



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Araçatuba

Érika Mayumi Omoto

**Efeito de irrigantes endodônticos na interface entre resina
bulk-fill e dentina utilizando sistema adesivo universal**

Araçatuba-SP
2023

Érika Mayumi Omoto

**Efeito de irrigantes endodônticos na interface entre resina
bulk-fill e dentina utilizando sistema adesivo universal**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Araçatuba – Universidade Estadual Paulista (Unesp), para a obtenção do Grau de “Mestre em Odontologia” – Área de Concentração Dentística.

Orientadora: Prof^a Dr^a Ticiane Cestari Fagundes

Araçatuba-SP
2023

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

O56e	Omoto, Érika Mayumi Efeito de irrigantes endodônticos na interface entre resina bulk-fill e dentina utilizando sistema adesivo universal / Érika Mayumi Omoto. - Araçatuba, 2023 59 f. : il. ; tab. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba Orientadora: Profa. Ticiane Cestari Fagundes 1. Adesivos dentinários 2. Dentina 3. Infiltração dentária 4. Irrigantes do canal radicular 5. Resinas compostas 6. Restauração dentária permanente I. T. Black D2 CDD 617.6
------	---

Claudio Hideo Matsumoto – CRB-8/5550

Dedicatória

*Dedico este trabalho aos meus pais Américo e Lita, à minha irmã
Juliana e à minha sobrinha Clarice*

*Concluir esta etapa só foi possível devido ao apoio que me deram,
me estimulando nos momentos mais difíceis e me ajudando a superar
todos os obstáculos dessa jornada. Tudo que sou e tudo que conquistei
foram graças a vocês. Eu os amo infinitamente!*

Agradecimentos
especiais

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À minha família

Pai, obrigada pelo esforço de uma vida inteira para me proporcionar as melhores oportunidades. Todos os dias aprendo com você a dar o melhor de mim nessa profissão que agora compartilhamos.

Mãe, seu carinho e atenção moldaram-me para que eu pudesse ser a pessoa que sou hoje. Obrigada por cada demonstração de amor nos pequenos e grandes gestos.

Ju, obrigada por desempenhar tão bem o seu papel de irmã mais velha, sempre me inspirando a ser uma mulher forte, dedicada e decidida, assim como você!

Clarice, sua vinda trouxe grandes alegrias em minha vida e me estimulou para que eu pudesse ser minha melhor versão.

À minha orientadora, Ticiane Cestari Fagundes

Obrigada por ter me proporcionado o privilégio de fazer parte da sua equipe desde a graduação e, sobretudo, por ter acreditado e depositado sua confiança em mim ao longo de todos esses anos. Sou extremamente grata por todos seus ensinamentos, dedicação, apoio e até pelos puxões de orelha que foram necessários para a minha evolução pessoal e profissional. Minha admiração pela senhora cresce a cada dia!

À minha banca examinadora, Professores Adilson Yoshio Furuse e Juliana Fraga Soares Bombonatti

Obrigada por aceitarem prontamente o convite para participar desse momento tão importante e por disporem um tempo de suas corridas rotinas para agregar ao meu trabalho.

Às minhas amigas,

Fernanda Ramos, eu não poderia ter tido uma mestranda e doutoranda melhor que você! Obrigada por ter me acolhido na equipe e por ter me transmitido seus conhecimentos.

Lara Esteves, que sorte ter encontrado uma pessoa tão especial, que não mede esforços para proporcionar o bem ao próximo. Você é uma grande inspiração na minha vida, muito obrigada por tudo!

Karen Milaré, você emana energias positivas e contagia todos ao seu redor! Sou muito grata pela nossa parceria e por seu bom humor, que sempre consegue alegrar meus dias.

Mariana Queiroz, sem dúvida sua amizade contribuiu na minha jornada. Sua energia, parecida com a minha, fez com que essa caminhada fosse mais leve e divertida. Obrigada!

Às minhas alunas de Iniciação Científica e amigas Giovana Zeine, Yasmine Musa Ali e Fernanda Consolaro.

Sou grata por todo auxílio que me deram durante esta jornada, sempre dedicadas e dispostas a mostrarem o seu melhor. Obrigada por me permitir ensiná-las e por me ensinarem todos os dias. O futuro de vocês é brilhante!

Aos meus amigos do departamento Laryssa Castro, Diego Mardegan, Laura Vieira, Ísis Hoshino e Mariana Sati

Obrigada pela convivência e pela amizade que construímos durante esses anos.

Aos professores da disciplina de Dentística Anderson Catelan, André Briso, Caio Pavani, Paulo Henrique dos Santos e Silvio Mauro

Agradeço por todo o conhecimento transmitido a mim, essencial para minha evolução profissional.

Aos funcionários e colegas de departamento Jorge Trevelim, Carlos Suetake e Autran Santiago

Agradeço por executarem suas funções de forma excepcional, dando todo o apoio necessário para a realização deste trabalho.

Aos meus presentes de Araçatuba, Gabriela Silles, Vitor Kobayashi e Luna

Vocês foram essenciais nessa jornada, deixando minha rotina mais leve e me acolhendo em momentos difíceis. Obrigada por cruzarem o meu caminho e me permitirem fazer parte de suas vidas. Eu amo vocês!

Às minhas amigas de graduação, Thais Nunes, Bárbara Dias e Camila Carneiro

Obrigada por permanecerem na minha vida, a amizade que nós desenvolvemos e cada encontro que tivemos, mesmo que breve, sem dúvida foram importantes para a conclusão desta etapa. Amo vocês!

Agradecimientos

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Odontologia de Araçatuba, pela oportunidade de fazer parte da graduação e pós-graduação dessa instituição. Gratidão por tudo que vivi aqui.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo – FAPESP, Processo nº 2021/05476-o pela concessão da minha bolsa de mestrado, indispensável para a realização deste trabalho.

Ao coordenador do curso de Pós-graduação em Odontologia Prof. Wirley Gonçalves Assunção, pela disponibilidade e empenho para que o programa de pós-graduação se mantenha sempre em excelência.

A todos os professores do curso de Graduação e Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba (UNESP), pela oportunidade de aprendizado e por todo conhecimento científico compartilhado.

A Central De Microscopia Eletrônica da Universidade Estadual de São Paulo – UNESP, campus de Ilha Solteira, em especial ao técnico Elton José de Souza que se mostrou extremamente profissional e competente, realizando um excelente trabalho.

Resumo

Omoto EM. Efeito de irrigantes endodônticos na interface entre resina *bulk-fill* e dentina utilizando sistema adesivo universal [dissertação]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia; 2023.

RESUMO

Recomenda-se que a restauração pós-endodôntica seja feita imediatamente após a obturação dos canais; entretanto, alguns irrigantes podem afetar a adesão dos materiais restauradores. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de irrigantes endodônticos na adesão e selamento da interface entre resinas *bulk-fill* e dentina utilizando-se sistemas adesivos universais. A câmara pulpar de 96 molares humanos foi acessada e os espécimes foram divididos em 6 grupos de acordo com os irrigantes endodônticos (clorexidina 2% - C e hipoclorito de sódio 5,25% - H) e sistemas restauradores (sistema adesivo convencional + resina composta convencional – Z; sistema adesivo universal + resina composta *bulk-fill* - O; sistema adesivo universal + resina composta *bulk-fill* – T). Foram obtidos seis palitos retangulares ($1.0 \pm 0.1 \text{ mm}^2$) de cada espécime. Após 24 horas, metade dos palitos foi submetida aos testes de microtração e nanoinfiltração, o restante foi submetido à termociclagem antes dos testes. Os scores de nanoinfiltração foram avaliados por dois avaliadores calibrados e cegados: 0 (sem nanoinfiltração), I (<25%), II (25% a 49%), III (50% a 75%), IV (>75%). Os dados referentes à microtração foram analisados através dos testes estatísticos de Kruskal Wallis (comparações entre sistemas restauradores), Mann-Whitney (comparações entre irrigantes) e Wilcoxon (comparações entre tempos). Para os dados de nanoinfiltração, o teste de Kappa foi utilizado para avaliar a concordância inter-avaliadores. Todos os testes foram realizados com nível de significância de 5%. Os dados referentes aos scores de nanoinfiltração foram apresentados de forma ilustrativa através de gráfico e imagens. Em relação aos resultados de microtração, o irrigante C proporcionou maior adesão que H no tempo inicial para os sistemas restauradores T e Z; o oposto ocorreu no grupo O após termociclagem ($p < 0.05$). Comparando-se os sistemas restauradores no tempo inicial, T apresentou os maiores valores de adesão sendo superior a O e similar a Z utilizando-se o irrigante C ($p < 0.05$); com a solução irrigadora H não houve diferença entre os sistemas restauradores ($p > 0.05$). Após a termociclagem, ocorreu similaridade entre os sistemas restauradores para ambas as soluções irrigadoras ($p > 0.05$). Houve redução da adesão após termociclagem para todos os sistemas restauradores quando o irrigante utilizado foi clorexidina ($p < 0.05$). Quanto à nanoinfiltração, o resultado de Kappa foi de 0,85. Para o tempo inicial, observou-se que CT apresentou menor nanoinfiltração que HT, assim como CO

apresentou maior nanoinfiltração que CT e CZ. Para a maioria dos grupos, houve um aumento de nanoinfiltração após a termociclagem. Concluiu-se que a irrigação realizada com clorexidina 2% pode beneficiar a adesão dentinária inicial, sendo sistema restaurador dependente, no entanto, o desempenho adesivo não se manteve após o envelhecimento. Ocorreu nanoinfiltração em todos os sistemas restauradores, sendo que seu percentual foi aumentado após o envelhecimento da restauração.

Palavras-chave: Adesivos dentinários. Dentina. Infiltração dentária. Irrigantes do canal radicular. Resinas compostas. Restauração Dentária Permanente.

Abstract

Omoto EM. Effect of endodontic irrigants on the interface between bulk-fill resin and dentin using a universal adhesive system [dissertation]. Araçatuba: São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry; 2023.

