



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

VICTOR RUANO

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ADESIVA DE RESTAURAÇÕES
INDIRETAS EM RESINA COMPOSTA COM OU SEM USO DE
MATERIAL FORRADOR APÓS SIMULAÇÃO DE REMOÇÃO
SELETIVA DA DENTINA**

2023

VICTOR RUANO

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ADESIVA DE RESTAURAÇÕES INDIRETAS EM
RESINA COMPOSTA COM OU SEM USO DE MATERIAL FORRADOR APÓS
REMOÇÃO SELETIVA DA DENTINA**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE BUCAL.

Área: Dentística. Linha de pesquisa: Avaliação Clínica e Laboratorial de Alterações da Estrutura Dental, de Materiais e de Técnicas de Prevenção e Tratamento em Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Bresciani

São José dos Campos

2023

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2023]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Ruano, Victor

Avaliação da resistência adesiva de restaurações indiretas em resina composta com ou sem uso de material forrador após remoção seletiva da dentina / Victor Ruano. - São José dos Campos : [s.n.], 2023.
65 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde Bucal - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2023.

Orientador: Eduardo Bresciani.

1. Adesão. 2. Cimento de ionômero de vidro. 3. Remoção Seletiva. 4. Resina composta. 5. Restaurações indiretas. I. Bresciani, Eduardo, orient. II. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. III. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. IV. Universidade Estadual Paulista (Unesp). V. Título.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

O presente estudo sobre resistência adesiva de restaurações indiretas em resina composta, considerando a simulação de remoção seletiva de dentina, promove inovação na odontologia (ODS 3 E ODS 9), fortalece a saúde bucal e sustentabilidade (ODS 12) e estimula parcerias para objetivos comuns (ODS 17), transcendendo fronteiras.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This current study on the adhesive strength of indirect composite resin restorations, considering the simulation of selective dentin removal, promotes innovation in dentistry (SDG 3 and 9), strengthens oral health and sustainability (SDG 12), and fosters partnerships for common goals (SDG 17), transcending borders.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Bresciani (Orientador)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Profa. Dra. Alessandra Buhler Borges

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Profa. Dra. Bruna Marin Fronza

Faculdade São Leopoldo Mandic

Departamento de Odontologia Restauradora

Campus de São Paulo

São José dos Campos, 21 de julho de 2023.

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação e meu trabalho realizado em dois anos de mestrado à minha família e à **Deus**.

AGRADECIMENTOS

Nenhum agradecimento escrito é suficiente para agradecer todos que me ajudaram em 25 anos para chegar aonde cheguei no dia de hoje. Ainda sim, aqui estão os meus agradecimentos sinceros.

Obrigado, Deus! Sem você eu não teria conseguido boa parte do que consegui colocando meus pés. A cada passo o Senhor colocava o chão e assim eu ia seguindo em frente. Sempre em frente e junto de ti. Obrigado por absolutamente tudo. Você tem todos os meus fracassos e todas as minhas vitórias. Com certeza o quem mais me ama e mais sabe de tudo o que foi a minha jornada dentro da pós e na vida. Obrigado, Pai!!

Obrigado, pai e obrigado, mãe! Vocês foram e são as pessoas que mais torceram e torcem por mim desde que nasci. Obrigado por permitirem com que eu tenha escolhido a opção de me tornar um profissional que acredito a partir da realização de uma pós-graduação acadêmica. Eu consegui fazer, mesmo que com as dificuldades, graças ao apoio de vocês. Saber que vocês choram de orgulho quando me veem conquistando mais um passo profissional me deixa muito feliz!

Obrigado, Duda, minha namorada e companheira! Obrigado por todas as lágrimas secadas que foram fruto de dúvidas, medos e inseguranças durante todo esse processo. Obrigado por vibrar comigo desde a conquista na aprovação até o dia de hoje. Você tem e teve um papel importante demais na forma como eu lidei com situações diversas no percurso para me tornar uma pessoa melhor e conseqüentemente um professor melhor também. Me enxergou com leveza e me ajudou a enxergar a caminhada também dessa forma. Ter você do meu lado é maravilhoso. Obrigado!

Obrigado aos meus amigos da pós-graduação. Vocês ajudaram para que os dias e obrigações fossem mais leves e divertidos. É essencial ter boas amizades e pessoas

que torcem por você. Conforme os anos foram passando, percebi que isso é raro e muito precioso. Em especial, agradeço aos meus amigos Douglas Ferreira e Tatiana Cursino, por me ajudarem muito na vida acadêmica sem pedir nada em troca e principalmente, por estarem presentes na minha vida pessoal para além dos muros da Unesp. Se tornaram grandes amigos e eu sou muito feliz em ter vocês comigo.

Obrigado ao meu amigo Jefferson Chaves por todo o apoio dado no momento mais essencial da minha vida acadêmica. Me ajudou a escrever o meu projeto do zero e permitiu com que eu tivesse uma visão mais clara sobre o processo de escrita. Além disso, é meu amigo fora dos muros da Unesp e agradeço por ter uma pessoa como você presente na minha vida!

Obrigado aos meus amigos Cláudio Moreira e Victória Carvalho. Ao Cláudio por ter acreditado no meu potencial e sutilmente ter me convidado a aprender mais com ele em todas as oportunidades que ele via. Além disso, se tornou meu amigo e fico muito feliz em saber que me inspiro no profissional e professor que ele é. À Victória, por ter me acompanhado desde que entrei na faculdade e por ter me acolhido como um irmão mais novo, obrigado por todas as risadas e momentos de apoio dividindo o mesmo espaço!

Obrigado ao meu orientador, professor Eduardo Bresciani, por ter acreditado no Victor de 20 anos, no início da faculdade, que pediu uma iniciação científica porque gostava de dentística por acompanhar nas clínicas de segunda-feira. Obrigado por ter me dado a liberdade de decidir o profissional que eu gostaria de ser e por ter me ajudado nas etapas dessa jornada de 6 anos.

Obrigado aos funcionários e funcionárias da Unesp. Vocês fazem a roda girar e sem vocês, nós, alunos, não conseguiríamos usufruir de uma estrutura tão completa e boa como essa universidade. Em especial, obrigado à Liliane por me ajudar com paciência e bom humor em todas as etapas burocráticas e à Evelyn, por sempre me receber sorrindo e me ajudar com os materiais e realmente perguntar como eu estava quando me notava mais pra baixo.

Obrigado especialmente às professoras que estão desprendendo tempo para me avaliar na minha defesa, Alessandra Buhler e Bruna Fronza. Fico muito feliz de saber que confio minha dissertação na arguição de duas profissionais que admiro muito e que me ensinam diretamente ou indiretamente!

Obrigado a todos que fizeram parte do meu processo pessoal e profissional. A vida segue em frente e essa defesa é mais uma etapa concluída para alcançar quem eu quero ser profissionalmente. Acredito que comemorar pequenas conquistas seja tão importante quanto comemorar grandes conquistas. Nesse ciclo eu tive ambas as conquistas, dia após dia. Seguindo em frente, sempre.

"You'll have Every failure, God. You'll have every victory". Lauren Daigle

RESUMO

Ruano V. Avaliação da resistência adesiva de restaurações indiretas em resina composta com ou sem uso de material forrador após remoção seletiva da dentina [dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2023.

O objetivo deste estudo foi analisar a resistência de união de restaurações indiretas cimentadas em superfícies dentinárias desmineralizadas com simulação da remoção seletiva da dentina com e sem uso de material forrador. Foram utilizados 60 dentes bovinos com a superfície vestibular desgastada até dentina sadia e divididos em quatro grupos: dentina sadia (controle), dentina desmineralizada (des), dentina desmineralizada e selada com resina flow (des-flow) e dentina desmineralizada e coberta com cimento de ionômero de vidro (des-civ). Todos os espécimes receberam condicionamento com ácido fosfórico (37% Condac, FGM) previamente a hibridização com adesivo universal (Single Bond Universal; 3M). O grupo des-civ recebeu uma cobertura de cimento de ionômero de vidro previamente ao condicionamento e hibridização e o grupo des-flow recebeu um selamento com resina flow (Resina Filtek Z350 XT Supreme Flowable, 3M) após condicionamento e hibridização. Em sequência, foram cimentadas peças simulando restaurações indiretas em resina composta (Grandioso – VOCO) na região condicionada de cada amostra. O conjunto recebeu fotoativação por 60 segundos em cada face da peça cimentada. Após 48 horas da cimentação, os espécimes dos três primeiros grupos foram submetidos aos testes mecânicos de tração, com velocidade de 1 mm/min. E após 29 dias, o quarto grupo foi submetido ao mesmo teste. A análise do tipo de fratura foi realizada por estereomicroscopia e os dados foram convertidos em MPa. Os resultados apresentaram diferença estatística de acordo com o teste ANOVA a 1 fator ($p=0,011$). Para as comparações múltiplas, o teste de Tukey apontou que o grupo des-flow apresentou valores menores do que o grupo controle. Todas as outras comparações foram similares. Concluiu-se que o grupo des-flow, quando comparado ao grupo controle, apresentou uma adesão inferior e que os materiais forradores não diferiram entre si.

Palavras-chave: adesão; cimento de ionômero de vidro; remoção seletiva; resina composta; restaurações indiretas.

ABSTRACT

Ruano V. Evaluation of the adhesive strength of indirect composite resin restorations with or without the use of liner material after selective removal of dentin [dissertation]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2023.

The aim of this study was to analyze the bond strength of cemented indirect restorations on demineralized dentin surfaces by simulating selective dentin removal with and without the use of a liner material. Sixty bovine teeth were used with the buccal surface worn down to healthy dentin and divided into four groups: healthy dentin (control), demineralized dentin (des), demineralized dentin sealed with flow resin (des-flow) and demineralized dentin covered with glass ionomer cement (des-civ). All specimens were etched with phosphoric acid (37% Condac, FGM) prior to hybridization with universal adhesive (Single Bond Universal; 3M). The des-civ group received a glass ionomer cement cover prior to etching and hybridization, and the des-flow group received a flowable resin seal (Filtek Z350 XT Supreme Flowable Resin, 3M) after etching and hybridization. Subsequently, specimens simulating indirect composite resin restorations (Grandioso - VOCO) were cemented in the etched region of each sample. The set was photoactivated for 60 seconds on each side. 48 hours after cementation, the specimens from the first three groups were subjected to mechanical tensile testing at a speed of 1 mm/min. After 29 days, the fourth group was subjected to the same test. The analysis of the fracture type was performed by stereomicroscopy and the data were converted into MPa. The results showed statistical difference according to the one-way ANOVA ($p=0.011$). For multiple comparisons, the Tukey's test showed that the des-flow group presented lower values than the control group. All other comparisons were similar. It was concluded that the des-flow group, when compared to the control group, presented lower adhesion and that the liner materials did not differ among themselves.

Keywords: adhesion; composite resin; glass ionomer cement; indirect restorations; selective removal.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Doença cárie	15
2.2 O manejo das lesões cariosas	18
2.3 Adesão em diferentes substratos	21
2.4 Soluções restauradoras em resina composta	23
3 PROPOSIÇÃO	26
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1 Delineamento experimental	27
4.2 Preparo dos dentes	27
4.3 Desmineralização da dentina	35
4.4 Caracterização da dureza	36
4.5 Preparo das peças em resina composta	37
4.6 Procedimentos adesivos	38
4.6.1 Procedimentos prévios	38
4.6.2 Protocolo de cimentação	39
4.7 Análise de fratura	42
4.8 Análise estatística	44
4.9 Hipótese de Nulidade	44
5 RESULTADO	45
6 DISCUSSÃO	49
7 CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

A cárie é uma doença multifatorial que ainda afeta a vida de bilhões de pessoas (Banerjee et al., 2017; Innes, Schwendicke, 2017) e que não pode ser tratada somente com restauração ou resoluções apenas dos sinais e sintomas. Sabe-se que a doença se manifesta em boca por meio de lesões cáries que se desenvolvem como consequência de um aumento na desmineralização dos tecidos dentais advindas da diminuição do pH bucal por produção de substâncias ácidas provenientes da multiplicação de bactérias (Innes et al., 2019; Schwendicke, 2017; Schwendicke et al., 2013). Sendo assim, há uma grande diferença entre lesões de cárie e doença cárie.

A cárie é entendida como uma doença multifatorial (Fejerskov et al., 2017) ou seja, são necessários alguns fatores etiológicos como hospedeiro, microbiota e dieta para que ela se desenvolva e por fim, apresente lesões cáries como manifestação.

Em relação as lesões cáries, o avanço da mesma causa a perda de estrutura dental (Banerjee et al., 2017) e agressão ao complexo dentino-pulpar, podendo progredir ao ponto de chegar muito próximo a polpa, comprometendo a vitalidade do dente. Para tratar da doença é necessário entender os hábitos de higiene e alimentação do paciente e orientar mudanças que possam reverter o ambiente propício para o desenvolvimento das lesões cáries. E para reestabelecer a estrutura perdida em decorrência do avanço da lesão, contamos com a resina composta dentre os materiais de escolha como forma de tratamento mais utilizada (Schwendicke et al., 2016).

