente pelo fato de que atualmente, uma eliminação completa do *E. faecalis* não pode ser alcançada apenas com o uso de uma única solução irrigadora, sendo esta facilitada com o uso combinado de substâncias (LIU *et al.*, 2015). O QMix é um irrigante final com excelentes propriedades antimicrobianas, porém, não é capaz de erradicar totalmente o *E. faecalis* do interior do canal (LIU *et al.*, 2015; CECCHIN *et al.*, 2015). Isso está de

acordo com o presente estudo, onde o mesmo não obteve 100% de ação antimicrobiana contra o *E. faecalis*, mas 92,8%, que comparado com o novo irrigante final não teve diferença significativa entre os mesmos. Isso se justifica pela presença de clorexidina em ambos os irrigantes finais, que já está consolidada na literatura com alto potencial antimicrobiano contra o *E. faecalis* (VIANNA *et al.*, 2004; FERRAZ *et al.*, 2001; DAMETTO *et al.*, 2006).

A eliminação de microrganismos do sistema de canais radiculares infectados é uma tarefa complicada que envolve o uso de vários instrumentos e técnicas. O uso de instrumentação mecânica sozinha não resulta em um sistema de canais livre de bactérias, principalmente quando a anatomia radicular é complexa (MOHAMMADI *et al.*, 2009). Apesar de nenhuma das substâncias testadas neste estudo serem capazes de eliminar completamente o *E. faecalis* do interior do canal, existem alternativas que podem potencializar a ação do novo irrigante final. Souza *et al.* (2018), demonstraram que a ativação ultrassônica do QMix, melhorou a remoção da *smear layer* em áreas de difícil acesso, por meio da indução de turbulência hidrodinâmica no irrigante final, produzindo bolhas de oxigênio que colidem com as paredes do canal radicular. Outra maneira de aumentar a ação antimicrobiana do novo irrigante final, é a realização da terapia fotodinâmica após o preparo químico-mecânica convencional, contribuindo para a

descontaminação do sistema de canais radiculares (SOUZA *et al.*, 2017), associando um laser de baixa potência e um fotossensibilizador não tóxico que gera espécies reativas de oxigênio, que neutralizam componentes celulares por oxidação e induzem a morte de microrganismo (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Dessa forma, sugere-se a realização de estudos futuros associando o uso do ultrassom e da terapia fotodinâmica ao novo irrigante final.

A clorexidina é carregada positivamente e tem por mecanismo de ação contra bactérias, a interação com os grupos fosfatos carregados negativamente, presentes nas paredes celulares das bactérias, aumentando a permeabilidade celular, permitindo que as moléculas de clorexidina penetrem na bactéria (CECCHIN *et al.*, 2015). Dependendo da sua concentração, pode ser bactericida (2%) ou bacteriostática (0,12%) (GOMES *et al.*, 2003). Tanto no QMix quanto no novo irrigante final, a clorexidina presente é de concentração 2%, com efeito bactericida, que segundo Gomes *et al.*, (2003), age através da coagulação do citoplasma e posteriormente morte celular da bactéria. Além disso, sua formulação em gel permite viscosidade, deixando a substância em contato constante com as paredes do canal radicular e túbulos dentinários, além de possuir baixa toxicidade aos tecidos periapicais (FERRAZ *et al.*, 2001). Considerando os resultados obtidos no presente estudo, foi apresentado que o novo irrigante

final tem potencial de ação antimicrobiana semelhante ao QMix, contra o *E. faecalis*. Então, é uma substância com capacidade para uso em terapias endodônticas, com custo acessível e boas propriedades em virtude de sua composição (clorexidina, ácido glicólico e agente surfactante), quando comparado ao QMix.

A cetrimida, é um tensoativo catiônico (sal de amônia quaternária) que se apresenta na forma de um pó branco inodoro e segundo o fabricante é altamente higroscópico. Tem capacidade de diminuir os valores de tensão superficial (PALAZZI et al., 2012) e em solução aquosa, apresenta capacidade antimicrobiana (ARIAS-MOLIZ et al., 2010; FERRER-LUQUE et al., 2010; BACA et al., 2011; WANG et al., 2012; KAUSHIK et al., 2013; GUERREIROTANOMARU et al., 2014; MARIA FERRER-LUQUE et al., 2014).

Os resultados de remoção de *smear layer* deste estudo foram similares em ambos os irrigantes finais testados nos três terços do canal radicular. No entanto, existem efeitos deletérios causados pelo EDTA presente na composição do QMix. De acordo com Amaral *et al.*, em 2007, o EDTA revelou padrões citotóxicos significativos, além de causar uma ação descalcificante sobre osso periapical e afetar processos inflamatórios. Para Taneja *et al.*, em 2014, o uso de EDTA pode levar à erosão dentinária das paredes do canal radicular. Além disso, pode causar alterações na composição química e estrutural da dentina, que por sua vez pode

alterar suas características de permeabilidade e solubilidade, resultando em uma diminuição na microdureza dentinária. Ainda assim, os resultados do novo irrigante final foram satisfatórios por serem semelhantes aos do QMix, pois o ácido glicólico, presente na composição do novo irrigante, tem a capacidade de induzir a síntese de colágeno e a proliferação de fibroblastos, além de ser facilmente biodegradável (BELLO *et al.*, 2019). Recentemente, Cecchin *et al.*, em 2018, propuseram seu uso como substituto do ácido fosfórico no condicionamento de esmalte e dentina para procedimentos restauradores. Para BARCELLOS *et al.*, em 2020, tanto o EDTA quanto o ácido glicólico mostraram capacidade semelhante de remoção da *smear layer*. O pH ácido, baixo peso molecular e natureza orgânica do ácido glicólico favoreceram seu uso em tecidos minerais e os resultados obtidos o indicam como uma nova alternativa de irrigante final para ser usado na endodontia, pois ele apresenta capacidade de remover *smear layer* sem promover mais erosão ou efeitos negativos nas propriedades mecânicas da dentina. Mesmo que no terço apical a remoção de *smear layer* por ambos irrigantes tenha sido limitada, existe a possibilidade de potencializar a ação dos irrigantes finais com o uso de dispositivos de ultrassom. A ativação ultrassônica é a ativação de um instrumento endodôntico por um dispositivo ultrassônico colocado dentro do canal radicular. Isso promove agitação mecânica de uma substância química sem contato do

instrumento com a parede do canal radicular. A ação dos aparelhos ultrassônicos induz turbulência hidrodinâmica na solução dentro do canal radicular, produzindo cavitação e bolhas que colidem contra as paredes. Esses elementos aumentam a temperatura e a pressão hidrostática, produzindo ondas de remoção da *smear layer* por irrigação contínua com aparelho ultrassônico (SOUZA *et al.*, 2018). A ativação de soluções irrigantes produz canais mais limpos em comparação ao uso dos irrigantes sem nenhuma ativação (CARON *et al.*, 2010). Dessa maneira, sugere-se que sejam realizados estudos futuros com o uso associado do ultrassom.