ABSTRACT

It is recommended that the post-endodontic restoration should be done immediately after the root canals obturation; however, some irrigants can affect the adhesion of restorative materials. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of endodontic irrigants on adhesion and interfacial sealing between bulk-fill resins and dentin using a universal adhesive system. The pulp chamber of 96 human molars was accessed and the specimens were divided into 6 groups according to the endodontic irrigants (chlorhexidine 2% - C and sodium hypochlorite 5.25% - H) and restorative systems (conventional adhesive system + conventional composite resin – Z; universal adhesive system + bulk-fill composite resin - O; universal adhesive system + bulk-fill composite resin – T). Six rectangular sticks ($1.0 \pm 0.1 \text{ mm}^2$) were obtained from each specimen. After 24 hours, half of the sticks were subjected to microtensile and nanoleakage tests, the other half was subjected to thermocycling before analysis. Nanoleakage scores were assessed by two blinded examiners: 0 (no nanoleakage), I (<25%), II (25% to 49%), III (50% to 75%), IV (>75%). Data from microtensile were analyzed using Kruskal Wallis (comparisons between restorative systems), Mann-Whitney (comparisons between irrigants) and Wilcoxon (comparisons between times). Kappa test was used to assess the inter-examiners agreement for the nanoleakage data. All tests were performed with a significance level of 5%. Nanoleakage scores were presented in illustrative graphic and images. Regarding microtensile results, irrigant C provided greater bond strength than H in the initial time for T and Z; the opposite occurred for O after thermocycling ($p < 0.05$). Comparing the restorative systems, T presented the highest bond strength values, being superior to O and similar to Z using irrigant C at the initial time ($p < 0.05$); there was no difference between restorative systems with irrigant H ($p > 0.05$). After thermocycling, there was similarity between restorative systems for both irrigating solutions ($p > 0.05$). There was reduction in adhesion after thermocycling for all restorative systems when the irrigant used was C ($p < 0.05$). The Kappa result was 0.85 for nanoleakage. CT presented lower nanoleakage than HT, and CO presented greater nanoleakage than CT and CZ at the initial time. There was an increase in nanoleakage after thermocycling for all groups. It was concluded that irrigation performed with 2% chlorhexidine can benefit initial dentin adhesion, being restorative system dependent, however, the adhesive performance was not maintained

after aging. Nanoleakage occurred in all restorative systems, and its percentage increased after the aging of the restoration.

Keyword: Composite resins. Dental Restoration. Dental Leakage. Dentin. Dentin-bonding agents. Root canal irrigants,

Listas e Sumário

LISTA DE FIGURAS

- Fig 1 Fluxograma do experimento. A) Seleção de 96 molares humanos, secção das raízes a 5 mm da junção cimento-esmalte e acesso à câmara pulpar. B) Irrigação de acordo com os grupos estabelecidos. C) Restauração de acordo com os grupos estabelecidos. D) Obtenção de 6 palitos retangulares ($1.0\pm0.1\text{mm}^2$) de cada espécime. E) Testes de microtração para análise imediata. F) Teste de nanoinfiltração para análise imediata. G) Desafio de termociclagem (30000 ciclos). H) Testes de microtração para análise após envelhecimento. I) Teste de nanoinfiltração para análise após envelhecimento. J) Análise e classificação dos padrões de fratura. K) Análise em microscópio eletrônico de varredura das falhas mais representativas e dos espécimes após nanoinfiltração. L) Tabulação dos dados e análise estatística 49
- Fig 2 Imagens representativas de MEV (500x aumento) mostrando padrões de falha mais comuns na análise imediata (A, B, C, D, E, F) e após a termociclagem (G, H, I, J, K, L), para cada grupo (CO=A-G; CT=BH; CZ=C-I; HO=D-J; CT=E-K; HZ=F-L). A maioria dos grupos apresentaram padrões de falha mistos, com exceção de CZ após a termociclagem (I). Setas espessas indicam resina composta e as setas delgadas, dentina 50
- Fig 3 Imagens representativas de MEV (1000x aumento) mostrando áreas de impregnação de prata na análise imediata (A, B, C, D, E, F) e após a termociclagem (G, H, I, J, K, L), para cada grupo (CO=A-G; CT=BH; CZ=C-I; HO=D-J; CT=E-K; HZ=F-L). Setas espessas indicam gaps formados durante a análise em MEV, devido ao vácuo do equipamento. As setas delgadas indicam a infiltração por prata ao longo da camada híbrida. R representa resina composta e D, dentina 51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Frequência dos padrões de fratura na análise imediata (colunas sólidas) e após a termociclagem (colunas hachuradas) de cada grupo	52
Gráfico 2 Scores atribuídos à porcentagem de nanoinfiltração na análise imediata (colunas sólidas) e após a termociclagem (colunas hachuradas) de cada grupo	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Marca comercial, lote, composição e modo de aplicação dos materiais restauradores de acordo com os fabricantes.	53
Tabela 2 Medianas e quartis (25% e 75%) da análise de resistência de união. (Mpa).	54

LISTA DE ABREVIATURAS

#	número
%	porcentagem
<	menor
=	igual
>	maior
±	mais ou menos
10-MDP	10-metacriloiloxidecil di-hidrogênio fosfato
1-β	poder do teste
C	clorexidina
CO	irrigação com clorexidina e restauração com Single Bond Universal + Filtek <i>Bulk-Fill One</i>
CT	irrigação com clorexidina e restauração com Tetric-N-Bond Universal + Tetric-N-Ceram <i>Bulk-Fill</i>
CZ	irrigação com clorexidina e restauração com Adper Single Bond 2 + Filtek Z350
et al.	e colaboradores
Fator-C	fator de configuração cavitária
H	hipoclorito de sódio
HO	irrigação com hipoclorito de sódio e restauração com Single Bond Universal + Filtek <i>Bulk-Fill One</i>
HT	irrigação com hipoclorito de sódio e restauração com Tetric-N-Bond Universal + Tetric-N-Ceram <i>Bulk Fill</i>
HZ	irrigação com hipoclorito de sódio e restauração com Adper Single Bond 2 + Filtek Z350
KgF	quilograma/força
kV	quilovoltagem
ml	mililitros
mm	milímetros
mm ²	milímetros quadrados
MMP	metaloproteinase matriz
Mpa	megapascal
O	sistema restaurador Single Bond Universal + Filtek <i>Bulk-Fill One</i>

°C	grau Celsius
P	probabilidade de significância
T	sistema restaurador Tetric-N-Bond Universal + Tetric-N-Ceram <i>Bulk-Fill</i>
x	vezes
Z	sistema restaurador Adper Single Bond 2 + Filtek Z350

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	25
2 OBJETIVOS.....	28
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
3.1 Delineamento experimental e cálculo amostral	30
3.2 Confecção dos espécimes e divisão dos grupos.....	30
3.3 Teste de microtração	32
3.4 Teste de nanoinfiltração	32
3.5 Análise estatística	33
4 RESULTADOS	35
5 DISCUSSÃO.....	37
6 CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS	44
ANEXOS.....	56

Introdução

1 INTRODUÇÃO*

Geralmente, as falhas do tratamento endodôntico estão associadas à persistência de microrganismos no interior do canal ou à infiltração devido ao selamento coronário inadequado.^{1,2} Dentro deste contexto, a literatura mostra que algumas soluções irrigadoras utilizadas no tratamento endodôntico possuem efeitos deletérios no tecido dentinário, alterando sua composição e propriedades mecânicas, afetando também a adesão e o selamento dos materiais restauradores à dentina.¹⁻⁵ A irrigação tem como função eliminar detritos, facilitar o preparo, lubrificar e desinfetar os canais radiculares, sendo uma etapa indispensável durante o tratamento endodôntico. As soluções irrigadoras mais utilizadas são a clorexidina, na concentração de 2% e o hipoclorito de sódio, utilizada em concentrações que variam de 0,5% a 6%.⁶ Ambas as soluções demonstram ótimas propriedades antimicrobianas, entretanto o hipoclorito de sódio possui capacidade de dissolução de tecidos orgânicos, diferente da clorexidina, que tem sua eficácia comprometida na presença destes.^{6,7}

Ao final do tratamento endodôntico é necessário restaurar o dente acometido, tendo como objetivo evitar a infiltração, aumentar a resistência da estrutura dentária remanescente e ainda reestabelecer funcionalidade e estética.⁸ As restaurações podem ser diretas ou indiretas, mas quando a estrutura remanescente do dente for suficiente, deve-se optar pela técnica direta com resina composta por ser uma abordagem conservadora, apresentar qualidade estética, menor custo e tempo clínico se comparada com a técnica indireta.⁹⁻¹¹ Tratando-se de restaurações pós-endodônticas, o uso de sistemas restauradores diretos pode ser executado imediatamente após a obturação do canal, visto que diversos autores apontam que esta é a melhor opção para alcançar o sucesso prolongado do tratamento endodôntico pela obtenção de um imediato selamento hermético da porção coronária, evitando a contaminação do canal devido à desintegração das restaurações provisórias.^{3,12,13}

Com o avanço dos materiais restauradores, sistemas adesivos universais e resinas compostas tipo *bulk-fill* foram desenvolvidos no intuito de simplificar as etapas clínicas, diminuindo o risco de iatrogenias e proporcionando qualidade dos procedimentos restauradores.^{14,15} Os sistemas adesivos universais associam primer ácido com agentes de ligação em uma única solução, promovendo adesão pelas técnicas autocondicionante, com

* Normas da revista selecionada para a publicação do artigo: *The Journal of Adhesive Dentistry* - https://jad.quintessenz.de/jad/downloads/authorguidelines_jad.pdf

condicionamento ácido total ou condicionamento seletivo de esmalte.¹⁴ As resinas *bulk-fill* são materiais que apresentam menor tensão de polimerização e maior profundidade de fotopolimerização quando comparadas às resinas convencionais.¹⁵ Essas características permitem a utilização de incrementos de 4 a 5 mm, reduzindo o tempo clínico e diminuindo a incorporação de bolhas de ar nas restaurações.¹⁵

Restaurações extensas em dentes tratados endodonticamente utilizando resina *bulk-fill* tornam-se uma alternativa mais viável se comparadas às restaurações indiretas em cerâmica, resultando na ocorrência de falhas menos expressivas.¹¹ Dentro deste contexto, a literatura tem comparado diferentes sistemas restauradores utilizando-se um único irrigante,¹⁶ ou diversos irrigantes com apenas um sistema restaurado.³ No entanto, a literatura é escassa de estudos que avaliem o efeito de irrigantes endodônticos na interface de diferentes sistemas restauradores recentes, por meio das análises de resistência adesiva e selamento marginal.