Previamente a restauração, é necessário remover o tecido cariado e existe algumas técnicas distintas dentro da literatura para que isso seja feito com um único objetivo em comum: proteger o complexo dentina-polpa e reestabelecer forma, função, estética e saúde ao dente. A forma mais conhecida em restaurações profundas é a remoção completa de tecido cariado associado ao uso do cimento de ionômero de vidro (CIV) como material forrador (Banerjee et al., 2017; da Rosa et al., 2019; Schwendicke et al., 2016). Esse material é bioativo e estimula resposta do tecido dentinário, promovendo a remineralização. Além disso, libera flúor e possui adesão química a estrutura dental (Khoroushi, Keshani, 2013). Sendo assim, o CIV é muito

utilizado como proteção ao complexo dentino-pulpar em cavidades muito profundas e é entendido como um material seguro para a técnica por grande parte dos cirurgiões-dentistas (CD). Entretanto, considerar o uso do CIV com o objetivo de remineralizar tecido lesado é questionável, uma vez que há indícios de que não há a necessidade desse forramento, pois a literatura nos mostra que o processo ocorre principalmente a partir do estímulo das próprias células pulpares (Banerjee et al., 2017; Schwendicke et al., 2016). Dentro dessa linha de pensamento e com o objetivo de manutenção da vitalidade pulpar, existe uma forma de manejo preconizada em casos de restaurações diretas em resina composta, denominada remoção seletiva da dentina (Banerjee et al., 2017; Innes et al., 2019; Innes, Schwendicke, 2017; Schwendicke, 2017). Essa técnica preconiza principalmente a não necessidade de remoção total de dentina cariada em cavidades profundas ou muito profundas através do entendimento da consistência da dentina (Banerjee et al., 2017; Innes et al., 2019; Innes, Schwendicke, 2017; Schwendicke, 2017) e por consequência, a não necessidade de um material forrador bioativo como o CIV. Basicamente, em cavidades muito profundas é indicado a remoção seletiva até dentina amolecida ou com consistência de couro, com o objetivo principal de evitar exposição pulpar (Banerjee et al., 2017; Innes et al., 2019; Innes, Schwendicke, 2017; Schwendicke, 2017). Dessa forma, preserva-se tecido dentinário que pode ser utilizado a favor da proteção pulpar, haja visto que a própria dentina possui a capacidade de remineralização quando bem selada (Banerjee et al., 2017; Innes et al., 2019; Innes, Schwendicke, 2017; Schwendicke, 2017). Entretanto, grande parte dos CD apresentam resistência à técnica, provavelmente por conta do desconhecimento ou crença limitante de que está deixando cárie em toda a cavidade e que isso poderia gerar sensibilidade e progressão da lesão e por consequência, maior tempo clínico em refazer o processo restaurador (Moreira, 2022). Em casos de restaurações diretas, essa limitação mostra-se menor, haja visto que em uma sessão a restauração está pronta. Entretanto, sabe-se que em grandes perdas estruturais do elemento dental, há indicação de restaurações indiretas devido a dificuldade de correta adaptação em áreas de difícil acesso e/ou limitação da técnica direta. O que se mostra ser a maior vantagem da técnica indireta é a adaptação, facilidade de escultura e adequação da anatomia e facilidade de acabamento e polimento adequados.

Sabe-se também que as restaurações indiretas são dependentes de uma

adesão eficiente, uma vez que são cimentadas em preparos expulsivos. Acredita-se que esse fator pode ser um limitador do emprego da técnica da remoção seletiva, uma vez que a adesão é comprometida em dentina desmineralizada (Schwendicke et al., 2016). Como os procedimentos indiretos necessitam de mais tempo clínico para realização, a ideia limitante sobre o manejo da lesão cáriosa com a técnica de remoção seletiva da dentina torna-se maior aqui, uma vez que os CDs não acham interessante perder um trabalho restaurador demorado por soltura da peça ou ainda por possíveis problemas pulpares.

Apesar de o CIV possuir adesão química à estrutura dental, perde-se uma face de adesão da resina composta em dente quando da utilização desse forramento. Então, o uso desse material em detrimento da técnica de remoção seletiva de dentina pode não fazer sentido. Somado a isso, a literatura nos mostra que é possível proteger a camada híbrida com um selamento utilizando de um material resinoso com pouca carga como a resina fluída. Essa técnica é conhecida como “Resin Coating” (RC) (Nikaido et al., 2018). Com essa proteção da camada híbrida e correto selamento dessa dentina cariada restrita a parede pulpar, não há risco de sensibilidade e/ou degradação hidrolítica de uma face importante para correta adesão da peça indireta. No mais, a resina indireta terá adesão em outro material resinoso, apresentando mais compatibilidade quando comparado ao CIV. Somado a isso, a técnica de remoção seletiva aparenta ser menos invasiva (e talvez mais adequada) em casos restauradores indiretos uma vez que o dente já perdeu boa parte de sua estrutura.

Na literatura, há uma escassez de estudos que avaliem a execução de remoção seletiva em associação com as restaurações indiretas e ainda, como os diferentes materiais utilizados na técnica se comportam frente a essa filosofia de trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Visando facilitar a compreensão dos assuntos abordados neste estudo, a revisão de literatura foi dividida em quatro tópicos principais, que formaram uma base acerca do tema com as mais relevantes pesquisas encontradas. Os tópicos abordarão sobre doença cárie; o manejo das lesões cariosas; adesão a diferentes substratos soluções restauradoras em resina composta.

2.1 Doença cárie

Comumente chamada de cárie, torna-se importante por parte do cirurgião dentista compreender a diferença entre doença cárie e lesão cariosa. A cárie é entendida como uma doença multifatorial (Fejerskov et al., 2017) ou seja, são necessários alguns fatores etiológicos para que ela se desenvolva e por fim, apresente lesões cariosas como manifestação.

Essa doença afeta a vida de bilhões de pessoas (Banerjee et al., 2017) e se desenvolve primordialmente em indivíduos que possuem uma dieta rica em carboidratos fermentáveis, em especial a sacarose. Esses carboidratos são metabolizados por tipos específicos de bactérias presentes no biofilme bucal e com isso, elas se multiplicam e produzem substâncias ácidas que interagem com o órgão dental, promovendo um desequilíbrio no meio.

O esmalte dental é composto principalmente de hidroxiapatita, mineral também presente na dentina. O ácido promovido pela metabolização do carboidrato fermentável promove um pH abaixo do nível crítico (pH=5,5). A partir disso, os íons cálcio (Ca^{2+}) e fosfato (HPO_4^{2-}) presentes na saliva, tornam-se inferiores em relação ao produto de solubilidade da hidroxiapatita e com isso, o esmalte perde Ca^{2+} e HPO_4^{2-} para o meio bucal. Isso acontece para atingir um novo estado de equilíbrio e esse processo é chamado desmineralização. A remineralização, processo no qual os minerais são reincorporados no dente, acontece quando há uma queda na quantidade dos carboidratos fermentáveis pela ação da saliva, que se apresenta com maior

quantidade de íons cálcio e fosfato quando comparado ao produto de solubilidade da hidroxiapatita presente na estrutura dental.

Caso haja mais períodos de desmineralização do que remineralização, o órgão dental começa a perder estrutura gradualmente, resultando em lesões cariosas. Lesão de cárie ou lesão cariosa é então, a manifestação da doença cárie. Basicamente precisa-se de três fatores principais para o desenvolvimento da lesão: hospedeiro (dente), microbiota e dieta (substrato). A perda da estrutura ocorre com a interação desses três fatores por algum tempo, sendo esse o quarto fator. Esses fatores são essenciais ao processo de desenvolvimento da lesão e podem ser chamados de determinantes primários da doença cárie (Pereira, 2003). Com relação aos microrganismos, o processo carioso se desenvolve essencialmente na presença de bactérias acidúricas (capazes de viver em meio ácido) e acidogênicas (capazes de produzir ácidos), como *Streptococcus* do grupo mutans, que apresentam um potencial grande de produzir lesões cariosas, superior a outro microrganismo do meio bucal (Fitzgerald, Keyes, 1960). Isso é chamado de “Teoria da Placa Específica”, teoria que diz que existe uma microbiota específica no desenvolvimento das lesões cariosas (Krasse et al., 1968).

Nesse processo, a saliva tem um papel fundamental para proteger os dentes das consequências estruturais causadas pela doença cárie. Possuindo uma composição complexa, com componentes orgânicos e inorgânicos, ela atua de forma ativa nos processos de desmineralização e remineralização dos tecidos dentais através de trocas iônicas. A capacidade tampão da saliva possui o poder de neutralizar o meio, bloqueando o excesso de ácidos formados pelos microrganismos (Tabak, et al., 1982). Somado a isso, a saliva atua na limpeza mecânica através do fluxo salivar. O equilíbrio biológico é proporcionado pela saliva, pois serve de substrato para as bactérias, interfere na adesão microbiana, forma película adquirida e possui substâncias imunológicas (IgA secretora, IgG e IgM) e não imunológicas (lactoferrina, lisozima, lactoperidase e mieloperoxidase) (Humphrey, Williamson, 2001).

Um fator que interfere juntamente com a saliva para combater o processo carioso é a ação dos fluoretos (Buzalaf et al., 2011). O efeito cariostático do flúor acontece por estar presente na área do ataque cariogênico. Com o desequilíbrio causado devido ao meio ácido em pH crítico (pH=5,5) e a perda de sais minerais do esmalte para reestabelecer o equilíbrio, há a desmineralização. Processo no qual a

hidroxiapatita se dissolve em cálcio, fosfato e hidroxilas. Com o flúor presente no meio, esses íons reagem com ele dando origem a fluorapatita, composto que se dissolve apenas em $\text{pH}=4,5$. Então, em pH crítico, encontra-se saturada, depositando-se no esmalte dental, promovendo a remineralização da estrutura. Então, a presença do flúor na cavidade bucal é de suma importância para o combate ao início e/ou progressão das lesões cariosas. Entretanto, o pH não pode cair abaixo de 4,5, pois com esse valor, o flúor começa a se tornar subsaturado com relação aos minerais perdidos (Buzalaf et al., 2011). Além disso, o flúor possui papel importante também em alterar o metabolismo das bactérias e por consequência, seu crescimento, resultando na diminuição dos ácidos produzidos. Quando em baixas concentrações, exercem efeitos cariostáticos e em altas concentrações, efeitos bactericidas (Hamilton, 1990).

A lesão de cárie então, é a manifestação da doença cárie e pode se desenvolver lentamente ou não, dependendo dos hábitos de higiene bucal e de alimentação do paciente. Como visto anteriormente, o acúmulo de biofilme sobre o dente somado a ação bacteriana, causa um meio bucal ácido e caso haja um desequilíbrio do meio por algum tempo, dá-se início na destruição da estrutura dental, começando pela primeira camada de tecido, o esmalte dental. Inicialmente, uma superfície rugosa é gerada devido a acentuação dos prismas de esmalte gerada pela dissolução do esmalte inter prismático. A partir daí, os ácidos continuam a penetrar nos espaços inter cristalinos e o processo progride no sentido dos prismas de esmalte.

Com a progressão da lesão de cárie, o esmalte vai se tornando poroso e enquanto não há rompimento dessa camada superficial degradada pela lesão, torna-se necessário identificar o início do processo e paralisar com controle do biofilme na superfície, uma vez que não há contaminação bacteriana dentro da lesão. Entretanto, caso haja rompimento dessa camada superficial, não haverá como controlar o biofilme pela higiene habitual ou profilaxia, permitindo também acesso das bactérias no interior da lesão e conseqüente progresso da lesão a nível dentinário (Nissan et al., 1995). Por conseguinte, após a entrada das bactérias no interior da lesão, com impossibilidade de higiene e remoção do biofilme, uma restauração passa a ser indicada.

Com o progresso da lesão, a dentina começa a ser degradada, os túbulos são invadidos pelas bactérias e os ácidos produzidos levam a uma necrose de liquefação

da camada mais superficial. Os ácidos penetram nos túbulos antes das bactérias, assim, é gerada uma camada denominada dentina afetada. É uma área mais profunda sem a presença de bactérias, mas desmineralizada devido a ação dos ácidos produzidos pelo metabolismo dos microrganismos. Existe também uma área intermediária, chamada dentina infectada, sendo desmineralizada e com a presença de bactérias e por fim, uma área superficial de necrose de liquefação. Havendo mais progresso da lesão, sobrando apenas 0,5mm de remanescente cobrindo a câmara pulpar, há um potencial grande de metabólitos bacterianos alcançarem a polpa e dar início a uma resposta inflamatória, chamada pulpíte (Nissan et al., 1995). Caso a invasão bacteriana continue, haverá necrose pulpar.