No teste de *push-out* a falha coesiva foi a mais prevalente no presente estudo, após a utilização dos protocolos de irrigação final testados e obturação dos canais radiculares com guta-percha e cimento endodôntico AH Plus. Achados similares foram encontrados em estudo de ativação ultrassônica, onde a falha coesiva também foi a mais prevalente após a utilização de protocolos e irrigação final e obturação dos canais radiculares com AH Plus e cones de guta-percha (SOUZA *et al.*, 2019). Esses resultados podem ser atribuídos ao fato de o AH Plus se basear na reação de polimerização de aminas epóxi e possui excelentes propriedades físicas, como maior tempo de presa, baixa solubilidade e alta vazão (SOUZA *et al.*, 2017). Os resultados do presente estudo revelaram que o uso do novo irrigante final experimental resultou nos maiores valores de resistência de união

à dentina radicular, sendo superior ao grupo controle e similar ao grupo QMix. O novo irrigante final apresenta na sua composição o ácido glicólico. Este ácido pertence ao grupo α -hidroxil dos ácidos, da mesma forma que o ácido cítrico, que, na endodontia, é tradicionalmente utilizado como irrigante final para promover a remoção de *smear layer*. O ácido glicólico apresenta capacidade de induzir a síntese de colágeno e proliferação de fibroblastos (THIBAUT *et al.*, 1998; KIM *et al.*, 1998; BERNSTEIN *et al.*, 2001). Além disso, Cecchin *et al.*, (2018) observaram que o ácido glicólico condicionou de forma efetiva o esmalte e a dentina, influenciando uma melhora significativa na adesão de materiais restauradores nestas superfícies. Além disso, Dal Bello *et al.*, em 2019, revelaram efetiva remoção da *smear layer*, maior preservação da estrutura dentinária e menores índices de citotoxicidade, a partir da irrigação final realizada com ácido glicólico. Vindo de encontro com o estudo destes agentes irrigantes, se fez necessária uma busca por um novo irrigante que apresentasse maiores vantagens, substituindo o EDTA pelo ácido glicólico, que, associado à clorexidina (ação antimicrobiana) e a um surfactante (redução da tensão superficial), promovam uma efetiva remoção de *smear layer*, contribuindo para uma melhor adesão do material restaurador à dentina radicular, possuindo um baixo custo em relação ao QMix.

A adaptação interfacial entre os materiais de obturação do canal radicular e as paredes dentinárias é uma questão essencial para o sucesso a longo prazo do tratamento endodôntico. Esta questão multifatorial depende da influência dos irrigantes no substrato dentinário, física e quimicamente, além da eficiência da obturação (FAHMY, *et al.*, 2015). Diferentes materiais de obturação requerem diferentes pré-tratamentos com dentina para uma adesão ideal. O AH Plus foi o selador utilizado no presente estudo, por possuir altos níveis de desempenho biológico e físico, possuindo boa vedação e resistência ao deslocamento (FAHMY *et al.*, 2015) e também é amplamente utilizado devido suas propriedades físicas aceitáveis, desempenho, selamento apical, solubilidade reduzida e microrretenção à dentina radicular (VERMA *et al.*, 2018). Os procedimentos adesivos desempenham um importante papel no sucesso à longo prazo de uma restauração e, conseqüentemente, no sucesso do tratamento endodôntico.

Assim, uma adesão satisfatória, não apenas entre dentina e compósito, mas também entre o compósito e o pino, é indispensável. No presente estudo, optou-se por usar o cimento auto-adesivo Rely-X U200. Na pesquisa de Gomes *et al.*, em 2019, constatou-se que a adesão dos cimentos autoadesivos depende da interação química e mecânica entre o substrato dental e o agente cimentante. A acidez do cimento promove a hibridização com a estrutura dentária. Os monômeros ácidos dissolvem a *smear-layer*,

permitindo a penetração do cimento para o interior dos túbulos dentinários, proporcionando uma boa adesão e camada híbrida, resultando em retenção micromecânica. Por sua condição de características dual, os cimentos resinosos autoadesivos têm sido fortemente utilizados na cimentação definitiva de núcleos metálicos fundidos e pinos intraradiculares de fibra de vidro. Como vantagens dos cimentos resinosos podemos citar: menor sensibilidade pós-operatória; menor tempo de trabalho, pois elimina as etapas de condicionamento, primer e adesivo; menor possibilidade de microinfiltração; menor suscetibilidade à umidade; biocompatibilidade (GOMES *et al.*, 2019). Os cimentos resinosos, devido à possibilidade de união ao pino e ao substrato dental, têm sido utilizados na cimentação de pinos de fibra. A influência destes cimentos na retenção dos pinos está relacionada a fatores como: tipo de pino, paredes dentinárias e espessura de cimento (GRANDINI *et al.*, 2005). Para melhor retenção dos pinos de fibra de vidro deve-se observar a adaptação destes ao canal radicular. Se o pino estiver bem adaptado às paredes de acordo com a conformação e tamanho do canal, existirá associação entre a adesão às paredes do canal e retenção friccional, melhorando a retenção do pino (FERNANDES *et al.*, 2003). Como no presente estudo houve um maior índice de falhas coesivas (falha do material restaurador), o que explicaria, é que se não houver uma adequada adaptação do pino, a linha de cimentação será espessa, o que pode

facilitar a formação de bolhas e falhas que prejudicam a retenção, bem como menor resistência coesiva do cimento (GRANDINI *et al.*, 2005).

Por fim, ressalta-se a importância clínica deste estudo, devido à necessidade atual de buscar novas alternativas de irrigantes finais que possam ser utilizados na terapia endodôntica a fim de promover uma efetiva remoção de *smear layer* sem que causem efeitos deletérios (BELLO *et al.*, 2019). O novo irrigante final obteve excelente resultado na ação antimicrobiana contra o *E. faecalis*, com redução bacteriana de 88,2%, semelhante ao QMix. Além disso, enquanto o QMix contém EDTA em sua composição, no novo irrigante final, o mesmo foi substituído pelo ácido glicólico. Recentemente, Dal Bello *et al.* (2019) descreveram que o ácido glicólico se mostrou biocompatível, promovendo síntese de colágeno e a proliferação de fibroblastos, menor citotoxicidade quando comparado ao EDTA, com capacidade de remoção da *smear layer*, confirmando seu potencial como irrigante final em terapias endodônticas. Além de ser eficaz na redução bacteriana de *Enterococcus faecalis* do interior dos canais radiculares e por possuir o ácido glicólico na sua composição. Ademais, o mesmo foi testado como substituto do ácido fosfórico no condicionamento de esmalte e dentina previamente à procedimentos restauradores, resultando numa melhora da adesão de materiais nestas superfícies (CECCHIN *et al.*, 2018). O novo irrigante final não possui os

efeitos deletérios causados pelo EDTA e além disso, apresenta outra vantagem em relação ao QMix, que é o custo acessível em comparação ao irrigante importado. Enquanto o QMix tem um custo aproximado de USD 150.00 (cento e cinquenta dólares americanos) para um frasco com 500ml, o novo irrigante final terá um custo aproximado de R\$ 80,00 (oitenta reais), o que com certeza faz diferença para o profissional que realiza a terapia endodôntica. Diante do exposto, torna-se necessário que novos estudos sejam realizados para avaliar outras propriedades, pois, previamente ao uso de irrigantes do canal radicular em seres humanos, estudos de laboratório devem ser realizados para determinar os seus benefícios e consequências, bem como estudos *in vivo* desta nova solução.