Objetivos

2 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar a adesão e o selamento de diferentes sistemas adesivos universais associados a resinas compostas do tipo *bulk-fill*, após a utilização de soluções irrigadoras.

As hipóteses nulas estabelecidas foram:

- (I) Não haveria diferença entre as duas soluções irrigadoras quando um mesmo sistema restaurador foi utilizado, no mesmo tempo de análise;
- (II) Não haveria diferença entre os sistemas restauradores quando a mesma solução irrigadora foi utilizada, no mesmo tempo de análise;
- (III) Não haveria diferença entre tempos de análise quando a mesma solução irrigadora e sistemas restauradores foram utilizados.

Materiais e métodos

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delineamento experimental e cálculo amostral

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa local (CAAE 52010021.3.0000.5420).

Três fatores experimentais foram investigados:

- (I) Soluções irrigantes em dois níveis: clorexidina à 2% e hipoclorito de sódio a 5,25%;
- (II) Sistemas restauradores em três níveis: um sistema adesivo e resina composta convencionais e dois sistemas adesivos universais e duas resinas *bulk-fill*;
- (III) Tempos de análise em dois níveis: imediato e após termociclagem de 30000 ciclos

Duas análises foram realizadas: resistência adesiva pelo teste de microtração e selamento interfacial pelo teste de nanoinfiltração.

O cálculo amostral para o teste de microtração foi realizado após estudo piloto, considerando o nível de significância ($\alpha=0.05$), a mínima diferença detectável entre as médias=2,0 e poder do teste ($1-\beta=0.90$), utilizando o software SigmaPlot 14.0. Para a análise de nanoinfiltração, o tamanho amostral foi baseado considerando-se um estudo prévio.¹⁷ Sendo assim, foram utilizados 96 molares humanos sem tratamento endodôntico, cáries, fraturas, trincas e restaurações, os quais foram distribuídos aleatoriamente entre os 6 grupos e submetidos ao teste de microtração (n=13) e nanoinfiltração (n=3).

3.2 Confeção dos espécimes e divisão dos grupos

Depois de limpos com curetas periodontais e realizada profilaxia com escova de robinson e pedra-pomes, os molares ficaram armazenados em solução de timol a 0,1% a 5°C a 8°C por no máximo 6 meses após a extração. Para simular uma restauração pós-endodôntica, a câmara pulpar coronária foi acessada com uma ponta diamantada esférica de haste longa #1016 (KG Sorensen Ind. E Com. Ltda, São Paulo, SP, Brasil) e o teto da câmara foi removido com uma broca de ponta inativa Endo Z (Microdont, São Paulo, SP, Brasil). As raízes foram seccionadas com um disco diamantado dupla-face (Microdont, Socorro, SP,

Brasil) a 5 mm da junção cimento-esmalte e a polpa foi removida com instrumentos endodônticos. Para evitar o extravasamento dos irrigantes, os orifícios dos canais foram selados com cimento provisório temporário (Coltosol, Coltène/Whaledent AG, Altstätten, Switzerland)³ e os espécimes foram fixados verticalmente em uma placa de acrílico com cera pegajosa (Kota, Cotia, SP, Brasil) para facilitar a manipulação no momento da irrigação.

Os dentes foram divididos em 6 grupos de acordo com os irrigantes (Clorexidina 2%- C; Hipoclorito de sódio 5,25%- H) e sistemas restauradores (Single Bond Universal + Filtek One *Bulk-fill*- O; Tetric-N-Bond Universal + Tetric-N- Ceram *Bulk-Fill*- T; Adper Single Bond 2 + Filtek Z350XT - Z)

As composições, fabricantes e modo de aplicação dos sistemas restauradores utilizados estão presentes na Tabela 1.

Em seguida, os dentes foram irrigados com as soluções irrigadoras por 30 minutos, sendo considerado o tempo máximo de irrigação durante o tratamento endodôntico.¹⁸ Para este procedimento, utilizou-se 1 ml de solução, preenchendo a câmara pulpar, sendo renovada através da aspiração e nova irrigação a cada 3 minutos, totalizando 10 ml.³ Por fim, a câmara pulpar foi lavada com 1 ml de água destilada por 60 segundos e secas com jatos de ar por 15 segundos.

Os espécimes foram restaurados logo após a irrigação de acordo com as instruções dos fabricantes (Tabela 1). Os espécimes dos grupos O e T receberam condicionamento com ácido fosfórico a 37% (3M ESPE, St. Paul MN USA) apenas em esmalte por 30 segundos; em seguida, foram lavados e secos com jatos de ar pelo mesmo tempo. Para os espécimes do grupo Z foi aplicado ácido fosfórico a 37% por 30 segundos em esmalte e 15 segundos em dentina; em seguida, foram lavados e secos com jatos de ar e papel absorvente. Todos os procedimentos de fotopolimerização foram realizados com o equipamento Radi-Cal (SDI Limited, Bayswater, Victoria, Australia), cuja intensidade de luz (1050 mW/cm²) foi checada utilizando-se o radiômetro RD-7 (Ecel, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

Após a restauração, os dentes foram fixados horizontalmente em uma placa de acrílico com cera pegajosa e foram seccionados na cortadeira (ISOMET 1000; Buehler, Illinois, USA), para obtenção de seis palitos retangulares (1.0±0.1 mm²) de cada dente. Metade dos palitos foi testada após 24 horas de armazenamento a 37°C em umidade relativa. Os demais foram submetidos à termociclagem com 30000 ciclos de 30 segundos e intervalos de 3

segundos (Termocicladora 350 TSX, Odeme, Luzana, SC, Brasil), nas temperaturas de 5°C e 55°C¹⁹ antes de serem avaliados pelos testes de microtração e nanoinfiltração.

3.3 Teste de microtração

As secções transversais dos palitos foram medidas próximo à interface da restauração com um paquímetro digital (modelo 500–144B; Mitutoyo Sul América Ltda, SP, Brasil). Em seguida, foram fixados na máquina de testes universal (OM 100 -Odeme Dental Research, Luzerna, SC, Brasil) com auxílio de cianoacrilato (Loctite Super Bonder – Henkel Ltda, Itapevi SP, Brasil) e o teste foi realizado a uma velocidade de 0,7 mm/minuto até a falha. Os valores finais da resistência adesiva, expressos em Megapascal (MPa), foram calculados dividindo-se o valor de carga de ruptura, obtidos em Kilograma/força (Kgf) pela área das secções transversais dos espécimes.¹⁹

A análise dos padrões de falhas foi feita em estereomicroscópio (Stemi SV11; Zeiss, Oberkochen, Germany) com aumento de 40x e foram classificadas de acordo com o tipo: I) adesiva. II) coesiva em dentina. III) coesiva em material restaurador. IV) mista.²⁰

Para observar as falhas ocorridas, três espécimes representativos de cada grupo foram analisados em microscópio eletrônico de varredura com aumento de 500x (EVO LS15; Zeiss, Oberkochen, Germany).

3.4 Teste de nanoinfiltração

Os palitos foram imersos em uma solução de nitrato de prata amoniacal a 50% em peso e ficaram privados de luz por 24 horas. Os espécimes foram enxaguados abundantemente com água destilada e submersos em solução foto reveladora por 8 horas sob luz fluorescente para reduzir a penetração do nitrato de prata amoniacal nos grãos de prata metálica.²¹ Os espécimes foram embutidos em resina epóxi (EpoxiCure 2, Buehler, Illinois, USA) e em seguida foram polidos com lixas de carbetto de silício de granulação #600, #1200 e #2000, limpos em cuba ultrassônica (Cristófoli Equipamentos de Biossegurança Ltda, Campo Mourão, PR, Brasil) entre as diferentes granulações de lixas por 5 minutos, sendo que após a última lixa, o mesmo procedimento foi realizado. Depois de secos, foram processados

para serem examinados em microscópio eletrônico de varredura no modo de elétrons retroespalhados.²²

Três imagens representativas de cada grupo foram selecionadas e analisadas por dois avaliadores calibrados e cegos de acordo com o score: 0) sem nanoinfiltração; I) <25% com nanoinfiltração; II) 25% a 49% com nanoinfiltração; III) 50% a 75% com nanoinfiltração; IV) >75% com nanoinfiltração.²³ Em caso de desacordo, os avaliadores entraram em um consenso.

3.5 Análise estatística

Como a maioria dos dados de resistência adesiva não apresentaram normalidade, foram realizados testes estatísticos não paramétricos: Kruskal Wallis (comparações entre sistemas restauradores), Mann-Whitney (comparações entre irrigantes) e Wilcoxon (comparações entre tempos). Para os dados de nanoinfiltração, o teste de Kappa foi utilizado para avaliar a concordância inter-avaliadores. Todos os testes foram realizados com nível de significância de 5%. Os dados referentes aos scores de nanoinfiltração foram apresentados de forma ilustrativa através de gráficos e imagens.

O fluxograma completo do experimento está descrito na figura 1.