O próprio órgão dental busca combater a infecção e o progresso da lesão para que não acometa a saúde pulpar. Com a lesão em esmalte se aproximando da dentina, os odontoblastos reagem com a obliteração dos túbulos através da deposição de sais de cálcio nas paredes, formando a chamada dentina esclerótica, apresentando consistência dura e coloração castanho-escuro ou negra. Caso haja progresso da lesão, a camada de odontoblastos em relação direta com a lesão iniciam o processo de produção de tecido mineralizado dentro da câmara pulpar, dando origem a dentina reacional (Stanley et al., 1983).

2.2 O manejo das lesões cariosas

Conforme a lesão cariosa vai se desenvolvendo, a dentina vai sendo degradada e as bactérias vão se aproximando da polpa, comprometendo assim a vitalidade do órgão dental. Entretanto, o próprio cirurgião dentista pode colocar a vitalidade pulpar em risco ao usar do manejo tradicional de lesões cariosas para restaurar a estrutura perdida.

O manejo tradicional consiste na retirada total de tecido cariado até encontrar uma estrutura mineralizada de qualidade (Hoefer et al., 2016; Thompson et al., 2008). Com isso, entende-se então que quando há uma lesão de cárie e a mesma atingir dentina, é necessário a retirada completa de todo o tecido cariado para só assim poder restaurar o que fora perdido de estrutura. No entanto, esse conceito tradicional do

manejo da cárie não leva em consideração a possível exposição pulpar e consequente prejuízo a vitalidade da polpa. Casos profundos de cárie se tornam então, um desafio para o cirurgião dentista, uma vez que pode haver exposição pulpar mesmo que vise a saúde do órgão com a total remoção de tecido cariado. Isso fará com que haja procedimentos restauradores mais invasivos e complexos, como o tratamento de canal, por exemplo (Ricketts et al., 2018, 2013; Schwendicke et al., 2016). Expor a polpa durante a remoção de tecido cariado permite com que bactérias adentrem e comprometam a vitalidade e manutenção pulpar ao longo do tempo (Barthel et al., 2000; Bjørndal et al., 2010).

Em contrapartida, há uma outra linha de pensamento sobre o manejo de lesões cáries que aborda de forma menos invasiva a remoção do tecido cariado, proporcionando uma maior seletividade na retirada da cárie e assim, permitindo uma maior manutenção da polpa (Ericson, 2007; Innes et al., 2016; Pereira et al., 2021). Atualmente, não é indicado a remoção completa de lesões de cárie quando profundas. É possível um correto manejo da saúde do órgão dental realizando essa remoção de maneira seletiva, ou seja, removendo apenas o tecido cariado necessário (Ricketts et al., 2018, 2013; Schwendicke et al., 2016). Esse modo de manejo é pensado para que haja menos danos a estrutura dentária e maior preservação da polpa, sem danos irreversíveis (Bjørndal et al., 1997; Giacaman et al., 2018; Innes et al., 2016).

Pensar em um manejo mais conservador da lesão cáries é pensar em saúde e menos desgaste de estrutura que pode ser fundamental para recuperação do tecido lesionado (Banerjee et al., 2017). Caso o dente possua sinais clínicos e radiográficos de vitalidade e saúde, a remoção deve acontecer de forma localizada (Hilton, 2009; Hoefler et al., 2016). Ou seja, é importante remover todo o tecido cariado das paredes circundantes, para que a cavidade tenha tecido dentinário sadio para uma melhor adesão, no entanto, as paredes de fundo podem permanecer com tecido dentinário em consistência de couro, removendo apenas o tecido amolecido (Ricketts et al., 2018, 2013; Schwendicke et al., 2016).

Dessa forma, o tecido passível de remineralização e não desmineralizado é deixado na cavidade e com isso, torna-se necessário um correto selamento da cavidade com o material restaurador bem adaptado nas paredes circundantes que receberam a remoção total até tecido duro para que assim, a lesão cáries seja inativada (Banerjee et al., 2017; Schwendicke et al., 2016). Para correta execução da

técnica, torna-se necessária a correta interpretação da cavidade e até onde o cirurgião dentista (CD) deve fazer a remoção de tecido cariado. Uma das dificuldades da técnica é justamente essa (Kidd, 2004). Para isso, deve-se analisar o tecido remanescente de acordo com o nível de dureza/consistência (Banerjee et al., 2017; Schwendicke, 2017; Schwendicke et al., 2016). De forma prática, a forma mais conveniente de se testar isso é perceber o quanto de força é necessária para que um instrumento cortante (explorador clínico ou cureta de dentina) faça uma marcação na dentina (Banerjee et al., 2017). Os três tipos de tecido cariado podem ser classificados da seguinte maneira: a) amolecido – sem consistência firme e sem alguma dificuldade de penetração do instrumental (conhecida como ‘dentina infectada’); b) com consistência de couro (ou firme) – mostra-se com pouca ou média resistência a penetração com o instrumental, podendo ser removido em forma de lascas sem muita força; c) duro (ou tecido sadio) – não é removido com um instrumental, sendo necessário uma broca em instrumento rotatório para remoção; conhecido também como “o grito da dentina” quando riscado com a sonda exploradora (Banerjee et al., 2017).

Quanto a interpretação clínica de cada caso, torna-se interessante pensar individualmente em cada órgão dental comprometido pela lesão cariosa. Ou seja, entender o quão profunda a lesão está e o quanto de tecido cariado será necessário retirar para colocação do material restaurador de forma a suportar a função em boca, sem que cause dano a saúde e vitalidade pulpar (Schwendicke et al., 2016). Ao longo do tempo, algumas estratégias então foram criadas para a remoção de tecido cariado, sendo a primeira a mais ultrapassada: a) remoção não seletiva até dentina dura – como falada anteriormente, é chamada de ‘tradicional’, pois consiste em um protocolo invasivo no qual todo o tecido é removido até se alcançar o tecido de consistência dura, ouvindo o ‘grito da dentina’; é considerada sobre tratamento quando realizada em todas as paredes da cavidade, entretanto, deve-se manter com essa técnica nas paredes circundantes, permitindo assim um adequado selamento da cavidade; b) remoção seletiva até dentina firme (ou com consistência de couro) – estratégia padrão ouro; para isso a cavidade tem que ter profundidade leve ou moderada; nas paredes de fundou e axiais a dentina é removida até que comece a sair em lascas, enquanto nas paredes circundantes, é removida até tecido sadio (duro); c) remoção seletiva até dentina amolecida – considerada padrão ouro também, mas em cavidades que seja notavelmente profunda em radiografia ou clinicamente; na parede pulpar, o tecido é

removido somente até que seja promovido espaço suficiente para colocação do material restaurador, devendo parar a remoção até que todo tecido amolecido seja retirado; enquanto nas paredes circundantes, retirada até tecido sadio (duro) (Banerjee et al., 2017; Schwendicke et al., 2016).

Existe ainda uma quarta estratégia que consiste em nenhuma remoção de tecido cariado e está diretamente ligada a ideia de que se a região for adequadamente higienizada, a progressão da lesão será interrompida (Schwendicke, 2017).

2.3 Adesão em diferentes substratos

É importante pensar que diferentes tipos de tecido do órgão dental vão se comportar de maneira diferente quanto ao processo e protocolo adesivo. Ao levar em consideração os diferentes sistemas adesivos, também é importante pensar em como cada um vai se comportar com relação a esses diferentes substratos (Pashley et al., 2011). Por exemplo, um sistema de três passos, vai se comportar muito bem quando aplicado em esmalte, entretanto, quando aplicado em dentina, vai ser muito operador dependente, haja visto que numa mesma área pode haver diferentes tipos de dentina (dentina mais esclerótica, portanto menos permeável e uma dentina sadia, portanto mais permeável). Também, entender que a dentina já é considerada na literatura como um tecido ruim para adesão (Pashley et al., 2011) quando comparada diretamente ao esmalte dental, é entender que com o processo de remoção seletiva, uma dentina não sadia vai estar presente dentro da área de adesão, seja em uma restauração direta ou indireta. Grande parte dos estudos em vitro utilizam dentina sadia para realização de testes de adesão, entretanto, sabe-se que clinicamente a dentina em consistência firme é encontrada com maior frequência. Além disso, entende-se que com a doença cárie e progressão das lesões cariosas, o tecido dentinário é modificado, com perda de conteúdo mineral, aumento na porosidade de dentina intertubular e degradação colágena por bactérias e enzimas. Com isso, a performance dos sistemas adesivos nesse substrato pode ser afetada negativamente (Arrais et al., 2004; Daculsi et al., 1987; Marshall et al., 2001; Nakajima et al., 2005).

A dentina cariada então, vai se mostrar numa consistência mais úmida e com

alterações químicas, morfológicas e de propriedades mecânicas que influenciam negativamente no processo adesivo (Tyas et al., 2000; World Dental Federation, 2017). A camada híbrida se torna reduzida quando da presença de dentina cariada e como consequência, diminuição da força de adesão. Isso está relacionado com a baixa força de coesão, resultante do baixo grau de mineralização e desorganização da matriz colágena. (Nakajima et al., 1995). Quando observada a dentina de consistência firme, entende-se que a progressão da lesão de cárie promove alteração na quantidade de conteúdo mineral (desmineralização) e na estrutura colágena. Alterações que dão origem à uma dentina com baixo módulo de elasticidade e dureza quando comparada a dentina sadia (Marshall et al., 2001; Ogawa et al., 1983; Wang et al., 2007).

Restaurar um substrato que apresenta grande quantidade de dentina em sua superfície é um desafio, entretanto, torna-se mais desafiador restaurar um substrato que apresenta uma dentina modificada pelo processo carioso. Ao entender que em uma superfície sem irregularidades no tecido, mas ainda sim permeável, torna-se mais favorável à formação de uma camada híbrida mais uniforme. Em contrapartida, quando há uma superfície mais irregular, com alterações morfológicas e estruturais, a formação de uma boa camada híbrida torna-se desfavorável. Por conta disso, há uma regra básica no método de remoção seletiva, que preconiza a remoção total de tecido cariado nas paredes circundantes até dentina sadia, para que assim obtenha-se ainda que em dentina, um tecido mais favorável para adesão (Kidd, 2004). Estudos que buscam entender adesão em dentina, utilizam o teste da força de união para compreensão e avaliação da força de adesão nesse tecido, entretanto, é difícil estabelecer um padrão de substrato, tendo em vista que há uma variância grande nos resultados dos testes quando em dentina cariada com consistência firme. Para que se busque um certo padrão para realização de estudos laboratoriais, pode ser utilizado de um método químico que simula a morfologia e dureza parecidos com lesões naturais (Banerjee et al., 2000).

Entender como cada sistema adesivo se comporta na dentina e na dentina cariada é importante para correto uso dos sistemas. Sabe-se que apesar de o sistema de três passos ser mais eficiente por apresentar cada passo cumprindo uma única função (Pashley et al., 2011), ele é mais sensível à técnica e mais operador dependente também, uma vez que há maior chance de erros por ter mais passos.

Entretanto, quando da presença de dentina cariada com consistência firme, estudos mostram que o sistema etch and rinse mostram maior força de união imediata quando comparados aos sistemas self-etch (Ceballos et al., 2003). Como dito anteriormente, com o uso da remoção seletiva de dentina cariada, preconiza-se a remoção completa do tecido cariado nas paredes circundantes proporcionando assim uma zona de selado periférico, importante para uma boa adesão do material resinoso ao substrato, ainda que exista uma quantidade de tecido cariado deixado propositalmente para proteção do complexo dentino-pulpar (Mertz-Fairhurst et al., 1998).

O cimento de ionômero de vidro (CIV) entra como proteção ao complexo dentino-pulpar com o conceito de criar um forramento que proporciona biocompatibilidade com o tecido dental e um estímulo à remineralização da dentina modificada pelo processo carioso (Khoroushi, Keshani, 2013). Entretanto, sabe-se que o CIV não é favorável para a adesão em restaurações diretas quando utilizado como material forrador (Vetromilla et al., 2020). Dentro do mesmo conceito e entendendo a remoção seletiva de dentina cariada como um modo eficiente e atual de proteção ao complexo dentino-pulpar (Banerjee et al., 2017), sabe-se que o selamento imediato dentinário (SDI), mostra-se um ótimo modo de estratégia adesiva para restaurações indiretas (Magne et al., 2007, 2005; Qanungo et al., 2016). Isso porque melhora a adesão, adaptação, reduz a sensibilidade pós-operatória e formação de GAP. Além disso, aumenta a força de união, resistência mecânica e reforça a estrutura dentária.