7 CONCLUSÕES

O novo irrigante final possui ação antimicrobiana contra o *E. faecalis*, quando comparado ao QMix, um irrigante final importado já utilizado na terapia endodôntica. Além de o novo irrigante final apresentar o ácido glicólico em sua composição, trazendo muitos benefícios durante o seu uso, e também, um valor mais acessível para o endodontista.

Como os resultados do presente estudo demonstraram que o novo irrigante final apresenta capacidade de remoção de *smear layer* semelhante ao QMix, é possível torná-lo uma nova alternativa para uso na endodontia.

Por fim, o uso do novo irrigante final experimental composto por ácido glicólico, clorexidina e surfactante aumentou a resistência de união do material obturador à dentina radicular, e aumentou a resistência de união de pinos de fibra de vidro cimentados com cimento resinoso autoadesivo à dentina radicular, similar ao irrigante final QMix.

Este estudo apresenta uma grande relevância clínica pois busca de uma nova alternativa para o uso como irrigante final, tendo um melhor custo-benefício e causando menos prejuízos quando comparado a outros irrigantes finais.

REFERÊNCIAS

AHIR, B; PAREKH, V; KATYAYAN, MK; KATYAYAN, PA. Smear layer removal efficacy of different irrigating solutions: a comparative scanning electron microscope evaluation. *Indian Journal of Dentistry Research*. v.25, n.5, p.617-22, 2014.

AKMAN, M.; ELDENIZ A.U.; INCE S.; GUNESER M.B.; Push-out bond strength of a new post system after various post space treatments. *Dental Materials Journal*, v.35, n.6, p. 876–880, 2016.

AKSEL, H.; SERPER, A.; KALAYCI, S.; SOMER, G.; ERISKEN, C. Effects of QMix and ethylenediaminetetraacetic acid on decalcification and erosion of root canal dentin. *Microsc Res Tech*. v. 79, n. 11, p. 1056-1061, 2016.

AKTEMUR TURKER, S.; ASLAN, MH.; UZUNOGLU, E.; OZCELIK, B. Antimicrobial and structural effects of different irrigation solutions on gutta-percha cones. *J Istanbul Univ Fac Dent*. v.31, n.1, p.27-32, 2015.

ARANDA-GARCIA, A.J.; KUGA, M.C.; VITORINO, K.R.; CHÁVEZ-ANDRADE, G.M.; DUARTE, M.A.; BONETTI-FILHO, I.; FARIA, G. 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. *Microsc Res Tech*. v.76, n.5, p.533-537, 2013.

ARIAS-MOLIZ, M. T.; FERRER-LUQUE, C. M.; GONZALES-RODRIGUEZ, M. P. VALDERRAMA, M. J.; BACA, P. Eradication of *Enterococcus faecalis* biofilms by cetrimide and chlorhexidine. *J Endod*, v. 36, n. 1, p. 87-90, 2010.

ARSLAN, D; GUNESER, MB; DINCER, AN; KUSTARCI, A; ER, K; SISO, SH. Comparison of Smear Layer Removal Ability of QMix with Different Activation Techniques. *J Endod.* v.42, n.8, p.1279-85, 2016.

ASLANTAS, E.E.; BUZOGLU, H.D.; ALTUNDASAR, E.; SERPER, A. Effect of EDTA, sodium hypochlorite, and chlorhexidine gluconate with or without surface modifiers on dentin microhardness. *J Endod.* v. 40, n. 6, p. 876-879, 2014.

BACA, P.; JUNCO, P.; ARIAS-MOLIZ, M. T.; GONZALES-RODRIGUEZ, M. P.; FERRER-LUQUE, C. M. Residual and antimicrobial activity of final irrigation protocols on *Enterococcus faecalis* biofilm in dentin. *J Endod.* v. 37, n. 3, p. 363-6, 2011.

BALDASSO, FER.; CARDOSO, LR.; SILVA, VDD.; MORGENTAL, RD.; KOPPER, PMP. Evaluation of the effect of four final irrigation protocols on root canal dentin components by polarized light microscopy and scanning electron microscopy. *Microscopy research & technique.* v. 80, n. 12, p. 1337-1343, 2017.

BALLAL, N.V.; YEGNESWARAN, P.P.; MALA, K.; BHAT, K.S. In vitro antimicrobial activity of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid on endodontic pathogens. *Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radiol Endod.* v.112, n.5, p.696-700, 2011.

BARCELLOS, D. P. D. C.; FARINA, A.P.; BARCELLOS, R.; SOUZA, M. A.; BORBA, M.; BEDRAN-RUSSO, A. K.; BELLO, Y. D.; VIDAL, C. M. P.; CECCHIN, D. Effect of a new irrigant solution containing glycolic acid on smear layer removal and chemical/mechanical properties of dentin. *Sci Rep.* v. 10, n. 1, 2020.

BELLO, YD.; PORSCH, HF.; FARINA, AP.; SOUZA, MA.; SILVA, EJNL.;BEDRAN-RUSSO, AK.; CECCHIN, D. Glycolic acid as the final irrigant in endodontics: Mechanical and cytotoxic effects. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*, v.100, p.323-329, 2019.

BERNSTEIN, EF.; LEE, J.; DB, BROWN.; YU, R.; VAN SCOTT, E. Glycolic acid treatment increases type I collagen mRNA and hyaluronic acid content of human skin. *Dermatol Surg*. v.27, n.5, p. 429-433, 2001.

BLANK-GONÇALVES, LM.; NABESHIMA, C.K.; MARTINS, G.H.; MACHADO, M.E.; Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. *J Endod*. v.37, n.9, p.1268-1271, 2011.

BRESCHI, L.; MAZZONI, A.; NATO, F.; *et al*. Chlorhexidine stabilizes the adhesive interface: a 2-year in vitro study. *Dent Mater*, v. 26, p. 320–5, 2010.

CARRILHO, M.R.; GERALDELI, S.; TAY, F.; *et al*. In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. *J Dent Res*, v. 86, p. 529–33, 2007.

CARVALHO, NK.; PRADO, MC.; SENNA, PM.; NEVES, AA.; SOUZA, EM.; FIDEL, SR.; SASSONE, LM.; SILVA, EJ. Do smear-layer removal agents affect the push-out bond strength of calcium-silicate based endodontic sealers. *Int Endod J*, 2016.