Resultados

4 RESULTADOS

As medianas e quartis referentes à análise de resistência de união estão apresentados na Tabela 3. Ao total, foram obtidos 234 palitos para cada tempo de análise. Ocorreram falhas prematuras no tempo inicial 58 (24,78%) e após a termociclagem, 60 (25,64%), as quais foram incluídas nas análises estatísticas. Comparando-se as soluções irrigadoras observou-se que nos sistemas restauradores T e Z o irrigante C proporcionou maior adesão que o irrigante H no tempo inicial; o oposto ocorreu no grupo O após termociclagem ($p < 0.05$). Quanto à comparação entre os sistemas restauradores no tempo inicial, T foi superior estatisticamente a CO e similar a CZ, quando o irrigante C foi utilizado ($p < 0.05$). Utilizando-se a solução irrigadora H não houve diferença estatística entre os sistemas restauradores ($p > 0.05$). A mesma similaridade foi observada após a termociclagem ($p > 0.05$). Comparando-se os tempos de análises, observou-se uma redução da adesão para todos os sistemas restauradores quando o irrigante C foi utilizado ($p < 0.05$).

O gráfico 1 e figuras 2 representam os dados referentes aos padrões de falha do teste de microtração, os palitos que apresentaram fratura prematura não foram classificados quanto ao tipo de falha. A maioria dos palitos apresentaram falhas classificadas como mistas, representando 44,83% do total de palitos analisados no tempo inicial e 42% dos palitos após a termociclagem.

Os resultados referentes à análise de nanoinfiltração estão apresentados no gráfico 2 e figura 3. A avaliação inter-avaliadores obteve concordância de 0,85 de acordo com o teste Kappa. O irrigante H demonstrou maior porcentagem de impregnação de prata ao longo da camada híbrida para a maioria dos sistemas restauradores, em ambos os tempos de análise, visto que houve maior quantidade de scores III (6) e IV (5). Quanto à observação da nanoinfiltração entre os sistemas restauradores, observou-se que o grupo O apresentou scores maiores de impregnação de prata que T, quando irrigado com C e analisado no tempo inicial; o oposto ocorreu quando utilizado o irrigante H, no mesmo tempo de análise. Após a termociclagem, ambos grupos que utilizaram o sistema restaurador Z apresentaram os maiores scores de nanoinfiltração, assim como O quando irrigado com H. Comparando-se os tempos de análise, houve um aumento da porcentagem de nanoinfiltração para a maioria dos grupos, após a termociclagem das amostras.

Discussão

5 DISCUSSÃO

A adesão de materiais restauradores à estrutura dentária deve ser capaz de fornecer resistência de união, vedação marginal e consequentemente durabilidade clínica.²⁰ A análise de resistência de união pelo teste de microtração é atualmente considerado como um método versátil, padrão e de maior poder discriminativo do que outros testes semelhantes, especialmente após a submissão dos espécimes a um desafio de durabilidade²⁰. A nanoinfiltração tem sido usada para evidenciar espaços na camada híbrida que não foram efetivamente preenchidos pelo material restaurador,²⁴ o que resulta no aumento da penetração de fluidos e bactérias bacterianos.²⁵ Assim, a combinação das duas análises utilizadas neste estudo foi importante para demonstrar a qualidade da adesão e do selamento na interface entre dentina e sistemas restauradores recentes após a utilização de irrigantes endodônticos.

A primeira hipótese foi negada visto que a irrigação com hipoclorito de sódio resultou em menores valores de resistência de união imediata, quando comparado à irrigação com clorexidina para T e Z, assim como, menor porcentagem de nanoinfiltração para o sistema restaurador T. O hipoclorito de sódio possui capacidade oxidante que pode produzir uma camada rica em oxigênio na dentina, afetando negativamente a polimerização dos materiais resinosos.^{10,18} Adicionalmente, por se tratar de um agente desproteinizante, degrada a dentina pela dissolução do colágeno, impedindo a formação de uma camada híbrida consistente,^{26,27} podendo favorecer a infiltração de líquidos em suas porosidades, tal como demonstrado nas figuras 3D, 4E e 4F. Alguns trabalhos na literatura que analisaram a resistência de união após irrigação endodôntica ou agentes desinfetantes, também encontraram que o hipoclorito causa maiores prejuízos à adesão quando comparado à clorexidina.^{3,28} estes trabalhos realizaram as restaurações em cavidades, tal como no presente estudo. No entanto, resultados divergentes foram encontrados na literatura concluindo que os irrigantes não influenciaram na resistência de adesão das restaurações;^{18,29} porém, as restaurações de ambos os estudos foram realizadas na camada de dentina superficial. Tal fato pode ter influenciado os resultados encontrados, já que quanto mais profunda a localização da dentina, maior a quantidade e o diâmetro dos túbulos dentinários, permitindo uma maior penetração do irrigante e causando mais efeitos negativos no tecido dentinário.^{30,31} Além disso, o fator de configuração cavitária (fator-C) influencia na resistência adesiva,³² pois cavidades classe I apresentam menores valores de resistência adesiva quando comparada à uma superfície plana.³³ O tipo de irrigante também tem afetado o selamento dos agentes adesivos dentro da câmara pulpar visto que a irrigação com hipoclorito de sódio resultou em uma maior microinfiltração comparando-se com

clorexidina ou ausência de irrigação, quando adesivos convencionais ou autocondicionantes foram utilizados.^{4,34}

Após a termociclagem, apenas o grupo O apresentou diferença entre os irrigantes sendo que a clorexidina apresentou menores valores de adesão, provavelmente devido a perda do efeito inibidor das MMPs³⁵. A alta solubilidade em água das moléculas de clorexidina permite uma fácil lixiviação da camada híbrida, o que pode diminuir o efeito inibitório a longo prazo e, conseqüentemente, diminuir a adesão.³⁵ Um aumento de nanoinfiltração para a maioria dos grupos, promovendo similaridade entre eles, foi encontrado após a termociclagem, tal como demonstrado no gráfico 2 e figuras 3G, H, I, J, K e L. A microinfiltração também não foi afetada por diferentes irrigantes quando seus efeitos foram analisados na interface dentina-resina após termociclagem e armazenamento de 90 dias, corroborando com o presente estudo.³⁶

Comparando-se os sistemas restauradores, observou-se que quando a dentina foi irrigada com clorexidina no tempo imediato, o sistema restaurador O obteve menores valores de resistência adesiva e maior porcentagem de nanoinfiltração que T, negando-se a segunda hipótese. Giacomini et al³⁷ sugeriram que a clorexidina, por promover uma ligação tanto ao mineral quanto aos componentes orgânicos da dentina, pode competir com o monômero 10-MDP, presente no sistema restaurador do grupo O, afetando assim sua ligação com o cálcio, contribuindo para a redução da resistência de união. Irrigando-se previamente com hipoclorito de sódio e utilizando-se as mesmas resinas compostas do presente estudo, no entanto associando-se a resina composta convencional com o sistema adesivo universal, não foram encontradas diferenças estatísticas entre os 3 sistemas restauradores.¹⁶ Em estudos em que a dentina não sofreu a ação de soluções irrigadoras, observou-se semelhança com os resultados do presente estudo, pois a resistência adesiva do Adper Single Bond 2 foi superior à do Single Bond Universal;³⁸ entretanto, em outro estudo o sistema adesivo Single Bond Universal obteve valores de resistência de união superiores ao adesivo Tetric-N-Bond Universal.³⁹ Vale ressaltar que os estudos supracitados^{16,38,39} confeccionaram as restaurações em superfície plana, o que poderia afetar a comparação dos resultados com o presente estudo, tal como mencionado anteriormente.^{32,33} Em um estudo recente onde foram testados os mesmos sistemas adesivos que o presente estudo, maiores valores de resistência adesiva e menores porcentagens de nanoinfiltração foram encontradas quando os sistemas adesivos universais foram utilizados em comparação com o sistema adesivo convencional,⁴⁰ no entanto, uma

única resina composta foi testada e não foi utilizada nenhuma solução irrigadora previamente à restauração.

A terceira hipótese nula também foi negada, uma vez que houve diferença entre os tempos de análise em alguns grupos para ambos os testes. A termociclagem simula as variações de temperatura do meio oral; fissuras e lacunas se formam ao longo da interface adesiva, permitindo a entrada de fluidos e assim, juntamente com os efeitos da hidrólise durante a termociclagem, reduz a resistência de união entre material restaurador e tecido dentinário⁴¹ ao mesmo tempo em que aumenta a nanoinfiltração da camada híbrida.⁴² Armstrong et al²⁰ preconizam que o número de ciclos realizados seja no mínimo 10 mil, o que equivale a 1 ano de envelhecimento; 20 ou 30 mil ciclos promovem uma maior degradação da interface adesiva⁴³. Este desafio promoveu para todos os grupos uma diminuição significativa dos valores de resistência de união quando a clorexidina foi utilizada como irrigante. O uso da clorexidina a 2% não tem efeito adverso na resistência de união imediata, podendo melhorar após 6 meses da aplicação, mas não aos 12 meses em diante, como apontam Yaghmoor et al⁴⁴ em sua revisão sistemática. Adicionalmente, diversos trabalhos da literatura demonstram a queda do valor de resistência adesiva e aumento da nanoinfiltração após a submissão dos espécimes a um envelhecimento acelerado.^{33,42,45-47} Gunaidyn et al⁴⁶ concluem que o envelhecimento diminui a resistência de união de diferentes sistemas adesivos, o mesmo estudo utiliza clorexidina, o que resultou numa maior resistência de união antes e após termociclagem; no entanto, o tempo de exposição à solução foi menor (60 segundos) por se tratar de indicação como pré-tratamento restaurador e não como irrigante. Adicionalmente, segundo Saboia et al,⁴⁷ a região de dentina desmineralizada exposta na base da camada híbrida resultante da impregnação incompleta do material restaurador pode ser o local mais suscetível à degradação hidrolítica, o que explicaria o aumento da porcentagem de nanoinfiltração da maioria dos grupos após a termociclagem (figuras 3G, H, I, J, K e L). A literatura aponta que mesmo os adesivos considerados padrões ouro, não são capazes de prevenir a nanoinfiltração na camada híbrida,^{40,48,49} tal como observado no gráfico 2 e figura 3, onde foram obtidos apenas 8 scores I e nenhum score 0.