2.4 Soluções restauradoras em resina composta

O avanço da odontologia restauradora permitiu com que restaurações adesivas pudessem mimetizar a estrutura dental em forma, função e estética. Além disso, o concomitante avanço das técnicas adesivas proporcionou um manejo restaurador duradouro com um bom acompanhamento de função em boca (Montag et al., 2018; Pallesen, Van Dijken, 2015a, 2015b; Da Rosa Rodolpho et al., 2022, 2011). Esse avanço da tecnologia dos materiais restauradores proporcionou o que hoje entende-se como odontologia de mínima intervenção. Sabe-se que há algum tempo a

odontologia mostrou-se distante da preservação do órgão dental, com a necessidade de preparos retentivos e formas de conveniência para retenção de restaurações metálicas que não aderem ao dente. Esse progresso e desenvolvimento de técnicas adesivas vem permitindo o uso de restaurações diretas em resina composta em dentes posteriores. (Moraes et al., 2022).

Em destruições pequenas, a restauração direta responde bem, haja visto que a reprodução de um correto ponto de contato e morfologia oclusal é mais favorável quando em comparação a grandes destruições e conseqüente perda de remanescente dental e/ou referências. Estabelecer um limite preciso sobre a realização de uma restauração direta ou indireta é bem difícil, entretanto, é necessário entender que quanto maiores forem as dimensões do preparo dental, maior será a dificuldade de restaurar o dente utilizando a técnica direta (Leinfelder, 2005). O uso da técnica indireta pode minimizar esse problema. Ainda sim, existe uma dúvida quanto a indicação da técnica a ser utilizada e sempre vai preponderar a preferência pessoal de cada profissional, já que estudos mostram que as duas opções oferecem resultados semelhantes (Van Dijken, 2000; Spreafico et al., 2005). Aparentemente, a maior vantagem da técnica indireta é a melhor adaptação marginal após a cimentação da peça (Leinfelder, 2005; Tanoue et al., 1999).

Um dos materiais de escolha para restaurações indiretas pode ser a resina composta. Sendo um material que apresenta excelentes propriedades de mimetizar a estrutura dental quanto a forma, função e estética. Além disso, apresenta algumas vantagens como menor friabilidade, maior facilidade de manuseio, preparo mais conservador, melhor acabamento das margens e melhor condição de polimento após ajuste oclusal (Liebenberg, 1999; Terry, Touati, 2001). As resinas compostas evoluíram juntamente com os sistemas adesivos e é possível dizer que grandes restaurações em compósitos não têm mais a desvantagem que acreditava-se ter no passado sobre a susceptibilidade ao desgaste. Sabe-se que hoje, as resinas compostas comercializadas no mercado possuem características mais favoráveis em relação ao desgaste quando comparadas as restaurações de amálgama (Ferracane, 2011, 2006). Quando em comparação com restaurações indiretas em cerâmica, possui um custo menor, haja visto que não há custo laboratorial, uma vez que é realizada pelo próprio cirurgião dentista.

Um ponto importante para um bom aproveitamento dessa técnica, é a margem

de tecido saudável que será deixada para uma boa adesão da peça. Então mesmo com o uso da remoção seletiva de tecido cariado, é necessário deixar uma margem em esmalte dental, sendo uma estrutura excelente para adesão e remoção completa até tecido sadio nas paredes circundantes do preparo. Além disso, como dito anteriormente, o selamento imediato da dentina (IDS) torna-se fundamental para que a dentina recém cortada no preparo seja selada com uma fina camada de adesivo. Somado a esse passo, torna-se importante também o chamado “Resin-coating”, que se trata de uma fina camada de resina flow por cima da camada de adesivo, proporcionando uma menor irritação na polpa e uma maior força de adesão entre o cimento e a estrutura dental além de proporcionar também um reforço a estrutura dental (de Carvalho et al., 2021; Nikaido et al., 2018).

Os estudos que relacionam restaurações indiretas em resina composta juntamente com a avaliação da força de adesão em um tecido simulando dentina cariada pelo método de remoção seletiva encontram-se escassos. Somado a isso, estudos que relacionam técnicas adesivas promissoras para restaurações indiretas e a remoção seletiva, também.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo desse estudo foi avaliar, de forma in vitro, a resistência de união de restaurações indiretas em resina composta cimentadas em superfícies dentinárias bovinas, as quais foram artificialmente desmineralizadas para simular a remoção seletiva de dentina cariada, com e sem o uso de selamento dentinário com resina flow ou forramento em CIV.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento experimental

O estudo é composto por quatro grupos, nos quais foram utilizados quinze dentes bovinos em cada. Os grupos foram divididos de acordo com o processo de desmineralização e o uso dos materiais, sendo eles: grupo controle, com exposição de dentina sadia e sem o processo desmineralizador, simulando então a remoção completa de tecido cariado. O grupo des passou pelo processo desmineralizador após exposição da dentina sadia, simulando a remoção seletiva de dentina. Os grupos des-flow e des-civ também apresentam dentina desmineralizada artificialmente, entretanto, o grupo des-flow recebeu adicionalmente uma fina camada de resina flow após hibridização e o grupo des-civ um forramento de cimento de ionômero de vidro (CIV). Todos os grupos receberam condicionamento com ácido fosfórico (37% Condac, FGM) previamente ao adesivo (Single Bond Universal, 3M) (Quadro 1).

Quadro 1- Divisão dos grupos do estudo

GRUPO	CARACTERÍSTICAS
CONTROLE	Dentina sadia
DES	Desmineralizado
DES-FLOW	Desmineralizado com selamento imediato com resina flow
DES-CIV	Desmineralizado com forramento com CIV

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Preparo dos dentes

Todos os espécimes tiveram sua raíz retirada, cerca de 2mm acima da junção amelocementária, com auxílio de um disco de diamante (KG Sorensen) montado em mandril na peça reta (Figura 1).

Em seguida, a dentina sadia da região vestibular dos dentes foi exposta. O procedimento utilizou a politriz (Polipan-U; Panambra), com lixas de carbetto de silício (Silicon Carbide; Extec Corp., enfield, CT, EUA) numa decrescente de granulação: 15 µm (P600 - 30 segundos), 10 µm (P800 - 60 segundos), e 5 µm (P1200 - 120 segundos), sob abundante refrigeração com água (Figura 2).

Após a exposição dessa dentina sadia dos dentes, os espécimes foram incluídos no cano PVC com resina acrílica (Resina acrílica rápida Auto Jet Incolor – Clássico). Tais amostras foram regularizadas e padronizadas em 2cm de altura e com base no dispositivo de metal utilizado pela máquina que realiza o teste de tração, um orifício foi confeccionado atravessando a amostra para que pudesse ser encaixada adequadamente na máquina para o teste mecânico (Figura 3).

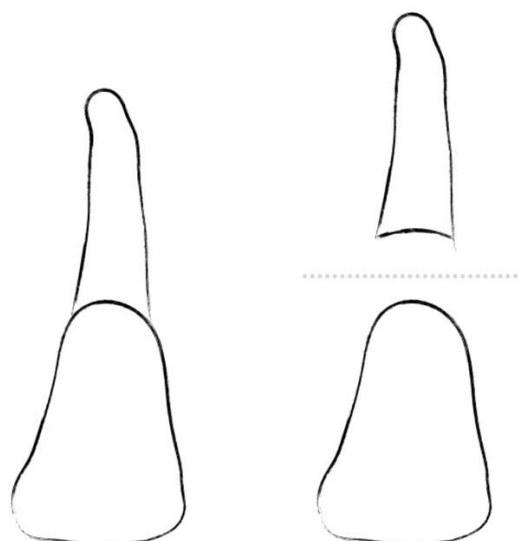
Para que fosse exposta apenas a área de interesse para o processo de desmineralização artificial, fora necessário a proteção do restante da superfície vestibular do dente. Assim, criou-se uma tripla proteção com base no resultado do teste piloto. Primeiro, com auxílio de um perfurador, um círculo de fita amarela com 2mm de diâmetro foi colado no centro da superfície de dentina sadia. Essa etapa delimitou a área que seria desmineralizada. Com isso, o restante do dente recebeu uma proteção com camada de esmalte (base incolor – Risqué), com o auxílio de um microaplicador (Aplik, Angelus, Brasil) (Figura 4).

Em seguida, utilizou-se uma fita isolante azul, para delimitar a área de estudo – 2mm desmineralizado + 2mm de dentina sadia (totalizando 4mm de área de cimentação) (Figura 5).

Em cima dessa fita, foi posicionada a demarcação de 2mm da fita amarela para que houvesse uma proteção com fita amarela além do esmalte incolor (Figura 6).

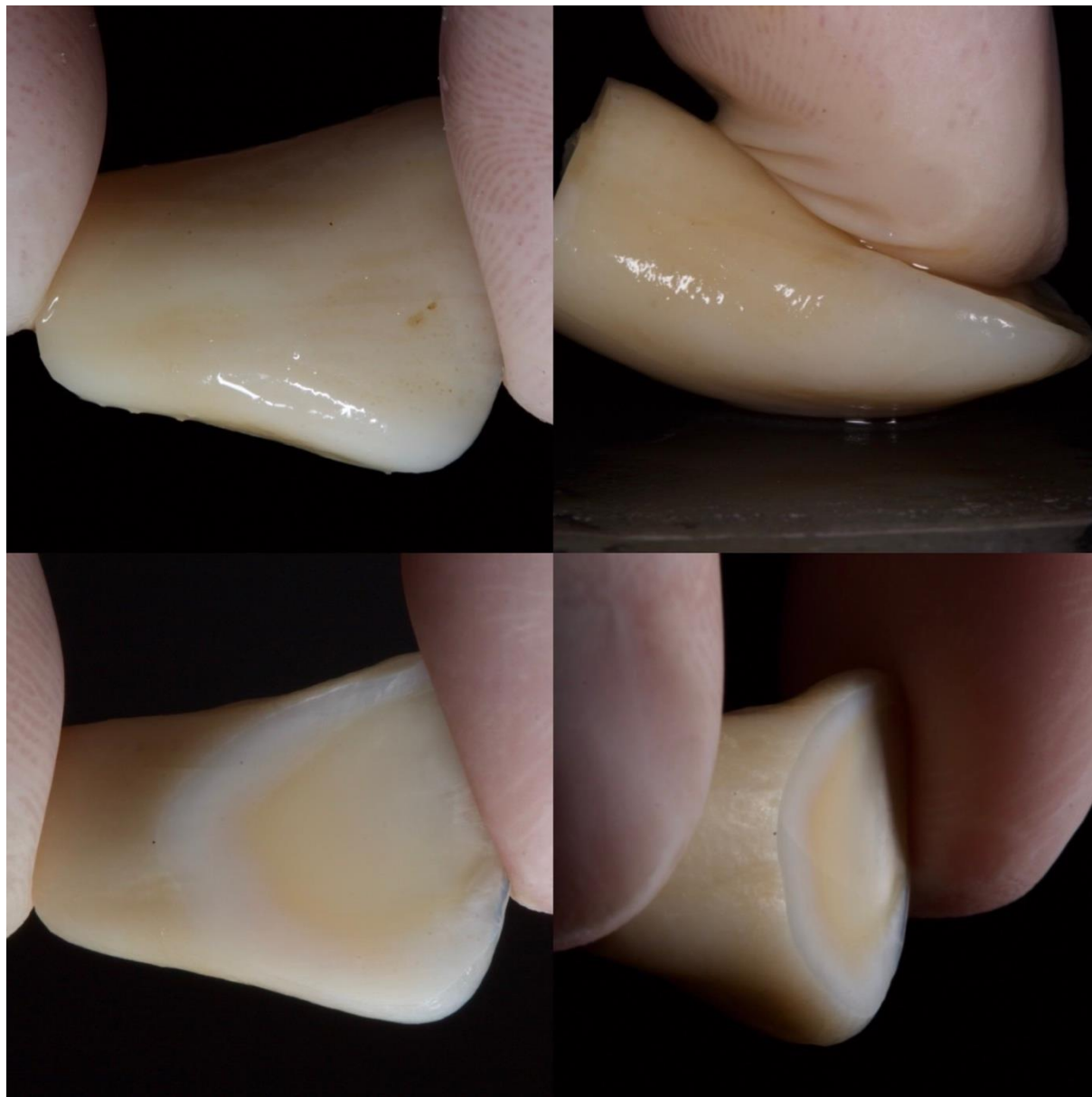
Após esse processo, a fita de forma circular foi retirada e assim, a área exposta para o processo de desmineralização contava apenas com os 2mm necessários (Figura 7).