CECCHIN, D.; FARINA, AP.; SOUZA, MA.; ALBARELLO, LL.; SCHNEIDER, AP.; VIDAL, CM.; BEDRAN-RUSSO, AK. Evaluation of antimicrobial effectiveness and dentine mechanical properties after use of chemical and natural auxiliary irrigants. *J. of dentistry*, v. 43, n. 6, p. 695- 702, 2015.

CECCHIN, D.; FARINA, AP.; BREDAN-RUSSO, AK. The

effects of endodontic substances and naturally reducing agents on the bond strength of epoxy resin-based sealer to root dentin. *J Conserv Dent*, v.20, n.5, p.302-306, 2017.

CECCHIN, D.; FARINA, A.P.; VIDAL, C.; BEDRAN-RUSSO, A.K. A Novel Enamel and Dentin Etching Protocol Using α -hydroxy Glycolic Acid: Surface Property, Etching Pattern, and Bond Strength Studies. *Oper Dent*. v. 43, p. 101-110, 2018.

DAI, L; KHECHEN, K; KHAN, S; GILLEN, B; LOUSHINE, BA; WIMMER, CE; GUTMANN, JL; PASHLEY, D; TAY, FR. The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *Journal of Endodontics*, v.37, n.1, p.80-4, 2011.

DALBELLO, Y.; PORSCHE, H.F.; FARINA, A.P.; SOUZA, M.A.; SILVA, E.J.N.L.; BEDRAN RUSSO, A.K.; CECCHIN, D. Glycolic acid as the final irrigant in endodontics: Mechanical and cytotoxic effects. *Mater Sci Eng*, v. 100, n. , p.323-29, 2019.

DAL BELLO, Y.; FARINA, AP.; SOUZA, MA.; CECCHIN, D. Glycolic acid: characterization of a new final irrigant and effects on flexural strength and structural integrity of dentin. *Materials Science And Engineering: C*, v. 106, p. 110283-110289, jan. 2020.

DE ALMEIDA, J.; HOOGENKAMP, M.; FELIPPE, W.T.; CRIELAARD, W.; VAN DER WAAL, S.V. Effectiveness of EDTA and Modified Salt Solution to Detach and Kill Cells from *Enterococcus faecalis* Biofilm. *J Endod*, v.42, n.2, p.320-323, 2016.

DIAS, K. C. *et al.* Influence of drying protocol with isopropyl alcohol on the bond strength of resin-based sealers to the root dentin. *J Endod*, v. 40, n. 9, p. 1454-8, Sep 2014.

ELIOT, C; HATTON, JF; STEWART, GP; HILDEBOLT, CF;

JANE GILLESPIE, M; GUTMANN, JL. The effect of the irrigant QMix on removal of canal wall smear layer: an ex vivo study. *Odontology*, n.2, p. 232-240, 2014.

ELNAGHY, A.M. Effect of Qmix irrigant on bond strength of glass fibre posts to root dentine. *Int Endod J*, v.47, n.3, p.280-289, 2014.

ELNAGHY, AM.; Influence of QMix irrigant on the micropush-out bond strength of biodentine and white mineral trioxide aggregate. *J Adhes Dent*, v.16, n.3, p.277-283, 2014

FAHMY, S.; EL GENDY, A.; EL ASHRY, S. Dentin wettability enhancement for three irrigating solutions and their effect on push out bond strength of gutta percha / AH Plus. *J Clin Exp Dent*, v.1; 7, n.2, p.237-242, 2015.

FENECH, M. The in vitro micronucleus technique. *Mutation research*, v.455, n.1-2, p.81-95, 2000.

FERRAZ, C.C.; GOMES, B.P.; ZAIA, A.A.; TEIXEIRA, F.B.; SOUZA-FILHO, F.J. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. *J Endod*, v. 27, p. 452-5, 2001.

FERRER-LUQUE, C. M.; ARIAS-MOLIZ, M. T.; GONZALEZ-RODRIGUEZ, M. P.; BACA, P. Antimicrobial activity of maleic acid and combinations of cetrime with chelating agents against *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod*, v. 36, n. 10, p. 1673-5, 2010.

FICANHA, N.; STELLA, J. P. F.; SILVA, G. S.; ZOEHLER, B.; BUSIN, C. S.; TEIXEIRA, L.; FREITAS, M. Avaliação da genotoxicidade das resinas utilizadas na fase de contenção ortodôntica: Estudo in vivo. *Semina. Ciências biológicas e da saúde (online)*. v. 38 n 1, p. 97, 2017.

GAMBIN, DJ.; LEAL, LO.; FARINA, AP.; SOUZA, MA.; CECCHIN, D. Antimicrobial activity of glycolic acid as a final irrigant solution for root canal preparation. *Gen Dent.*, v. 68, n. 1, p. 41-44, jan. 2020.

GIARDINO, L.; AMBU, E.; BECCE, C.; RIMONDINI, L.; MORRA, M. Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *J Endod*, v.32, p. 1091-3, 2006.

GRAZIELE MAGRO, M. *et al.* Evaluation of the interaction between sodium hypochlorite and several formulations containing chlorhexidine and its effect on the radicular dentin--SEM and push-out bond strength analysis. *Microsc Res Tech*, v. 77, n. 1, p. 17-22, Jan 2014.

GROVE, D. C.; RANDALL, W. A. Assay Methods of Antibiotic: a Laboratory Manual. *Medic Encyclop.* New York, 1955.

GUERREIRO-TANOMARU, JM.; NASCIMENTO, CA.; FARIA-JUNIOR, NB.; GRAEFF, MS.; WATANABE, E.; TANOMARU-FILHO, M. Antibiofilm activity of irrigating solutions associated with cetrimide. Confocal laser scanning microscopy. *Int Endod J*, v. 47, n. 11, p. 1058-1063, 2014.

GUZEL, C.; UZUNOGLU, E.; DOGAN BUZOGLU, H. Effect of Low-surface Tension EDTA Solutions on the Bond Strength of Resin-based Sealer to Young and Old Root Canal Dentin. *J Endod*, v.44, n.3, p.485-488, 2018.

JOSÉ, J.; KRISHNAMMA, S.; PEEDIKAYIL, F.; AMAN, S.; TOMY, N.; MARIODAN, JP. Comparative Evaluation of Antimicrobial Activity of QMiX, 2.5% Sodium Hypochlorite, 2% Chlorhexidine, Guava Leaf Extract and Aloevera Extract Against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* - An in-vitro Study. *J*

Clin Diag Res, v. 10, n. 5, p. 20-23, 2016.

KAKEHASHI, S.; STANLEY, HR.; FITZGERALD, RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, v. 20, p. 340-349, 1965.

KATAOKA, M.; *et al.* Glycolic acid production using ethylene glycol-oxidizing microorganisms. *Biosci Biotechnol Biochem.*, v. 65, n. 10, p. 2265-2270, 2001.