No presente estudo houve uma porcentagem considerável de falhas prematuras em ambos os tempos de análise; apesar disso, as falhas prematuras foram contabilizadas para a análise estatística, assim como sugerido por Armstrong et al.²³ As demais falhas, em sua maioria, foram classificadas como mistas, assim como visto em outros estudos que analisaram a adesão do material restaurador após a utilização de irrigantes endodônticos.^{3,10} Para o grupo

CZ após a termociclagem (Figura 4C) o maior número de falhas foi do tipo adesiva, tal como encontrado no estudo de Giroto et al.¹⁶

Embora seja feito controle do armazenamento das amostras em umidade relativa e a 37°C em estufa, o ambiente bucal possui características diferentes, como a influência da saliva, sendo uma limitação do presente estudo. Outros irrigantes endodônticos como ácido cítrico, maleico ou soluções recentemente lançadas no mercado devem ser avaliados em estudos futuros, a fim de verificar a influência destes na resistência de união e no selamento da interface adesiva quando adesivos universais e resinas *bulk-fill* são utilizados.

Conclusão

6 CONCLUSÃO

Apenas para um sistema adesivo universal associado à resina composta do tipo bulk-fill, a clorexidina 2% beneficiou a adesão dentinária inicial; no entanto, este desempenho adesivo não se manteve após o envelhecimento. Ocorreu nanoinfiltração em todos os sistemas restauradores, sendo que seu percentual foi aumentado após o envelhecimento da restauração.

Referências

REFERÊNCIAS

1. Santos-Junior AO, De Castro Pinto L, Mateo-Castillo JF, Pinheiro CR. Success or failure of endodontic treatments: a retrospective study. *J Conserv Dent* 2019;22:129-132.
2. Nagpal R, Manuja N, Pandit IK. Adhesive bonding to pulp chamber dentin after different irrigation regimens. *J Investig Clin Dent* 2015;6:287-293.
3. Santos JN, Carrilho MR, De Goes MF, Zaia AA, Gomes BP, Souza-Filho FJ, Ferraz CC. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. *J Endod* 2006;32:1088-1090.
4. Moghaddas MJ, Moosavi H, Ghavamnasiri M. Microleakage evaluation of adhesive systems following pulp chamber irrigation with sodium hypochlorite. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2014;8:21-26.
5. Rath PP, Yiu CKY, Matinlinna JP, Kishen A, Neelakantan P. The effect of root canal irrigants on dentin: a focused review. *Restor Dent Endod* 2020;45:e39.
6. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Muwaquet-Rodríguez S, Albero-Monteagudo A. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. *J Clin Exp Dent* 2019;11:e185-e193.
7. Dioguardi M, Gioia GD, Illuzzi G, Laneve E, Cocco A, Troiano G. Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems. *Eur J Dent* 2018;12:459-466.
8. European Society of Endodontology developed by: Mannocci F, Bhuva B, Roig M, Zarow M, Bitter K. European Society of Endodontology position statement: The restoration of root filled teeth. *Int Endod J* 2021;54:1974-1981.
9. Stenhagen S, Skeie H, Bårdsen A, Laegreid T. Influence of the coronal restoration on the outcome of endodontically treated teeth. *Acta Odontol Scand* 2020;78:81-86.
10. Dikmen B, Tarim B. The effect of endodontic irrigants on the microtensile bond strength of different dentin adhesives. *Niger J Clin Pract* 2018;21:280-286.

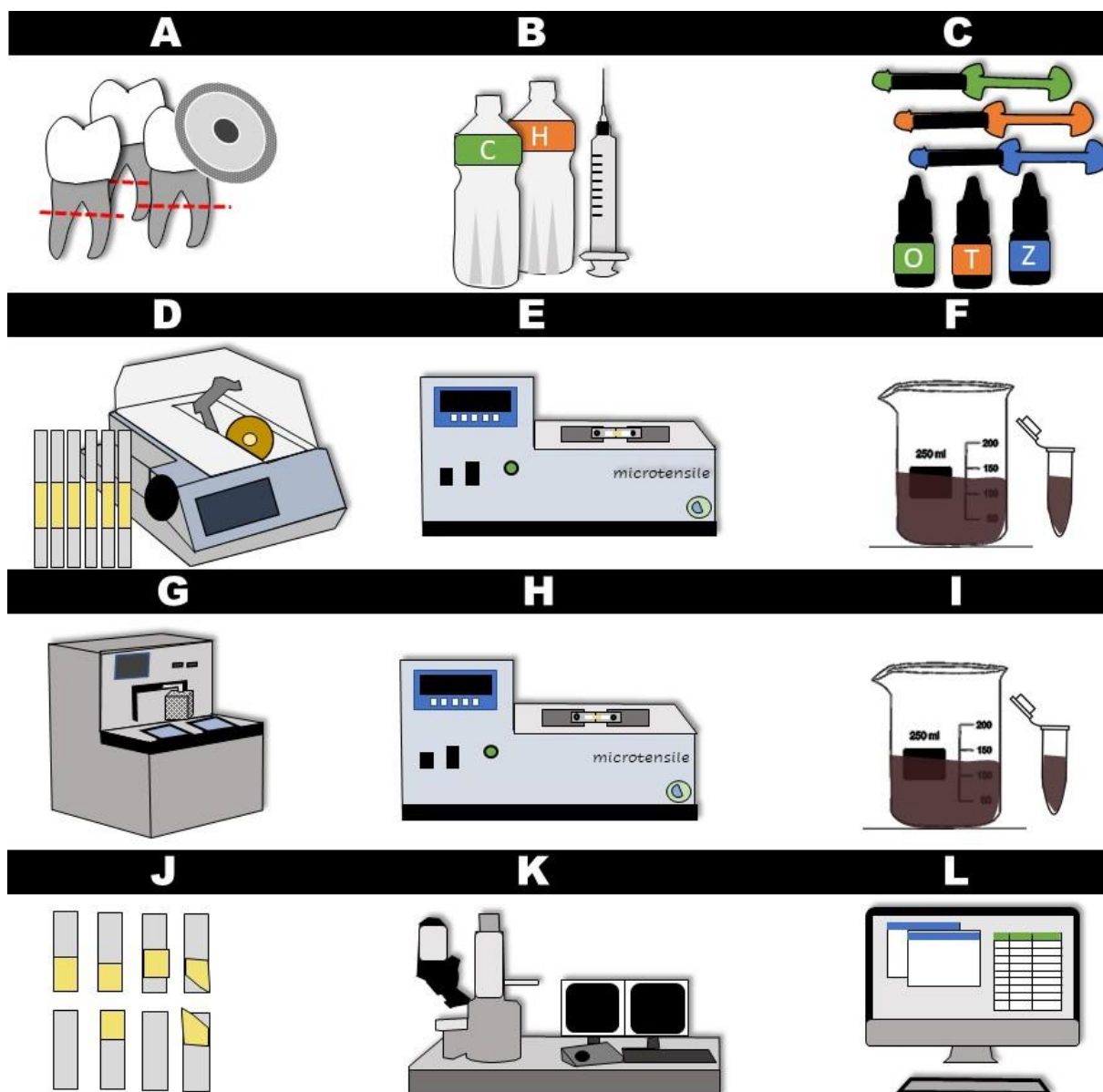
11. Sedrez-Porto JA, Münchow EA, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Which materials would account for a better mechanical behavior for direct endocrown restorations? *J Mech Behav Biomed Mater* 2020;103:103592.
12. Slutzky-Goldberg I, Slutzky H, Gorfil C, Smidt A. Restoration of endodontically treated teeth review and treatment recommendations. *Int J Dent* 2009;150251.
13. Naoum HJ, Chandler NP. Temporization for endodontics. *Int Endo J* 2002;35:964-978.
14. Elkaffas AA, Hamama HHH, Mahmoud SH. Do universal adhesives promote bonding to dentin? A systematic review and meta-analysis. *Restor Dent Endod* 2018;43:e29.
15. Arbildo-Vega HI, Lapinska B, Panda S, Lamas-Lara C, Khan AS, Lukomska-Szymanska M. Clinical effectiveness of bulk-fill and conventional resin composite restorations: systematic review and meta-analysis. *Polymers* 2020;12:1786.
16. Girotto AC, Abuna G, Sanchez-Puetate C, Piccioni MA, Porto TS, Kuga MC. Effect of different adhesive strategies and storage time on bond strength of bi-functional monomers to simulated endodontically-treated dentin. *Dent Mater J* 2021;40:1410-1417.
17. Moreira KM, Bertassoni LE, Davies RP, Joia F, Höfling JF, Nascimento FD, Puppini-Rontani RM. Impact of biomineralization on resin/biomineralized dentin bond longevity in a minimally invasive approach: An "in vitro" 18-month follow-up. *Dent Mater* 2021;37:e276-e289.
18. Mokhtari F, Anvar E, Mirshahpanah M, Hemati H, Danesh Kazemi A. The probable effect of irrigation solution and time on bond strength to coronal dentin: an in vitro evaluation. *Iran Endod J* 2017;12:439-442.
19. Chiba EK, Briso ALF, de Alexandre RS, Moda MD, dos Santos PH, Fagundes TC. Bond strength to dentin of low-shrinkage composite resin restorations after thermocycling and mechanical loading. *Arch Healt Invest* 2020;9:641-647.
20. Armstrong S, Breschi L, Özcan M, Pfefferkorn F, Ferrari M, Van Meerbeek B. Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μ TBS) approach. *Dent Mater* 2017;33:133-143.
21. Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res* 2002;81:472-476.