Figura 1 – Esquema da etapa inicial para confecção das amostras de dente



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2 – Desgaste em politriz da superfície vestibular até dentina sadia e aspecto final da superfície desgastada e polida



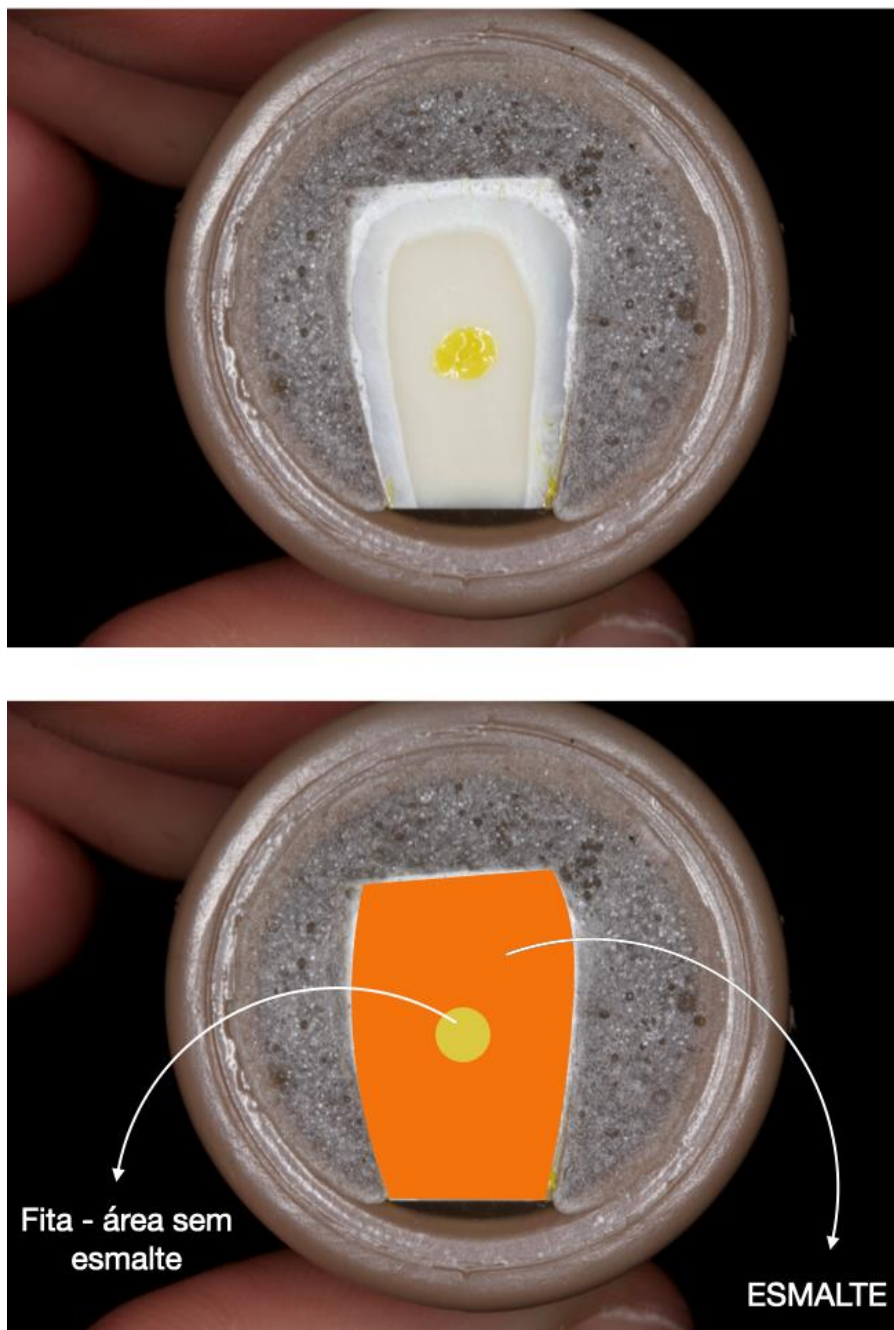
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3 – Dente incluído no cano e orifício criado para adaptação da amostra no dispositivo de tração



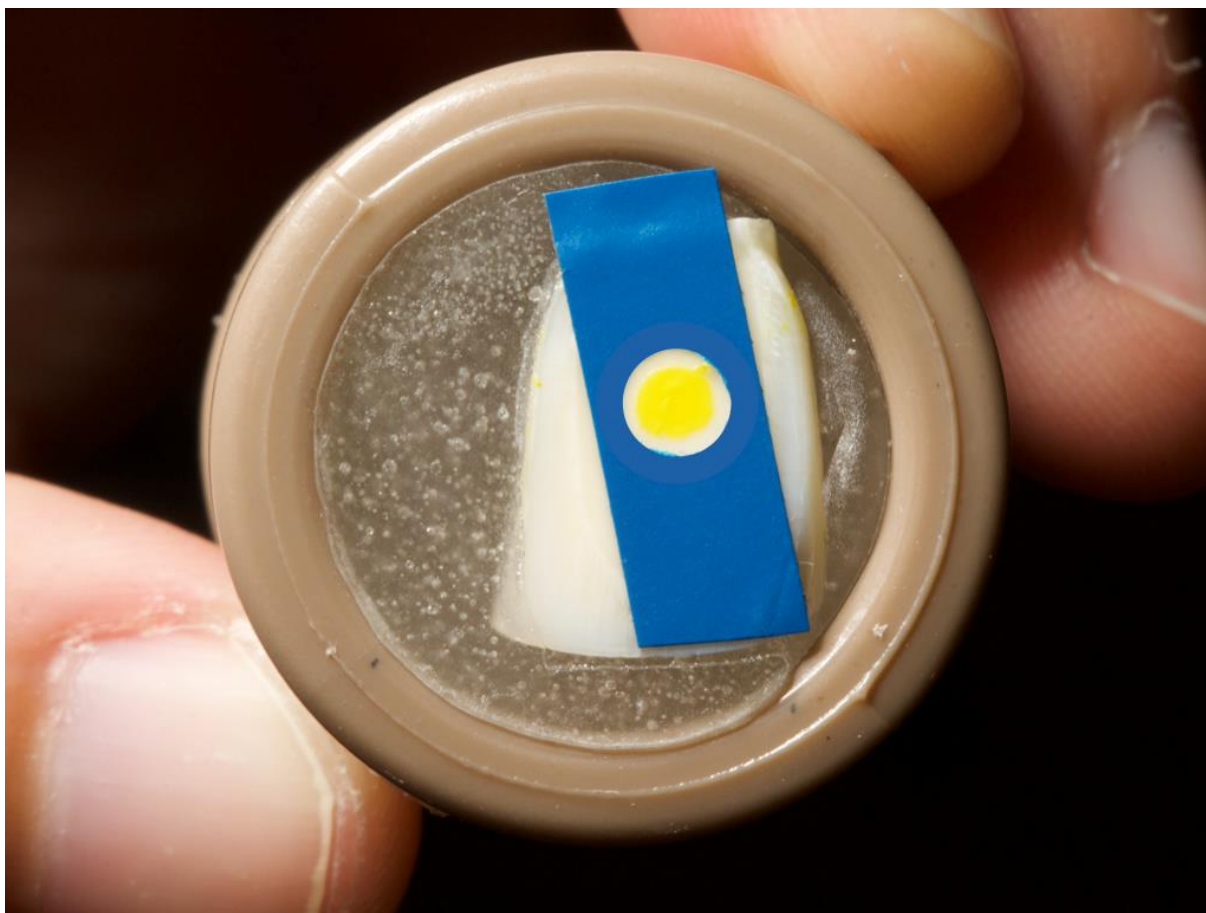
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4 – Círculo de fita amarela com 2mm de diâmetro para delimitação da área que passou pelo processo artificial de desmineralização e ilustração da proteção do restante do dente com esmalte



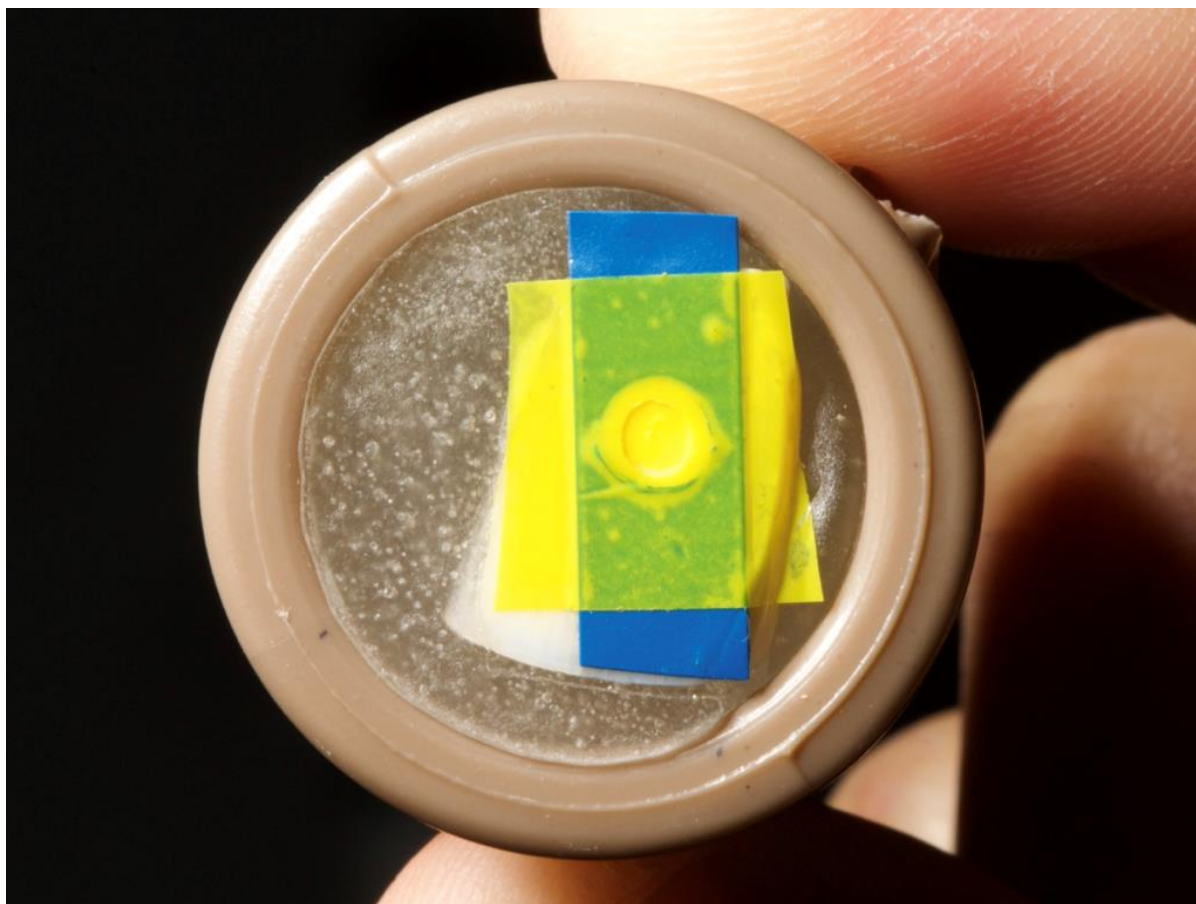
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 – Delimitação da área de cimentação com fita azul



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 – Proteção extra com demarcação de fita amarela



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7 – Retirada do círculo de fita amarela para exposição da área a ser desmineralizada artificialmente



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Desmineralização da dentina

Para a desmineralização da dentina baseou-se nos protocolos da literatura (Buskes et al., 1987; Joves et al., 2013; Marquezan et al., 2009) e no teste piloto executado anteriormente ao estudo: os dentes foram submersos em solução de hidróxido de potássio 10-M contendo 3mM KH_2PO_4 , 40.573 mM CH_3COOH , e 10 ml $\text{CH}_6\text{O}_6\text{P}_2$, com o pH final de 4.95. Os espécimes foram submersos individualmente na solução a 37°, por 13h. O volume total da solução foi calculado utilizando 2ml/mm² da área de dentina. Submeteu-se os grupos des, des-flow e des-civ a esta etapa, com exceção do grupo controle.

4.4 Caracterização da dureza

Nas etapas pré e pós a desmineralização da dentina, houve a leitura da microdureza Knoop, pelo Microdurômetro (FM-ARS 900, Future Tech Company) (Figura 8), acoplado ao software para análise de imagem (FT-ARS 900 HDPS-ARS, versão 1.31.4), para análise das áreas de margem de dentina sadia e da região de dentina afetada por cárie. De acordo com o teste piloto, o método utilizado para desmineralização da dentina produziu lesões na superfície dentinária com uma dureza superficial de 27 KHN (Knoop Hardness Number), valor referência para realização do estudo (Ogawa et al., 1983).