KAUSHIK, N.; REHANI, U.; AGARWAL, A.; KAUSHIK, M.; ADLAKHA, V. Antimicrobial Efficacy of Endodontic Irrigants against *Enterococcus Faecalis* and *Escherichia Coli*: An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent*, v. 6, n. 3, p. 178-82, 2013.

KIM, S.J.; PARK, J.H.; KIM, D.H.; WON, Y.H.; MAIBACH, H.I. Increased in vivo collagen synthesis and in vitro cell proliferative effect of glycolic acid. *Derm Surg*, v. 24, p. 1054-1058, 1998.

KULL, E.; YETER, Y.K.; ALADAQ, L.I.; AYRANCI, L.B.; Effect of different post space irrigation procedures on the bond strength of a fiber post attached with a self-adhesive resin cement. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. v. 115 p.601-605, 2016.

KURUVILLA, A; JAGANATH, BM; KRISHNEGOWDA, SC; RAMACHANDRA, PK; JOHNS, DA; ABRAHAM, A. A comparative evaluation of smear layer removal by using edta, etidronic acid, and maleic acid as root canal irrigants: An in vitro scanning electron microscopic study. *Journal of Conservative Dentistry*. v.18, n.3, p.247-51, 2015.

LEE, T.K.; O'BRIEN, K.; EAVES, G.; CHRISTIE, K.I.; VARGA, L. Effect of blood storage on radiation-induced micronuclei in human lymphocytes. *Mutation research*, v.444, n.1, p.201-216, 1999.

LIU, Y.; GUO, L.; LI, Y.; GUO, X.; WANG, B.; WU, L. In vitro comparison of antimicrobial effectiveness of QMix and other final irrigants in human root canals. *Sci Rep*, v. 3, n. 5, p. 17823, 2015.

MALUF, S.W.; RIEGEL, M. Citogenética humana. Porto Alegre: Artmed, 2011.

MARIA FERRER-LUQUE, C.; ARIAS-MOLIZ, M. T.; RUIZ-LINARES, M.; GARCIA, M. E. M.; BACA, P. Residual activity of cetrimide and chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*-infected root canals. *Int J Oral Sci*, v. 6, n. 1, p. 46-9, 2014.

MOHAMMADI, Z.; ABBOTT, P.V. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J*, v. 42, p. 288–302, 2009.

MORGENTAL, RD.; SINGH, A.; SAPPAL, H.; KOPPER, PM.; VIER-PELISSER, FV.; PETERS, OA. Dentin inhibits the antibacterial effect of new and conventional endodontic irrigants. *J Endod*, v. 39, n. 3, p. 416-410, 2013.

MOORHEAD, P.S.; NOWELL, P.C.; MELLMAN, W.J.; BATTIPS, D.M.; HUNGUERFORD, D.A. Chromosome preparation of leukocytes cultered from human peripheral blood. *Experimental cell research*, v.20, p.613-616, 1960.

NASCIMENTO, CA.; TANOMARU-FILHO, M.; FARIA-JUNIOR, NB.; FARIA, G.; GUERREIRO-TANOMARU, JM. Antimicrobial activity of root canal irrigants associated with cetrimide against biofilm and planktonic *Enterococcus faecalis*. *J Contemp Dent Pract*, v. 15, n. 5, p. 603-607, 2014.

NASSAR, M.; HIRAISHI, N.; TAMURA, Y.; OTSUKI, M.; AOKI, K.; TAGAMI, J.; Phytic acid: na alternative root canal chelating agente. *J Endo*, v.41, n. 2, p 242-247, 2015.

ONAY, E.O.; KORKMAZ, Y.; KIREMITCI, A.; Effect of adhesive system type and root region on the push-out bond strength of glass–fibre posts to radicular dentine. *International Endodontic Journal*, v.43, p.259–268, 2009.

ORDINOLA-ZAPATA, R.; BRAMANTE, C.M.; GARCIA, R.B.; DE ANDRADE, F.B.; BERNARDINELLI, N.; DE MORAES, I.G.; DUARTE, M.A. The antimicrobial effect of new and conventional endodontic irrigants on intra-orally infected dentin. *Acta Odontol Scand*, v. 71, n. 3, 2012.

PALAZZI, F.; MORRA, M.; MOHAMMADI, Z.; GRANDINI, S.; GIARDINO, L. Comparison of the surface tension of 5.25% sodium hypochlorite solution with 60 three new sodium hypochlorite-based endodontic irrigants. *Int Endod J*, v. 45, n. 2, p. 129-35, 2012.

PATIERNO, J. M. *et al.* Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. *Endod Dent Traumatol*, v. 12, n. 5, p. 227-36, Oct 1996.

PAWAR, A.; PAWAR, S.; KFIR, A.; PAWAR, M.; KOKATE, S. Push-out bond strength of root fillings made with C-Point and BC sealer versus gutta-percha and AH Plus after the instrumentation of oval canals with the Self-Adjusting File versus WaveOne. *Int Endod J*, v.49, n.4, p.374-381, 2016.

PRADO, M.; SILVA, E.J.; DUQUE, T.M.; ZAIA, A.A.; FERRAZ, C.C.; ALMEIDA, J.F.; GOMES, B.P.; Antimicrobial and cytotoxic effects of phosphoric acid solution compared to other root canal irrigants. *J Appl Oral Sci*. v.23, n.2, p 158-163, 2015.

QUINTANA, R.M.; JARDINE, A.P.; MONTAGNER, F.; FATTURI-PAROLO, C.C.; MORGENTAL, R.D.; POLI-

KOPPER, P.M. Effect of human, dentin, albumin and lipopolysaccharide on the antibacterial activity of endodontic activity of endodontic irrigants. *J Conserv Dent*, v. 20, n. 5, p. 341-345, 2017.

SCAFFA, P.M.; VIDAL, C.M.; BARROS, N.; *et al.* Chlorhexidine inhibits the activity of dental cysteine cathepsins. *J Dent Res*, v. 91, p. 420–5, 2012.

SHAHRAVAN, A; HAGHDOOST, AA; ADL A; *et al.* Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *J. Endod*, v. 33, p. 96–105, 2007.

SILLANPÄÄ M. Environmental fate of EDTA and DTPA. *Rev Environ Contam Toxicol*, v. 152, p. 152-185, 1997.

SIMÕES, T.C.; LUQUE-MARTINEZ, I.; MORAES, R.R.; SÁ, A.; LOQUERCIO, A.D.; MOURA, S.K. Longevity of Bonding of Self-adhesive Resin Cement to Dentin. *Op Dent*, v. 41, n. 3, p. 64-72, 2016.

SOUZA, M.A.; DALLA LANA, D.; GABRIELLI, E.; RIBEIRO M.B.; MIYAGAKI, D.C.; CECCHIN, D.; Effectiveness of final decontamination protocols against *Enterococcus faecalis* and its influence on bond strength of filling material to root canal dentin. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. v. 31, n. 40, p. 92-97, 2017.