22. Pereira R, Lima DANL, Giorgi MCC, Marchi GM, Aguiar FHB. Evaluation of bond strength, nanoleakage, and marginal adaptation of bulk-fill composites submitted to thermomechanical aging. *J Adhes Dent* 2019;21:255-264.
23. Yang H, Guo J, Guo J, Chen H, Somar M, Yue J, Huang C. Nanoleakage evaluation at adhesive-dentin interfaces by different observation methods. *Dent Mater J* 2015;34:654-662.
24. Dörfer CE, Staehle HJ, Wurst MW, Duschner H, Pioch T. The nanoleakage phenomenon: influence of different dentin bonding agents, thermocycling and etching time. *Eur J Oral Sci* 2000;108:346-351.
25. Pioch T, Staehle HJ, Duschner H, García-Godoy F. Nanoleakage at the composite-dentin interface: a review. *Am J Dent* 2001;14:252-258.
26. Fagundes TC, Toledano M, Navarro MF, Osorio R. Resistance to degradation of resin-modified glass-ionomer cements dentine bonds. *J Dent* 2009;37:342-347.
27. Marquezan M, Fagundes TC, Toledano M, Navarro MF, Osorio R. Differential bonds degradation of two resin-modified glass-ionomer cements in primary and permanent teeth. *J Dent* 2009;37:857-864.
28. Kim BR, Oh MH, Shin DH. Effect of cavity disinfectants on antibacterial activity and microtensile bond strength in class I cavity. *Dent Mater J* 2017;36:368-373.
29. Carvalho MPM, Morari VHC, Susin AH, Rocha RO, Valandro LF, Soares FZM. Endodontic Irrigation Protocols: Effects on bonding of adhesive systems to coronal enamel and dentin. *J Esthet Restor Dent* 2017;29:222-228.
30. Abuhaimed TS, Abou Neel EA. Sodium Hypochlorite Irrigation and its effect on bond strength to dentin. *Biomed Res Int* 2017;2017:1930360.
31. Lenzi TL, Guglielmi Cde A, Arana-Chavez VE, Raggio DP. Tubule density and diameter in coronal dentin from primary and permanent human teeth. *Microsc Microanal* 2013;19:1445-1449.
32. Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: effect on adhesion to cavity-bottom dentin. *Dent Mater* 2013;29:269-277.

33. Yao C, Ahmed MH, Okazaki Y, Van Landuyt KL, Huang C, Van Meerbeek B. Bonding efficacy of a new self-adhesive restorative onto flat dentin vs class-i cavity-bottom dentin. *J Adhes Dent* 2020;22:65-77.
34. Bansal S, Tewari S. Ex vivo evaluation of dye penetration associated with various dentine bonding agents in conjunction with different irrigation solutions used within the pulp chamber. *Int Endod J* 2008;41:950-957.
35. Sabatini C, Pashley DH. Mechanisms regulating the degradation of dentin matrices by endogenous dentin proteases and their role in dental adhesion. A review. *Am J Dent* 2014;27:203-214.
36. Togay B, Ataç A, Cehreli ZC. Microleakage and micromorphology of the resin-dentin interface in primary molars following different endodontic irrigation regimens. *J Clin Pediatr Dent* 2006;31:98-103.
37. Giacomini MC, Scaffa P, Chaves LP, Vidal C, Machado TN, Honório HM, Tjäderhane L, Wang L. Role of proteolytic enzyme inhibitors on carious and eroded dentin associated with a universal bonding system. *Oper Dent* 2017;42:E188-E196.
38. Fazelian N, Kasraei S, Khamverdi Z. Effects of C-factor on bond strength of universal adhesives to floor and wall dentin in class-I composite restorations. *J Adhes Dent* 2022;24:2-8.
39. Çetin AR, Dinc H. Effects of artificial aging on the bond strengths of universal dental adhesives. *Niger J Clin Pract* 2020;23:1148-1154.
40. Wendlinger M, Pomacóndor-Hernández C, Pintado-Palomino K, Cochinski GD, Loguercio AD. Are universal adhesives in etch-and-rinse mode better than old 2-step etch-and-rinse adhesives? One-year evaluation of bonding properties to dentin. *J Dent* 2023;132:104481.
41. Deng D, Yang H, Guo J, Chen X, Zhang W, Huang C. Effects of different artificial ageing methods on the degradation of adhesive-dentine interfaces. *J Dent* 2014;42:1577-1585.
42. Ulker M, Ozcan M, Sengün A, Ozer F, Belli S. Effect of artificial aging regimens on the performance of self-etching adhesives. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2010;93:175-184.

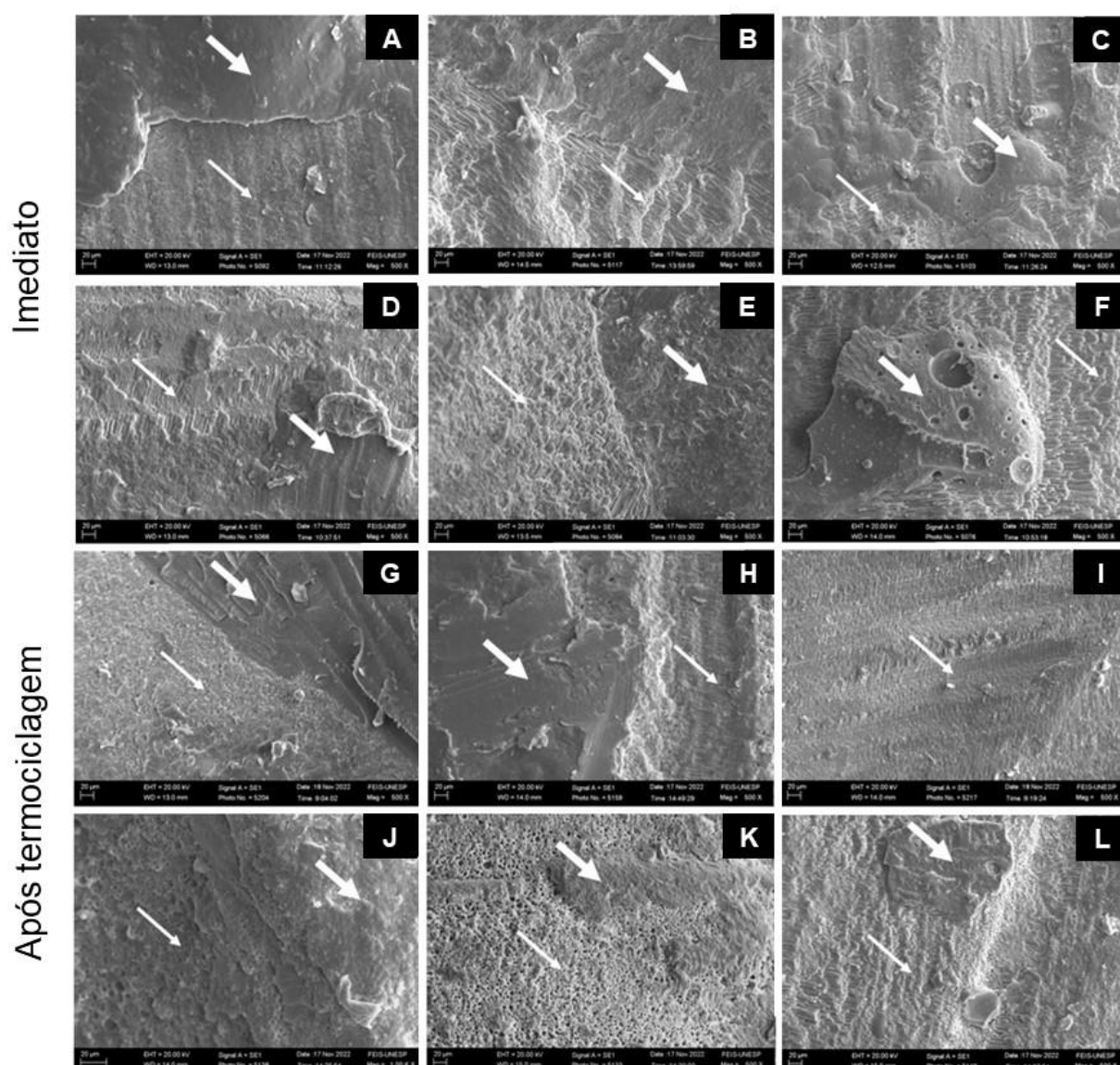
43. Teixeira GS, Pereira GKR, Susin AH. Aging methods-an evaluation of their influence on bond strength. *Eur J Dent* 2021;15:448-453.
44. Yaghmoor RB, Jamal H, Abed H, Allan E, Ashley P, Young A. Incorporation of MMP inhibitors into dental adhesive systems and bond strength of coronal composite restorations: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Jpn Dent Sci Rev* 2022;58:298-315.
45. Makishi P, André CB, Ayres A, Martins AL, Giannini M. Effect of storage time on bond strength and nanoleakage expression of universal adhesives bonded to dentin and etched enamel. *Oper Dent* 2016;41:305-317.
46. Gunaydin Z, Yazici AR, Cehreli ZC. In vivo and in vitro effects of chlorhexidine pretreatment on immediate and aged dentin bond strengths. *Oper Dent* 2016;41:258-267.
47. Saboia VP, Silva FC, Nato F, Mazzoni A, Cadenaro M, Mazzotti G, Giannini M, Breschi L. Analysis of differential artificial ageing of the adhesive interface produced by a two-step etch-and-rinse adhesive. *Eur J Oral Sci* 2009;117:618-624.
48. Cardoso MV, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Van Meerbeek B. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Aust Dent J*. 2011;56:31-44.
49. Van Meerbeek B. The "myth" of nanoleakage. *J Adhes Dent* 2007;9:491-492.