Figura 8 – Microdurômetro (FM-ARS 900, Future Tech Company)

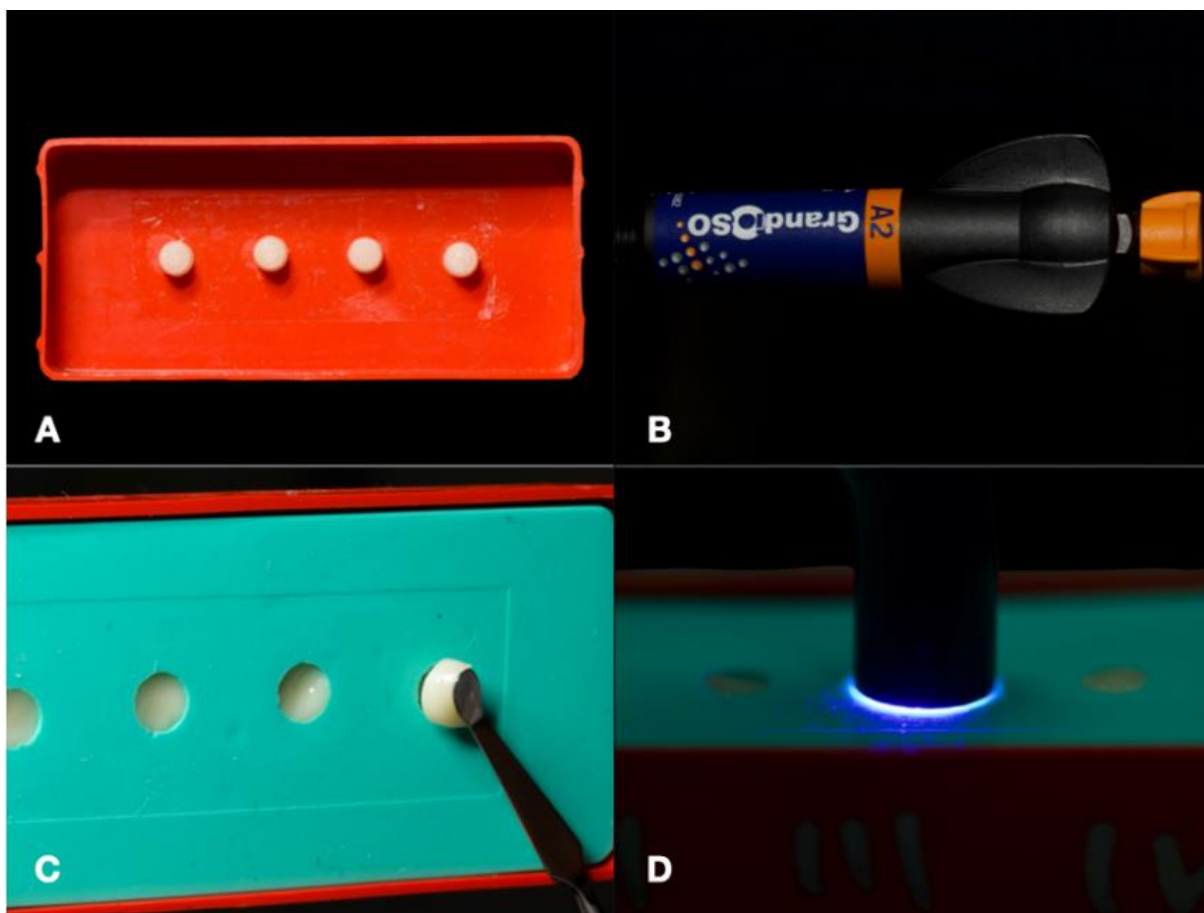


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5 Preparo das peças em resina composta

A resina composta (GrandiOso, VOCO) foi acrescentada em incremento único em uma matriz confeccionada em borracha de silicone verde (Redelease, Brasil), realizada a partir de um negativo de peças cerâmicas em dissilicato de lítio (eMax CAD; Ivoclar Vivadent) que continham as medidas ideais para o estudo, onde a base apresentava 4mm, o topo 5mm e a altura 4,5mm. Em seguida foi fotopolimerizada com o aparelho Bluephase (Ivoclar, Vivadent, Liechtenstein), com emitância de 1200mW/cm², durante 60 segundos sem pressionar o compósito na matriz. Após a retirada do espécime da matriz, o mesmo foi polimerizado nas outras superfícies com o mesmo tempo descrito anteriormente, para complementação da fotopolimerização, uma vez que o espécime tem 4,5mm de altura. (Figura 9).

Figura 9 – Imagens dos passos para confecção das peças em resina composta



Legenda: a) recipiente de plástico com os exemplares de peça em cerâmica que serviram de negativo; b) resina composta utilizada; c) matriz em borracha de silicone verde e incremento de resina composta; d) fotopolimerização dos espécimes em resina composta.
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6 Procedimentos adesivos

Após os dentes serem preparados e as peças em resina composta confeccionadas, as amostras foram cimentadas nos dentes. O protocolo será descrito e ilustrado a seguir.

4.6.1 Procedimentos prévios

As peças em resina composta foram asperizadas com ponta diamantada de granulação fina 3118F (KG Sorensen) e limpas com ácido fosfórico (Condac 37%, FGM) por 20 segundos a nível de retirar qualquer resíduo do processo de confecção e asperização. Todos os espécimes receberam condicionamento com ácido fosfórico (Condac 37%, FGM) por 15 segundos, seguido de lavagem em abundância com jato de ar e água. Os espécimes dos grupos controle, des e des-flow, previamente a cimentação das peças em resina composta, receberam duas aplicações, realizadas de forma ativa durante 20 segundos cada, de adesivo universal (Single Bond Universal, 3M) seguida de volatilização do solvente com spray de ar por 10 segundos. Uma camada de adesivo também foi aplicada na superfície das peças em resina composta. Nas amostras do grupo des-flow foi aplicada uma camada de resina flow buscando deixar o mais fina possível (Resina Filtek Z350 XT Supreme Flowable, 3M). A resina foi fotoativada por 60 segundos com o aparelho Bluephase (Ivoclar, Vivadent, Liechtenstein). Para des-civ, aplicou-se a camada de CIV (Shofu) o qual foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante. Após a presa dos materiais, a fita de 2mm e a camada de esmalte foram removidas e foi dado seguimento ao protocolo de cimentação.

4.6.2 Protocolo de cimentação

Utilizou-se o cimento Rely-X Ultimate dual (3M) para cimentação das peças em resina composta. O material foi dispensado em um bloco de espatulação e realizou-se a mistura das pastas com o auxílio de uma espátula 24. Com uma espátula de inserção número 1, o material foi aplicado na face menor da peça de resina composta. Foi aplicada uma carga vertical estática de 10N com auxílio de um dispositivo (Figura 10) sobre o conjunto resina/dente e o conjunto foi polimerizado com o aparelho Bluephase (Ivoclar Vivadent, Liechtensein), com emitância de 1200mW/cm², por 60 segundos em cada lado, seguindo as faces do dente (sentido cervical, incisal, mesial e distal). O armazenamento dos espécimes foi realizado de forma individual em ambiente com 100% de umidade relativa.

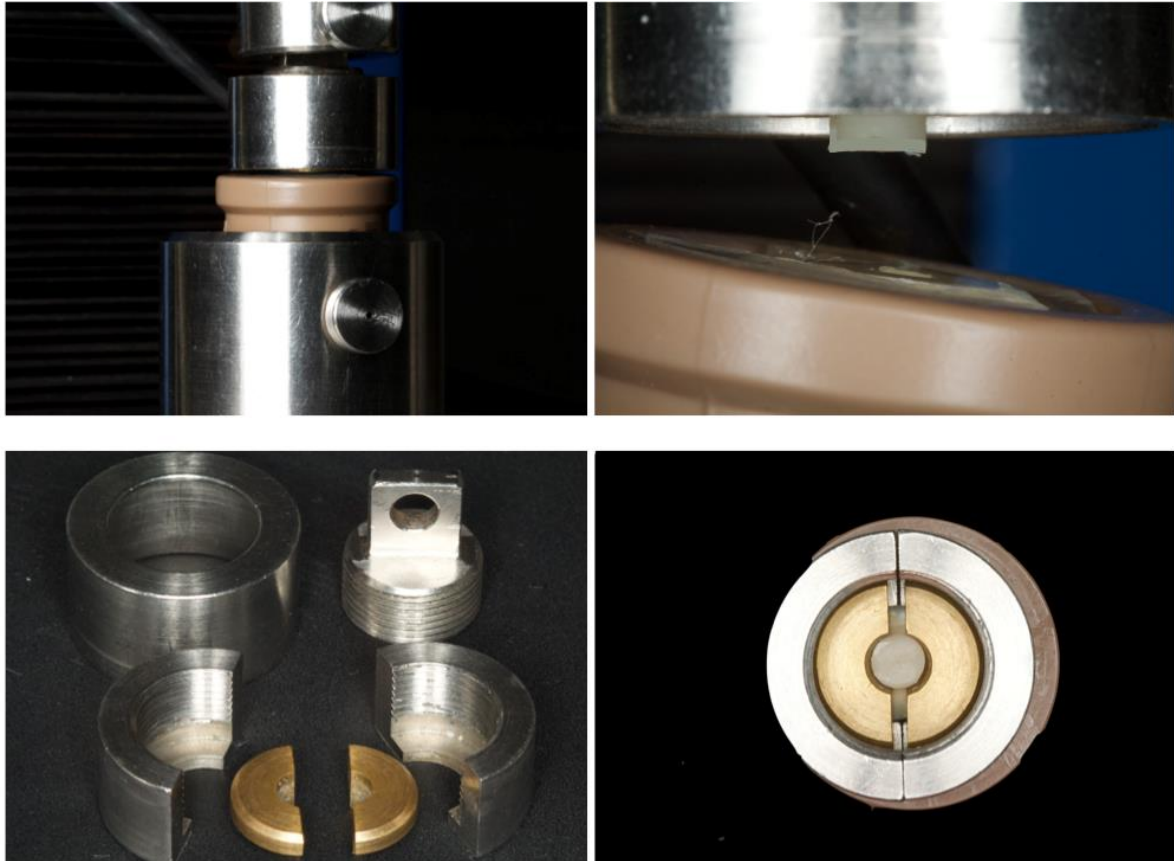
Para o teste da resistência de união, os espécimes dos quatro grupos foram submetidos ao teste de tração. Os grupos controle, des e des-flow foram submetidos ao teste de tração após 48h da cimentação. O grupo des-civ foi submetido ao teste de tração após 29 dias (intervalo baseado no teste piloto) da cimentação. O teste foi executado por meio de uma máquina universal de teste (EMIC; São José dos Pinhais, PR, Brasil) (Figura 11) com auxílio de um dispositivo de metal (Figura 12). Aplicou-se força de tração de 50KgF, em uma velocidade de 1mm/min até que o descolamento das peças ocorresse. A força de tração foi registrada em Newtons (N). A força de união em Mpa foi calculada utilizando a seguinte equação: Força de união (Mpa) = força de tração (N) / área de superfície de adesão (mm²) (Del’Gaudio Pignataro et al., 2021).

Figura 10 – dispositivo utilizado para manter força constante na cimentação da peça em resina composta



Fonte: Elaborado pelo autor.

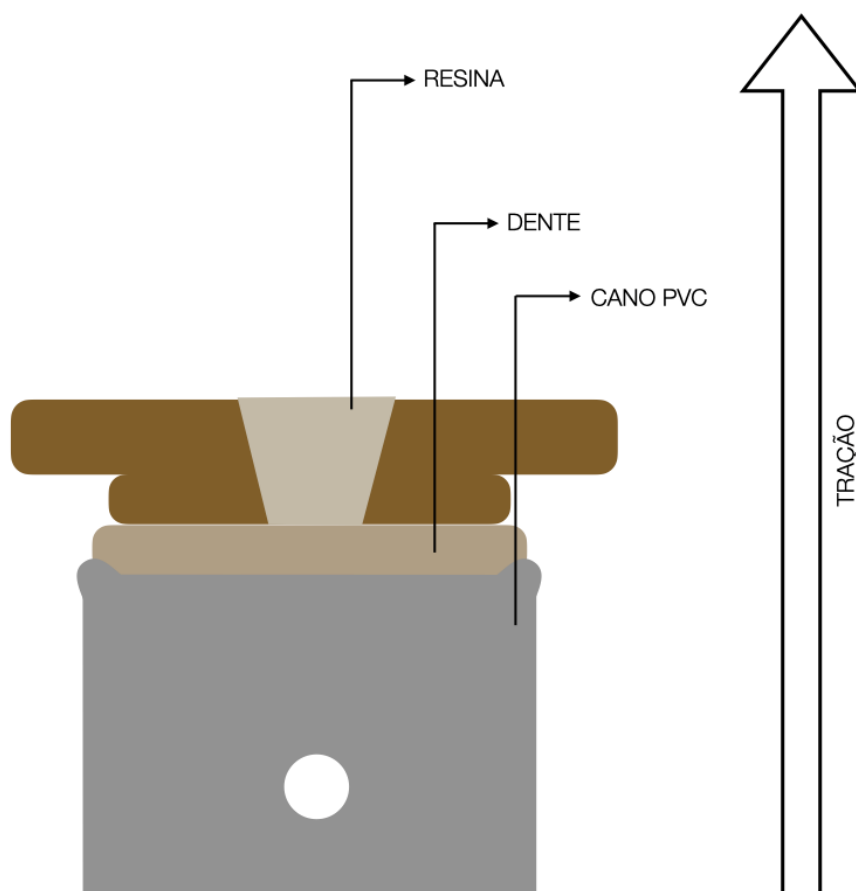
Figura 11 – Máquina de ensaio Universal com teste de tração em execução e dispositivo