SOUZA, MA; HOFFMANN, IP; MENCHIK, VHS; ZANDONÁ, J; DIAS, CT; PALHANO, HS; BERTOL, CD; ROSSATO-GRANDO, LG. Influence of ultrasonic activation using different final irrigants on antimicrobial activity, smear layer removal and bond strength of filling material. *Australian Endodontic Journal*, 2018. [Epub ahead to print].

STOJICIC, S; SHEN, Y; QIAN, W; JOHNSON, B; HAAPASALO, M. Antibacterial and smear layer removal ability

of a novel irrigant, QMiX, *Int Endod J*, v.45, n 4, p.363-71, 2012.

THIBAUT, PK.; WLODARCZK, J.; WENCK, A. A double-blind randomized clinical trial on the effectiveness of a daily glycolic acid 5% formulation in the treatment of photoaging. *Dermatol Surg*, v.24, n.4, p.573-577, 1998.

TORABINEJAD, M; HANDYSIDES, R; KHADEMI, AA; *et al.* Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Rad and Endod*, v.94, p.658-666, 2002.

UZUNOGLU, E.; TURKER, S.A.; KARAHAN, S. The Effect of Increased Temperatures of QMix and EDTA on the Push-out Bond Strength of an Epoxy-resin Based Sealer. *J Clin Diagn Res*, v.9, n.7, p.98-101, 2015.

VERMA, D.; TANEJA, S.; KUMARI, M. Efficacy of different irrigation regimes on the push out bond strength of various resin-based sealers at different root levels: An *in vitro* study. *J Conserv Dent*, v.21, n.2, p.125-129, 2018.

VEMURI, S; KOLANU, SK; VARRI, S; PABBATI, RK; PENUMAKA, R; BOLLA, N. Effect of different final irrigating solutions on smear layer removal in apical third of root canal: A scanning electron microscope study. *Journal of Conservative Dentistry*, n.1, p.87-90, 2016.

WAGNER, M.H.; DA ROSA, R.A.; DE FIGUEIREDO, J.A.; DUARTE, A.; PEREIRA, J.R.; SÓ, M.V. Final irrigation protocols may affect intraradicular dentin ultrastructure. *Clin Oral Investig*. Published online, 2017.

WANG, Z.; SHEN, Y.; HAAPASALO, M. Effect of smear layer against disinfection protocols on *Enterococcus faecalis*-infected dentin, *J Endod*, v.39, n.11, p. 1395-1400, 2013.

WANG, Z.; SHEN, Y.; MA, J.; HAAPASALO, M. The effect of detergents on the antibacterial activity of disinfecting solutions in dentin. *J Endod*, v. 38, n. 7, p. 948-53, 2012.

YE, WH; FAN, B; PURCELL, W; MEGHIL, MM; CUTLER, CW; BERGERON, BE; MA, JZ; TAY, FR; NIU, LN. Anti-biofilm efficacy of root canal irrigants against in-situ *Enterococcus faecalis* biofilms in root canals, isthmuses and dentinal tubules. *Journal of Dentistry*, v.79, n.1, p.68-76, 2018.

ZHANG, R.; CHEN, M.; LU, Y.; GUO, X.; QIAO, F.; WU, L. Antibacterial and residual antimicrobial activities against *Enterococcus faecalis* biofilm: A comparison between EDTA, chlorhexidine, cetrimide, MTAD and QMix. *Sci Rep*, v. 6, n. 5, p. 12944, 2015.

ARTIGO I
TÍTULO DO ARTIGO³

Resumo e/ou Abstract:

Palavras-chave e/ou Keywords:

Texto do artigo

³ Nome dos autores e demais informações conforme Instruções da Revista escolhida para publicação.

* Informar se o artigo foi publicado (incluindo a referência completa), ou foi aceito, ou foi submetido, ou será submetido para qual Revista.

Cada artigo deve iniciar em uma nova página (preferencialmente de número ímpar), inserindo na parte superior da página a expressão ARTIGO I (II, III, IV, ...), impressa em letras maiúsculas e algarismos romanos, em negrito, centralizada e sem pontuação.

Ressaltamos, novamente, que a numeração de Tabelas e Figuras reinicia em cada artigo e deve considerar o número do artigo (II, III, IV, ...) e o número da figura ou tabela (1, 2, 3, 4, ...) no artigo.

A tabulação das linhas do título de Tabelas e Figuras deve seguir como referência o ponto de início do título da primeira linha.

Exemplo:

Tabela II.7 – Sétima tabela do artigo II de uma tese escrita de acordo com o Modelo 1

Figura I.3 – Terceira figura do artigo I de uma tese escrita de acordo com o Modelo 1

No caso de artigo aceito ou submetido no momento da defesa, escanear e incluir a carta de aceite ou de submissão como última página do artigo.

ANEXOS

ANEXO 1

Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: SÍNTESE E AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE UM NOVO IRRIGANTE FINAL EXPERIMENTAL NA TERAPIA ENDODÔNTICA E ESTUDO IN VITRO

Pesquisador: Caroline Tumelero Dias

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 37578720.9.0000.5342

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Patrocinador Principal: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
Capes Coordenação Aperf Pessoal Nível Superior
Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.396.496

Apresentação do Projeto:

O preparo químico-mecânico é caracterizado pela ação química das substâncias químicas auxiliares e ação mecânica dos instrumentos endodônticos, sendo uma etapa fundamental no tratamento endodôntico. No entanto, durante a realização do preparo químico-mecânico, ocorre a liberação de raspas de dentina, que, associadas aos componentes orgânicos, microorganismos e substâncias químicas auxiliares, dão origem a uma camada denominada de smear layer. Esta camada adere à superfície dentinária e promove a obliteração dos túbulos dentinários, impedindo a penetração da substância química auxiliar, da medicação intracanal e do cimento obturador no interior dos túbulos dentinários, aumentando a microinfiltração de microorganismos pelo cimento obturador e diminuindo a resistência de união do material obturador à dentina radicular. Neste cenário, a remoção da camada de smear layer se faz necessária.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar, in vitro, a ação de um novo irrigante final experimental composto por CHX, GA, e um agente surfactante (CTR) em diferentes propriedades da terapia endodôntica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisadores, não haverá riscos pois são estudos em laboratório em dentes humanos extraídos. Como benefícios citam: remoção da camada de smear layer, preservação da estrutura

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - Centro Administrativo/Reitoria 4 andar
Bairro: São José CEP: 99.052-900
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (54)3316-3157 E-mail: cep@upf.br

Continuação do Parecer: 4.396.496

dentinária, condições favoráveis à adesão do material obturador, irrigante de fácil acesso para o profissional adquirir e com um preço acessível, irrigante que tenha sua eficácia antimicrobiana.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo laboratorial experimental com dentes humanos extraídos. Cento e vinte e cinco dentes humanos unirradiculares extraídos serão utilizados para a realização de 4 diferentes avaliações: 50 para ação antimicrobiana (contagem de unidades formadoras de colônias), 25 para ação antimicrobiana (microscopia confocal), 25 para resistência de união de material obturador à dentina radicular através do teste push-out e 25 para avaliar resistência de união de material restaurador à dentina radicular com o teste push-out.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo foi instruído e apresentado de maneira completa e adequada. Os compromissos do pesquisador e das instituições estavam presentes. O projeto foi considerado claro em seus aspectos científicos e metodológicos.