FIGURAS



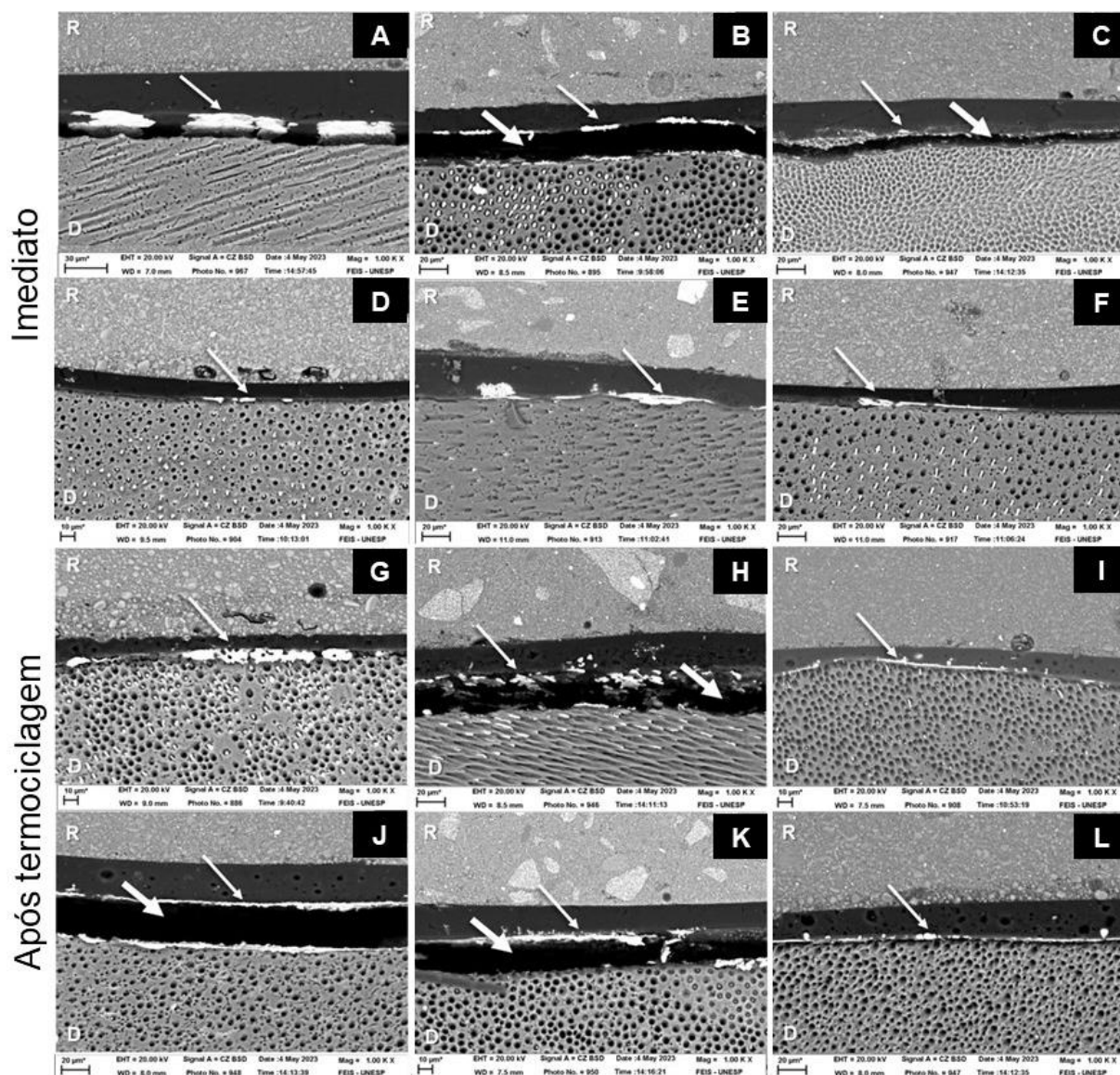
Fonte: Autora, 2023

Fig 1 Fluxograma do experimento. A) Seleção de 96 molares humanos, secção das raízes a 5 mm da junção cimento-esmalte e acesso à câmara pulpar. B) Irrigação de acordo com os grupos estabelecidos. C) Restauração de acordo com os grupos estabelecidos. D) Obtenção de 6 palitos retangulares ($1.0 \pm 0.1 \text{ mm}^2$) de cada espécime. E) Testes de microtração para análise imediata. F) Teste de nanoinfiltração para análise imediata. G) Desafio de termociclagem (30000 ciclos). H) Testes de microtração para análise após envelhecimento. I) Teste de nanoinfiltração para análise após envelhecimento. J) Análise e classificação dos padrões de fratura. K) Análise em microscópio eletrônico de varredura das falhas mais representativas e dos espécimes após nanoinfiltração. L) Tabulação dos dados e análise estatística.



Fonte: Autora, 2023

Fig 2 Imagens representativas de MEV (500x aumento) demonstrando padrões de falha representativas da análise imediata (A, B, C, D, E, F) e após a termociclagem (G, H, I, J, K, L), para cada grupo (CO=A-G; CT=BH; CZ=C-I; HO=D-J; CT=E-K; HZ=F-L). A maioria dos grupos apresentaram padrões de falha mistas, com exceção de CZ após a termociclagem (I). Setas espessas indicam resina composta e as setas delgadas, dentina.

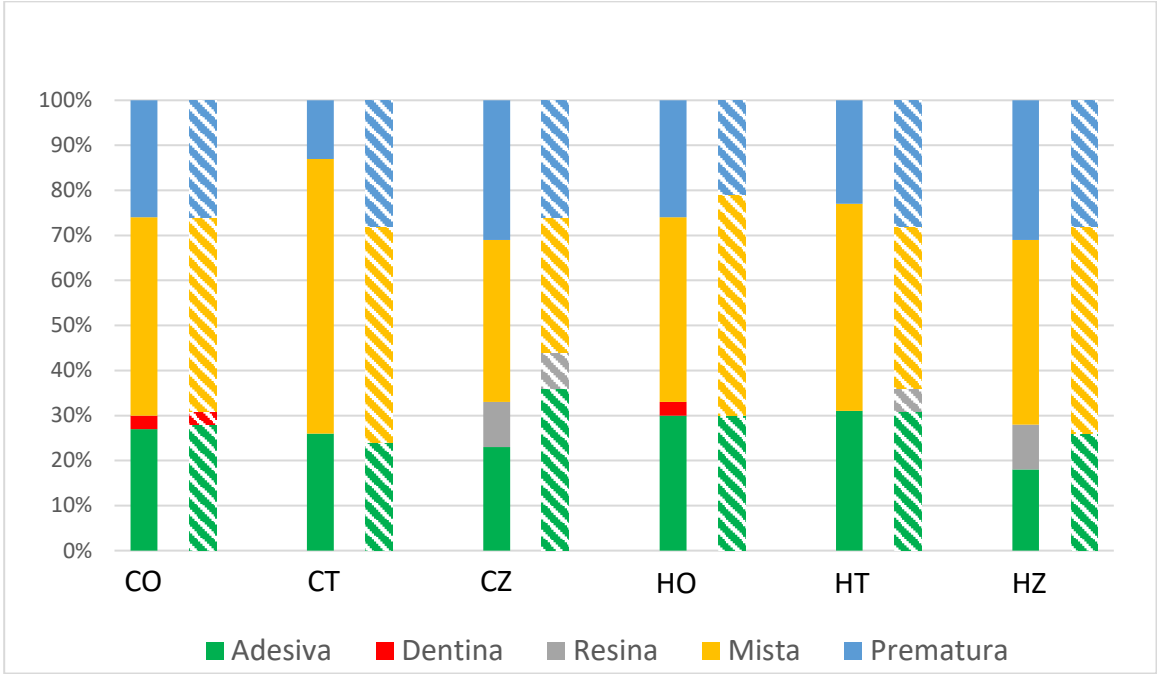


Fonte: Autora, 2023

Fig 3 Imagens representativas de MEV (1000x aumento) demonstrando áreas de impregnação de prata na análise imediata (A, B, C, D, E, F) e após a termociclagem (G, H, I, J, K, L), para cada grupo (CO=A-G; CT=BH; CZ=C-I; HO=D-J; CT=E-K; HZ=F-L). Setas espessas indicam gaps formados durante a análise em MEV, devido ao vácuo do equipamento. As setas delgadas indicam a infiltração por prata ao longo da camada híbrida. R representa resina composta e D, dentina. A quantidade de penetração de prata no tempo inicial dentro da camada híbrida foi maior na figura A (grupo CO); já após a termociclagem, foi observado que a quantidade de penetração de prata aumentou para a maioria dos grupos.

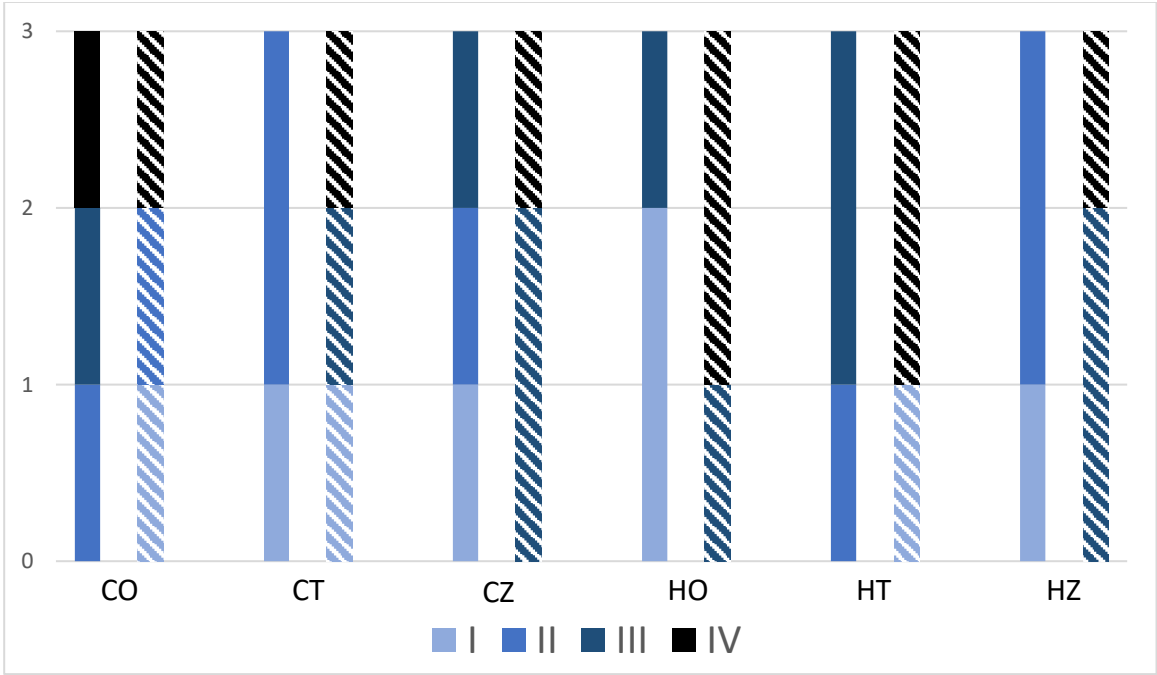
GRÁFICOS

Gráfico 1 Frequência de dos padrões de fratura na análise imediata (colunas sólidas) e após a termociclagem (colunas hachuradas) de cada grupo