Legenda: a) máquina de ensaio universal com teste de tração em execução; b) peça em resina composta na hora da falha, com o dispositivo desenvolvido para esse estudo na parte de cima segurando a peça; c) dispositivo desenvolvido desmontado; d) dispositivo montado e em posição antes de ser encaixado na máquina de ensaio universal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 12 – Ilustração do dispositivo do teste de tração na amostra

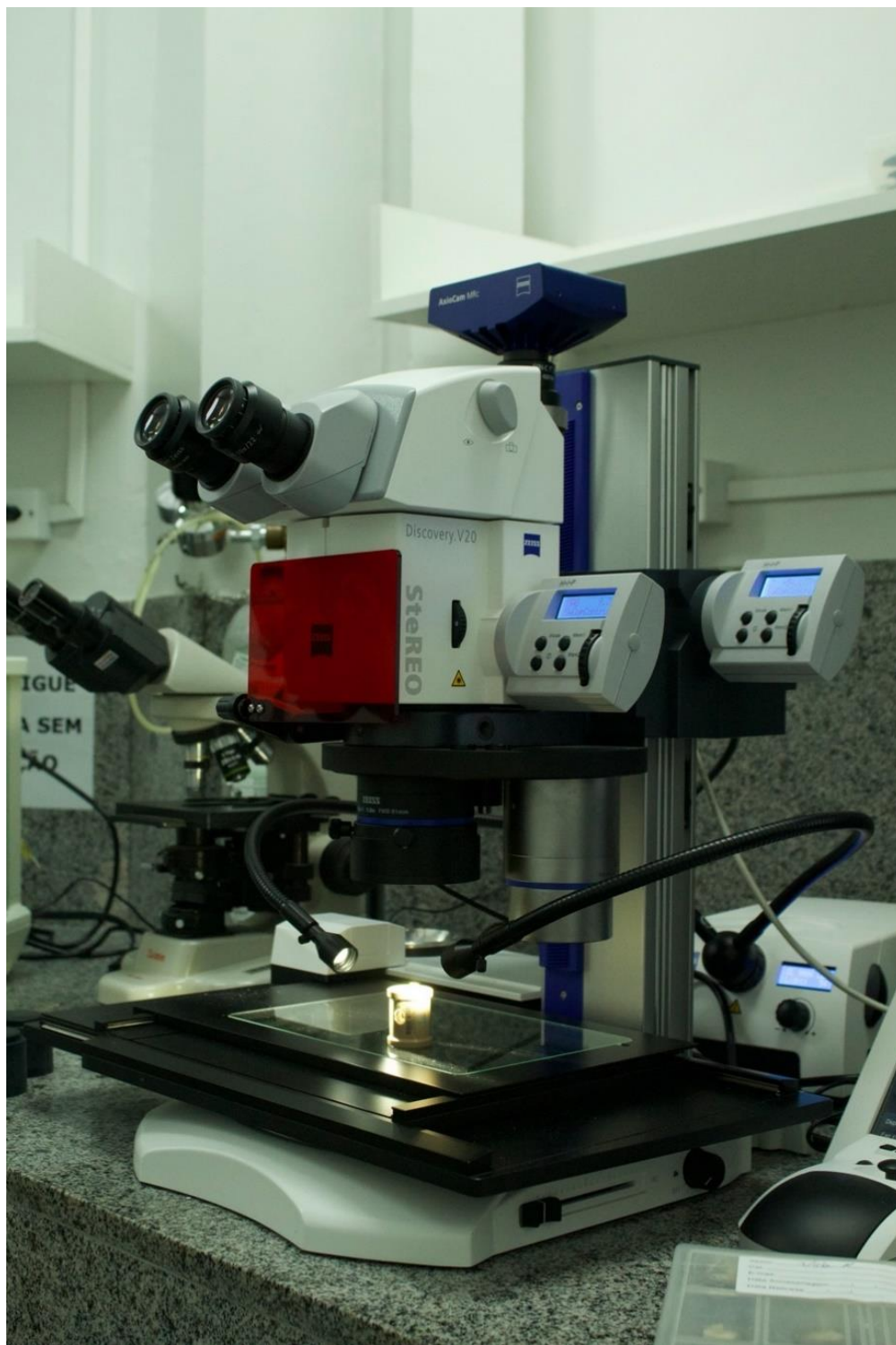


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7 Análise de fratura

Posteriormente, foi realizada a análise de fratura com o objetivo de verificar o modo de falha de cada amostra e quais tipos de fratura se repetiam em cada grupo. Realizou-se a análise em microscópio óptico (Figura 13). Sendo que a falha pode ser classificada em: Falha adesiva entre o cimento resinoso e a dentina, falha adesiva entre o cimento resinoso e a resina, falha adesiva entre CIV- cimento e dentina, falha adesiva entre flow-cimento e dentina, falha coesiva na dentina, falha coesiva em cimento e falha mista (Gomes et al., 2018).

Figura 13 – Estereomicroscópio óptico, Zeiss Stereo Discovery V20 utilizado para análise de fratura das amostras



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.8 Análise estatística

As análises estatísticas foram feitas por meio dos testes de análise de variância a 1 fator e o teste de Tukey.

4.9 Hipótese de Nulidade

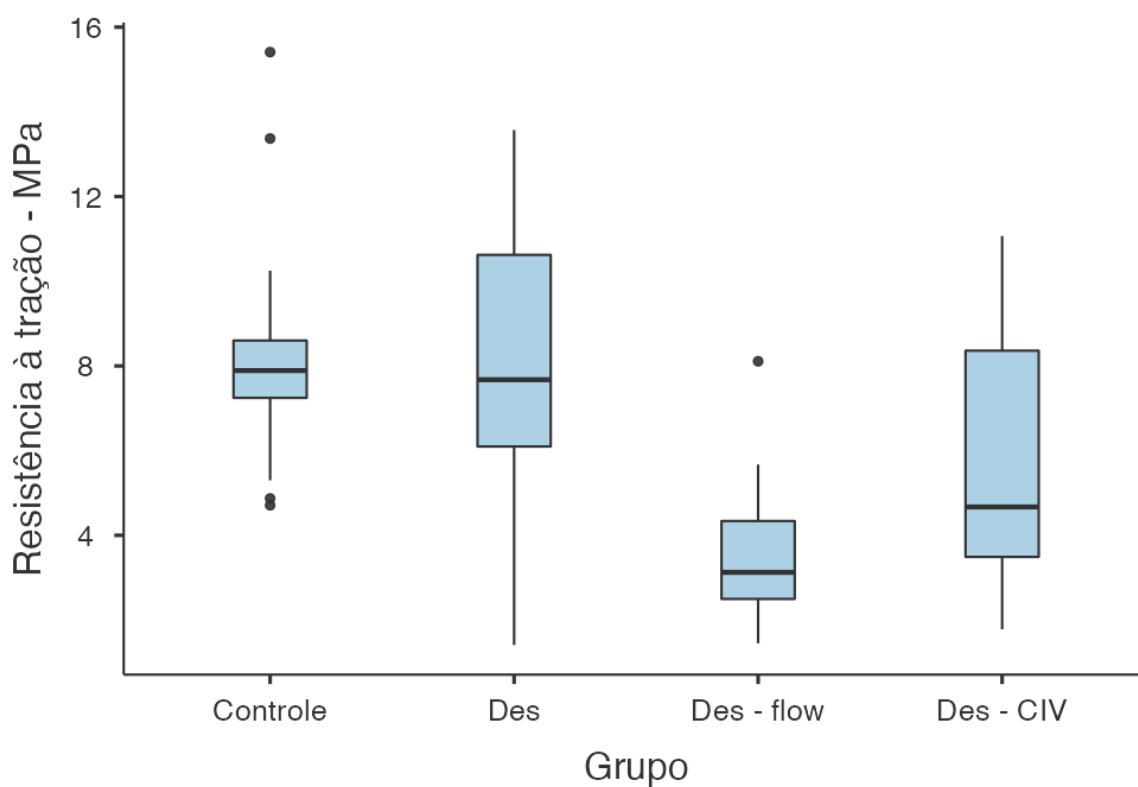
A seguinte hipótese de nulidade foi formulada:

H01 – A adesão das peças indiretas em resina composta não é influenciada pela presença de dentina desmineralizada com ou sem forramento (simulando a remoção seletiva de dentina).

5 RESULTADO

Os resultados do estudo estão dispostos na tabela e gráfico abaixo, onde foram testados 15 corpos de prova por grupo.

Figura 14 – gráfico da estatística descritiva relação resistência à tração x tratamento dos espécimes



Legenda: Letras diferentes representam diferenças estatísticas entre os grupos comparados.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 1 – dados da estatística descritiva

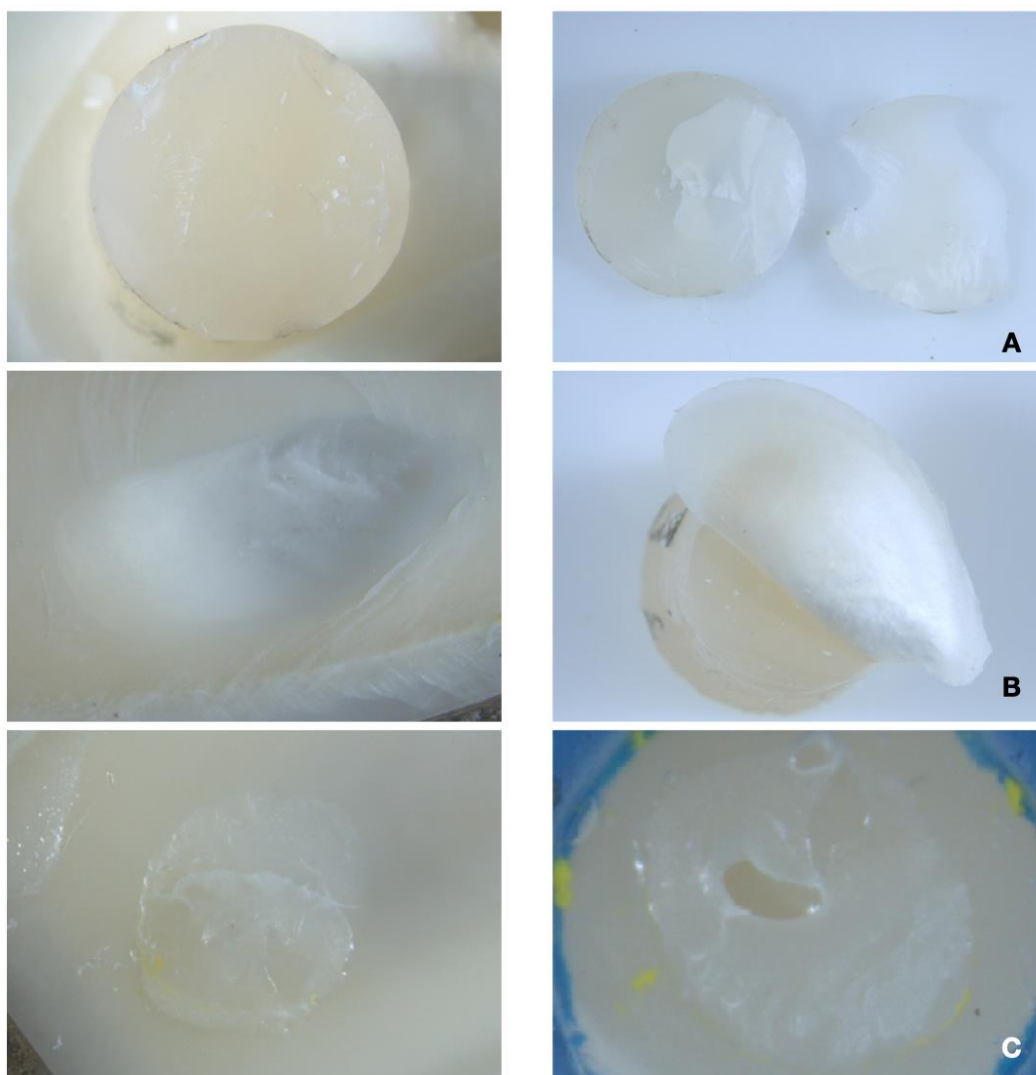
								PERCENTIS	
	grupos	N	média	mediana	DP	mínimo	máximo	25%	75%
MPA	CONTROLE	15	8.38	7.89	2.89	4.71	15.4	7.25	8.60
	DES	15	7.62	7.47	3.71	1.41	13.6	5.06	10.45
	DES-FLOW	15	4.54	3.58	3.37	1.45	14.8	2.54	5.09
	DES-CIV	15	5.66	4.67	3.14	1.78	11.1	3.49	8.36

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados apresentaram diferença estatística de acordo com o teste Anova a 1 fator ($p=0,011$). Para as comparações múltiplas, o teste de Tukey apontou que o grupo des-flow apresentou valores menores do que o grupo dentina sadia. Todas as outras comparações foram similares.