Recomendações:

Após o término da pesquisa, o CEP UPF solicita: a) A devolução dos resultados do estudo aos sujeitos da pesquisa ou a instituição que forneceu os dados; b) Enviar o relatório final da pesquisa, pela plataforma, utilizando a opção, no final da página "Enviar Notificação"+ relatório final.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, este Comitê, de acordo com as atribuições definidas na Resolução n. 466/12, do Conselho Nacional da Saúde, Ministério da Saúde, Brasil, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa na forma como foi proposto.

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_DO_PROJETO_1621121.pdf	26/10/2020 14:13:21		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	infraestrutura.pdf	05/10/2020 18:55:35	Caroline Tumelero Dias	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostoo.pdf	05/10/2020 18:55:12	Caroline Tumelero Dias	Aceito

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - Centro Administrativo/Reitoria 4 andar
Bairro: São José CEP: 99.052-900
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (54)3316-8157 E-mail: cep@upf.br

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO/ VICE-REITORIA DE
PESQUISA E PÓS-
GRADUAÇÃO - VRPPG/ UPF



Continuação do Parecer: 4.396.496

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	30/09/2020 16:25:01	Caroline Tumelero Dias	Aceito
Outros	pesquisanaoiciada.pdf	03/09/2020 17:29:19	Caroline Tumelero Dias	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Coleta.pdf	28/08/2020 17:10:04	Caroline Tumelero Dias	Aceito
Outros	Comite.pdf	28/08/2020 17:09:00	Caroline Tumelero Dias	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PASSO FUNDO, 12 de Novembro de 2020

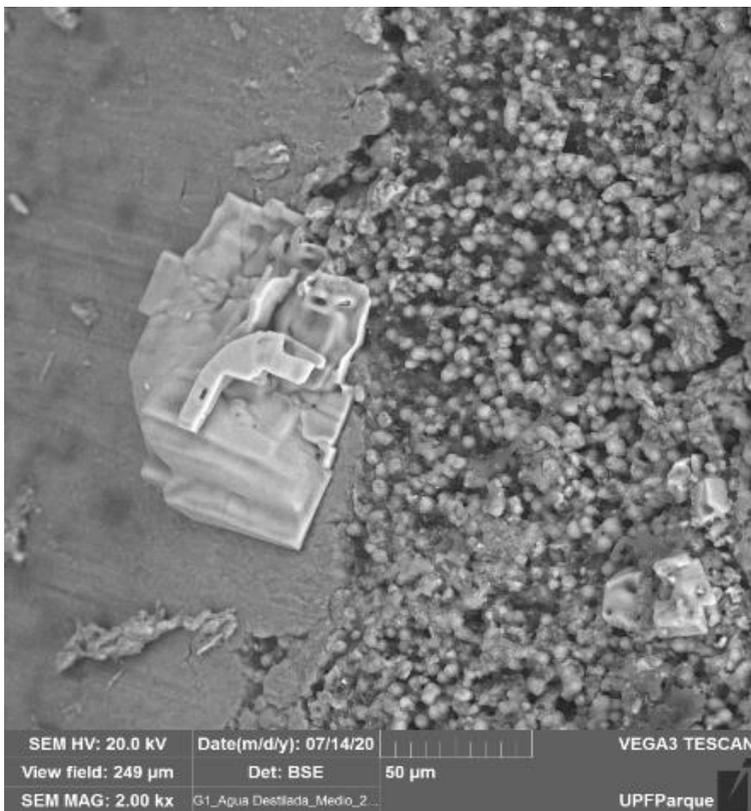
Assinado por:
Felipe Cittolin Abal
(Coordenador(a))

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - Centro Administrativo/Reitoria 4 andar
Bairro: São José CEP: 99.052-900
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (54)3316-8157 E-mail: cep@upf.br