Fonte: Autora, 2023

Gráfico 2 Scores atribuídos à porcentagem de nanoinfiltração na análise imediata (colunas sólidas) e após a termociclagem (colunas hachuradas) de cada grupo



Fonte: Autora, 2023

TABELAS

Tabela 1 Marca comercial, lote, composição e modo de aplicação dos materiais restauradores de acordo com os fabricantes

Material	Lote	Marca comercial	Composição	Modo de aplicação
Sistema Adesivo Single Bond Universal.	2101900492	3M ESPE, St. Paul MN USA	Monômero de Fosfato de MDP, resinas de Dimetacrilato, HEMA, Copolímero Vitrebond TM , Nanofiller, Etanol, Água, Iniciadores, Silano.	Aplicar por 20 segundos, volatilizar o solvente por 5 segundos e fotoativar por 10 segundos.
Resina Composta Filtek One Bulk-fill (A1B).	2104500302		1, 12-dodecano-DMA, AFM, AUDMA, UDMA nanoaglomerados de zircônia/sílica e partículas de sílica, zircônia e trifluoreto de itérbio.	Acomodar um incremento 4 mm na cavidade e fotoativar por 20 segundos.
Sistema Adesivo Tetric N-Bond Universal.	Z01BY8	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Bis-GMA, etanol, HEMA, acrilato de ácido fosfórico, UDMA, óxido de difenil (2,4,6-trimetilbenzoyl) fosfina.	Aplicar por 20 segundos, volatilizar o solvente por 5 segundos e fotoativar por 10 segundos.
Resina Composta Tetric N-Ceram Bulk Fill (A1B).	Z02HD8		BisGMA, UDMA, BisEMA; vidro de bário, trifluoreto de itérbio, óxido misto, pré-polímeros.	Acomodar um incremento de 4 mm na cavidade e fotoativar por 20 segundos.
Sistema Adesivo Adper Single Bond 2.	2102000581	3M ESPE, St. Paul MN USA	BIS-GMA, HEMA, dimetacrilato, amins, copolímero metacrílico de ácidos poliacrílico e poliitacônico, etanol, água, fotoiniciador.	Aplicar o produto, volatilizar o solvente e fotoativar por 10 segundos.
Resina Composta Filtek Z350 XT (A1B).	2117500497		Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA, Nanopartículas de sílica e zircônia, aglomerados de zircônia e sílica.	Acomodar incrementos de no máximo 2 mm pela técnica incremental e fotoativar por 20 segundos.

Tabela 2 Medianas e quartis (25% e 75%) da análise de resistência de união. (MPa)

Irrigantes	Sistemas Restauradores					
	O		T		Z	
	C	H	C	H	C	H
	9.67 Ab*	8.98 Aa	16.06 Aa*	9.15 Ba	12.97 Aab*	5.26 Ba
Imediato	6.58/13.09	6.89/12.03	13.43/20.62	4.24/12.3	7.2/14.69	2.53/8.13
	5.93Ba	8.25Aa	7.29Aa	7.95Aa	5.62Aa	6.55Aa
Termociclagem	5.03/6.97	7.12/12.92	5.56/8.08	4.78/12.05	4.99/7.08	1.79/13.00

Letras maiúsculas comparam soluções irrigadoras dentro de um mesmo sistema restaurador e tempo de análise. Letras minúsculas comparam sistemas restauradores dentro da mesma solução irrigadora. Asteriscos comparam os tempos de análise.

Anexos

ANEXOS

ANEXO A - Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

UNESP - FACULDADE DE ODONTOLOGIA-CAMPUS DE ARAÇATUBA/ UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"	
---	---

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito de irrigantes endodônticos na interface entre resina bulk-fill e dentina utilizando sistema adesivo universal.

Pesquisador: ERIKA MAYUMI OMOTO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 52010021.3.0000.5420

Instituição Proponente: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.051.379

Apresentação do Projeto:

O sucesso do tratamento endodôntico está relacionado com a qualidade da interface do material restaurador e o substrato dentário, garantindo o selamento coronário. Alguns estudos recomendam que a restauração seja feita imediatamente após a obturação dos canais; entretanto, algumas soluções irrigadoras possuem efeitos deletérios no tecido dentinário, podendo afetar a adesão dos materiais restauradores. O objetivo deste estudo será avaliar o efeito de irrigantes endodônticos na adesão e selamento entre resina bulk-fill e dentina utilizando sistema adesivo universal. Serão investigados três fatores experimentais: (I) soluções irrigadoras em dois níveis: clorexidina à 2% e hipoclorito de sódio a 5,25%; (II) sistemas restauradores em três níveis: um sistema adesivo e resina composta convencionais e dois sistemas adesivos universais e duas resinas bulk-fill; (III) profundidade das restaurações em três níveis: terço coronário, terço médio e terço cervical. Sessenta e seis dentes humanos terão o teto da câmara pulpar, polpa e raízes removidas e serão divididos em 6 grupos de acordo com o tipo de irrigante endodôntico e o sistema restaurador utilizado: G1 - clorexidina 2% + sistema adesivo convencional (Adper Single Bond 2) + resina composta convencional (Filtek Z350 XT); G2 - clorexidina 2% + sistema adesivo universal (Single Bond Universal) + resina composta bulk-fill (Filtek One Bulk-fill); G3 - clorexidina 2% + sistema adesivo universal (Tetric N-Bond Universal) + resina composta bulk-fill (Tetric N-

Endereço: JOSE BONIFACIO 1193

Bairro: VILA MENDONÇA

CEP: 16.015-050

UF: SP

Município: ARAÇATUBA

Telefone: (18)3636-3200

Fax: (18)3636-3332

E-mail: andrebertoz@foa.unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA-CAMPUS DE
ARAÇATUBA/ UNIVERSIDADE
ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO
DE MESQUITA FILHO"



Continuação do Parecer: 5.051.379

Ceram Bulk Fill); G4 - hipoclorito de sódio 5,25% + sistema adesivo convencional (Adper Single Bond 2) + resina composta convencional (Filtek Z350 XT); G5 - hipoclorito de sódio 5,25% + sistema adesivo universal (Single Bond Universal) + resina composta bulk-fill (Filtek One Bulk-fill); G6 - hipoclorito de sódio 5,25% + sistema adesivo universal (Tetric N-Bond Universal) + resina composta bulk-fill (Tetric N- Ceram Bulk Fill). Serão realizadas secções transversais com um disco diamantado de modo a se obter dois palitos retangulares ($0,9 \pm 0,1 \text{ mm}^2$) de cada secção (terço coronário, médio e cervical). Após 24 horas armazenados a 37°C em umidade relativa, metade dos palitos será submetida aos testes de microtração ($n=8$ por grupo) e nanoinfiltração ($n=3$ por grupo). A outra metade será submetida à termociclagem para análises posteriores. Se os dados obtidos passarem pelos testes estatísticos de normalidade e homogeneidade, os mesmos serão analisados utilizando ANOVA a três critérios medidas repetidas e pós-teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O objetivo deste estudo será avaliar a adesão e o selamento de diferentes sistemas adesivos e resinas compostas após a utilização de soluções irrigadoras.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Apresenta riscos mínimos

Benefícios:

Espera-se que com os dados que poderão ser obtidos a partir deste estudo, seja possível sugerir um protocolo restaurador para dentes tratados endodonticamente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa apresenta-se apta para a sua realização.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram adicionados de acordo com a resolução 466/12 do CNS.

Recomendações:

Não Há.

Endereço: JOSE BONIFACIO 1193

Bairro: VILA MENDONÇA

CEP: 16.015-050

UF: SP

Município: ARACATUBA

Telefone: (18)3636-3200

Fax: (18)3636-3332

E-mail: andrebertoz@foa.unesp.br

**UNESP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA-CAMPUS DE
ARAÇATUBA/ UNIVERSIDADE
ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO
DE MESQUITA FILHO"**



Continuação do Parecer: 5.051.379

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pesquisa apresenta-se apta para a sua realização.

Considerações Finais a critério do CEP:

Salientamos que, de acordo com a Resolução 466 CNS, de 12/12/2012 (título X, seção X.1., art. 3, item b, e, título XI, seção XI.2., item d), há necessidade de apresentação de relatórios semestrais, devendo o primeiro relatório ser enviado até 01/04/2022.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1799650.pdf	23/09/2021 10:16:13		Aceito
Outros	termodedoacao.pdf	23/09/2021 10:14:10	ERIKA MAYUMI OMOTO	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	07/09/2021 16:41:44	ERIKA MAYUMI OMOTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	27/07/2021 16:18:06	ERIKA MAYUMI OMOTO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.pdf	27/07/2021 16:03:36	ERIKA MAYUMI OMOTO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ARACATUBA, 21 de Outubro de 2021

Assinado por:
Aldiêris Alves Pesqueira
(Coordenador(a))

Endereço: JOSE BONIFACIO 1193
Bairro: VILA MENDONÇA CEP: 16.015-050
UF: SP Município: ARACATUBA
Telefone: (18)3636-3200 Fax: (18)3636-3332 E-mail: andrebertoz@foa.unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA-CAMPUS DE
ARAÇATUBA/ UNIVERSIDADE
ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO
DE MESQUITA FILHO"



Continuação do Parecer: 5.051.379

Endereço: JOSE BONIFACIO 1193
Bairro: VILA MENDONCA **CEP:** 16.015-050
UF: SP **Município:** ARACATUBA
Telefone: (18)3636-3200 **Fax:** (18)3636-3332 **E-mail:** andrebertoz@foa.unesp.br