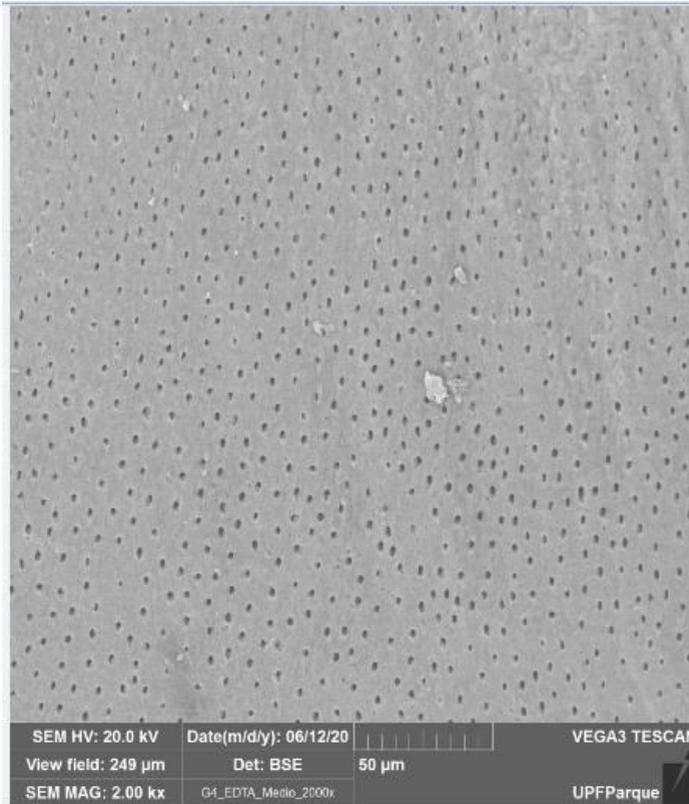
Página 03 de 03

ANEXO 2

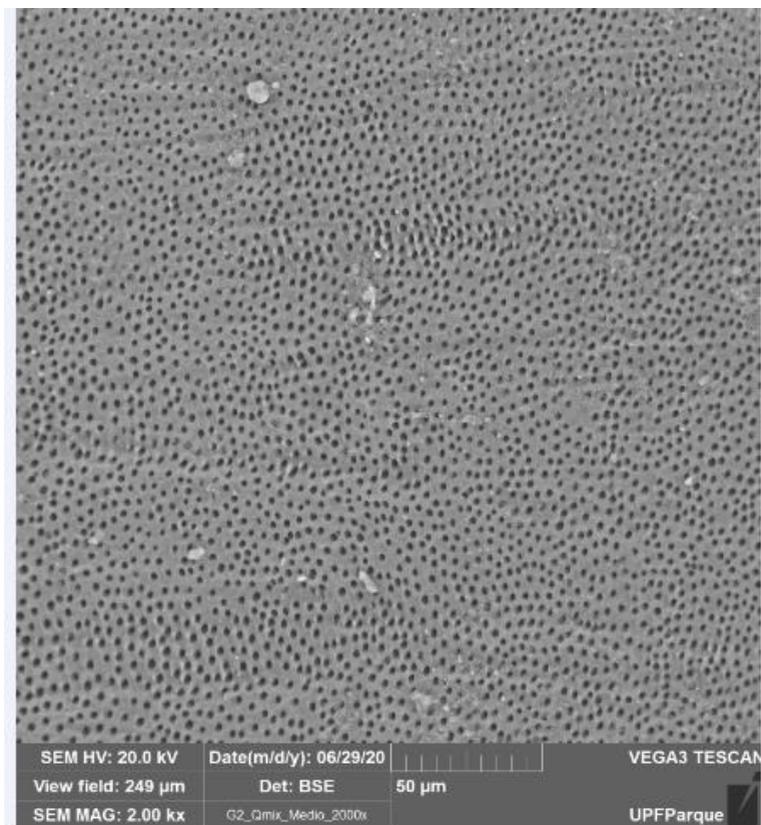
Remoção de Smear Layer



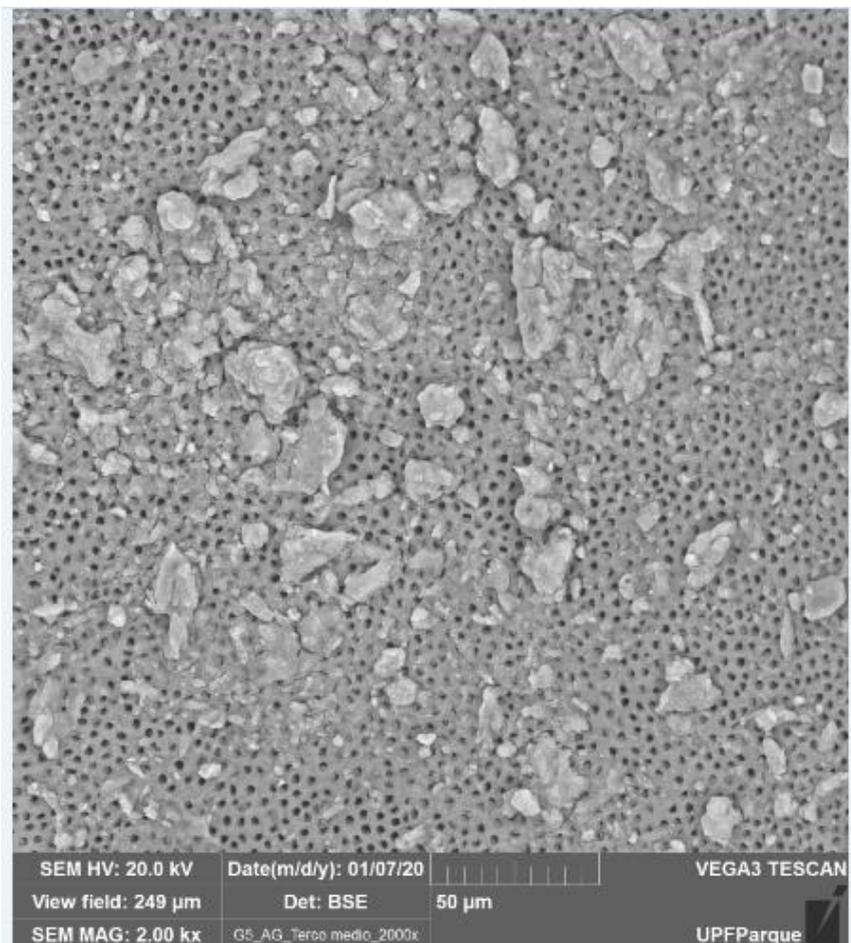
G1 - água destilada
terço médio - 2000 X



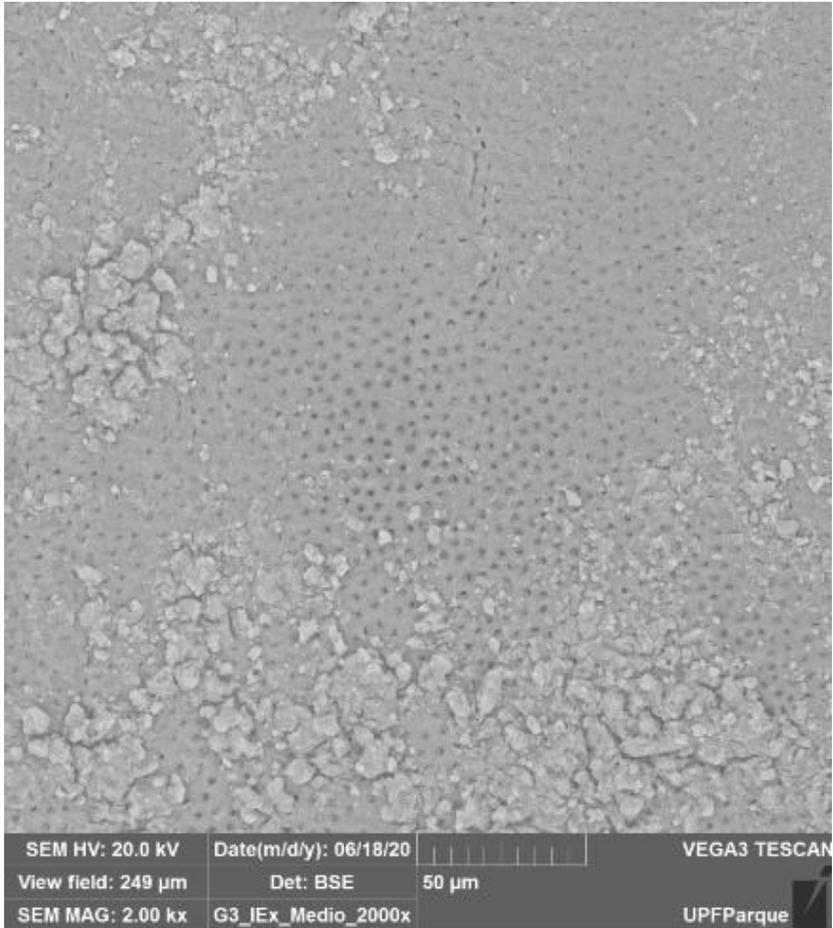
G2 - EDTA
terço médio 2000 X



G3 - QMix
terço médio 2000 X



G4 - GA
terço médio 2000 X



G5 - Novo irrigante final
terço médio 2000 X

ANEXO 3

Falha coesiva: Falha do material obturador ou restaurador (cimento /guta percha), presença de cimento nas paredes dentinárias do canal radicular).



Falha predominante: Falha coesiva: Falha do material obturador ou restaurador (cimento /guta percha), presença de cimento nas paredes dentinárias do canal radicular).