Os resultados das análises de fratura estão dispostos no gráfico abaixo e foram classificados de maneira geral em: falha adesiva, falha coesiva e falha mista. Algumas imagens para exemplificar alguns tipos de fraturas encontradas estão dispostas na figura 15.

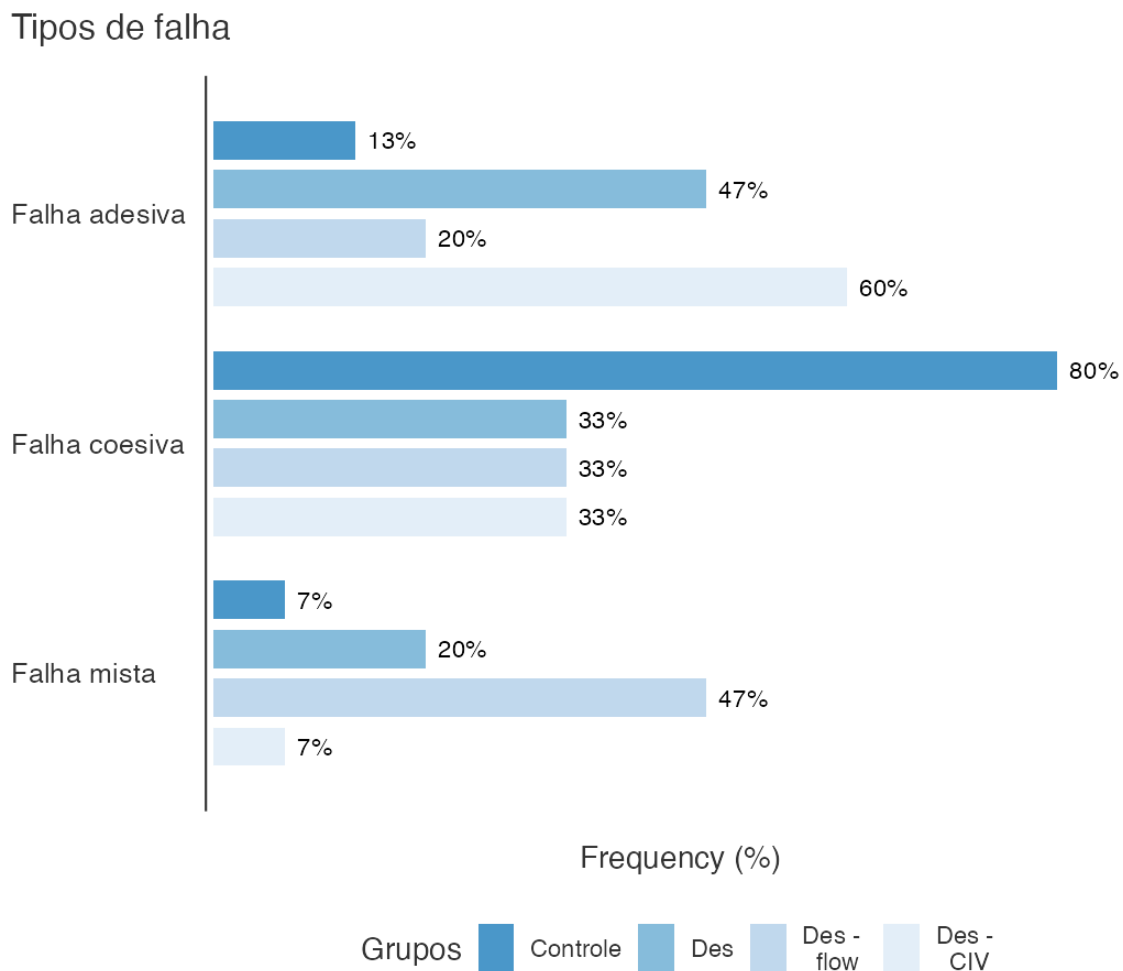
Figura 15 – Exemplificação das fraturas analisadas por meio do microscópio óptico



Legenda: A – Falha coesiva em resina; B – Falha coesiva em dentina; C – Falha mista; D – Falha adesiva entre CIV/cimento – dentina.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16 – gráfico da estatística descritiva relação tipos de falha x frequência por grupo



Fonte: Elaborado pelo autor.

A falha adesiva aconteceu com maior frequência nos grupos des e des-civ.

A falha coesiva aconteceu com maior frequência no controle 80% em relação aos outros grupos que apresentaram 33%.

A falha mista aconteceu com maior frequência no grupo des-flow.

6 DISCUSSÃO

Dentro de uma técnica mais conservadora e, portanto, menos invasiva para a saúde pulpar dos dentes, a literatura atual nos mostra que a remoção seletiva de dentina cariada se apresenta como a mais adequada, haja visto que promove a manutenção de estrutura e previne a exposição pulpar, retardando assim, o ciclo de morte do órgão dental (Banerjee et al., 2017; Innes et al., 2019; Schwendicke, 2017; Schwendicke et al., 2013). Com o progresso da lesão cariada e consequente perda significativa de tecido dental, em grandes destruições a remoção seletiva se mostra essencial, de forma a prevenir o tratamento endodôntico. O presente estudo avaliou a cimentação de peças indiretas em resina composta em amostras de dentes bovinos que passaram por simulação de remoção seletiva de dentina até a consistência firme e ainda, se o uso de material forrador, o qual objetiva a manutenção da vitalidade pulpar, prejudica a adesão a um tecido já comprometido para o processo adesivo eficaz (Nakajima et al., 1995).

A dentina é um tecido majoritariamente orgânico, formada exclusivamente de colágeno tipo I e água (Perdigão, 2010) e devido a essa composição química e estrutural, a adesão nesse tecido mostra-se mais desafiadora quando comparada ao esmalte (Hanabusa et al., 2012; Van Meerbeek et al., 2010, 2003). Ainda, a literatura aponta que quando afetada por cárie, a dentina se apresenta mais porosa devido a perda de mineral que ocorre no processo desmineralizador (Follak et al., 2018) e isso acarreta uma adesão mais desafiadora ainda (Follak et al., 2021; Nakajima et al., 2005, 1995). Entretanto, os resultados do presente estudo mostram que não houve diferença estatística entre o grupo controle e o grupo desmineralizado. Essa disparidade pode ser justificada com alguns fatores. De início, as variáveis presentes na metodologia, bem como o número reduzido de amostras. A primeira variável metodológica pode ser a característica da dentina após a simulação com solução desmineralizadora. A dentina afetada por cárie criada em simulação laboratorial possui uma histologia diferente da dentina que foi afetada em um processo natural pelo desenvolvimento da lesão cariada em boca (Isolan et al., 2018). Quando produzida de forma artificial, existe uma tendência à homogeneidade e controle da lesão em comparação às lesões naturais de cárie. Entretanto, a literatura comprova

que a dentina desmineralizada de modo artificial apresenta um baixo conteúdo mineral de dentina, o que a torna similar a uma dentina afetada por cárie natural (Huang et al., 2011). Sendo assim, estudos que desmineralizaram a dentina artificialmente por meio de ciclos em substâncias com baixo pH observaram que este substrato apresenta desmineralização a nível de dentina tubular e dos túbulos dentinários (Follak et al., 2021; Hsu et al., 2008). Mesmo com alguns estudos na literatura que aprovam o método de desmineralização artificial e o método ser válido, é importante ressaltar que não há como reproduzir as mudanças fisiológicas que ocorrem em boca, como as respostas do complexo dentina-polpa, esclerose dentinária e formação de dentina terciária (Follak et al., 2021). Essas respostas naturais advindas do organismo e de como o órgão dental responde aos estímulos geram alterações no tecido e como a adesão responde a isso não pode ser estudado por completo de forma laboratorial (Follak et al., 2021). Somado a isso, foi realizado o condicionamento ácido da região, o que talvez tenha fragilizado ainda mais o tecido desmineralizado, o que pode explicar as falhas coesivas em dentina ocorridas no grupo somente desmineralizado. Condicionar a dentina desmineralizada e utilizar o adesivo universal no modo “etch and rinse” foi uma medida usada para melhorar os resultados obtidos a partir do teste piloto no qual os resultados com o uso do adesivo no sistema “self-etch” não se mostrou satisfatório. Provavelmente isso ocorre porque o tecido quando desmineralizado se mostra irregular, o que por consequência gera uma camada híbrida também irregular. Assim, o ácido fosfórico entra para criar mais retenções e por consequência uma camada híbrida mais satisfatória (Nicoloso et al., 2017).

Outra variável presente na metodologia pode ser o teste de tração. O teste de micro tração se mostrou ser o mais utilizado na literatura quando o objetivo foi testar interfaces adesivas, entretanto, isso não seria possível no presente estudo, uma vez que precisava ser estudada a área completa de cimentação (4mm²), considerando as diferentes características do substrato dentro desta área delimitada. Sendo assim, o teste de tração se mostrou ser o mais adequado para esse propósito. Ao se realizar o teste, percebeu-se que algumas falhas se deram de forma irregular, não sendo 100% perpendiculares em 90º com a superfície analisada, o que talvez simule uma situação clínica de mastigação, uma vez que nesse cenário, entende-se que além do tracionamento, há um percentual de cisalhamento também, haja visto que enquanto está ocorrendo o tracionamento de forma vertical, uma parte da superfície aderida no

substrato dental sofre com força horizontal (Wang et al., 2003). Além disso, considerando as variações metodológicas, o delineamento do teste no presente estudo teve como base pesquisas que realizaram a tração somente em esmalte (Sirisha et al., 2014). O substrato (esmalte/dentina), a forma que a superfície foi tratada e a origem do dente são alguns dos pontos discutidos na literatura (Sirisha et al., 2014).

Com relação à escolha dos dentes, a literatura nos mostra que os dentes bovinos fornecem valores de resistência de união similares aos dentes permanentes humanos (Follak et al., 2018; Sirisha et al., 2014). Em contrapartida, outros estudos relataram maiores resultados em teste de cisalhamento e resistência à tração no esmalte humano (Oesterle et al., 1998; Sirisha et al., 2014). Existe uma inconsistência literária quanto ao uso de dentição de origem bovina como alternativa ao dente humano em estudos de adesão/resistência adesiva, haja visto que os túbulos dentinários dos dentes bovinos são maiores que os túbulos dentinários humanos. É importante ressaltar que dentes humanos são preferidos para precisão de testes de resistência de união. Ainda sim, deve-se considerar que não se sabe ao certo o momento exato de extração dos dentes humanos, podendo existir diferença do grau de mineralização, bem como fases distintas, sendo de um paciente jovem em caso de ortodontia ou de um paciente idoso em caso de periodontia. Além disso, existe uma disponibilidade inadequada de dentes humanos e dentes de animais se mostram opções válidas e com amplo uso reportado na literatura dentro de estudos in vitro (Pashley et al., 1988; Sirisha et al., 2014).

Como mais uma variável, o presente estudo utilizou o cenário mais desafiador para adesão, haja visto que a adesão aconteceu somente em dentina e em uma superfície plana, sem qualquer parede circundante que pudesse oferecer retenção adicional ou esmalte dental. De fato, não podemos rejeitar a hipótese de nulidade apresentada de forma parcial, uma vez que não houve diferença estatística quando o grupo desmineralizado é comparado ao grupo controle (sem desmineralização). Além disso, todos os fatores anteriormente reportados, como tipo de dente, tipo de teste e condição desmineralizadora utilizados podem estar relacionados com o resultado aqui discutido, ou seja, a ausência de diferenças entre o grupo desmineralizado e controle.

O fato de se ter observado falha coesiva em peça de resina no grupo controle sugere que os resultados de adesão da área proposta neste estudo devam ser

maiores que os observados e este fato pode de certa forma explicar a falta de diferença entre o grupo não desmineralizado e os outros grupos que receberam desmineralização.

Buscou-se também um cenário desafiador com relação ao protocolo restaurador, uma vez que foi simulado uma restauração realizada de forma indireta em um dente desmineralizado e dentro de uma abordagem menos invasiva com a manutenção de tecido cariado. Muitos profissionais têm resistência à técnica (Moreira, 2022) por acreditarem que ao deixar a dentina cariada, a lesão e contaminação irão progredir. Acredita-se que a resistência dos profissionais à técnica se torna ainda maior em casos de restaurações indiretas, uma vez que essa resolução restauradora exige mais de uma sessão e os profissionais que enxergam limitações na remoção seletiva não estão dispostos a correr o risco de repetir o procedimento. Talvez essa resistência não aconteça na mesma intensidade em restaurações diretas, haja visto que é um procedimento restaurador realizado em uma mesma sessão clínica.

Sabe-se que peças restauradoras indiretas são indicadas em casos de grandes destruições da estrutura dental. A facilidade maior em reproduzir corretamente os termos da restauração e/ou a anatomia prevalece na técnica indireta e isso se mostra ser a maior vantagem quando comparada a técnica direta (Leinfelder, 2005; Liebenberg, 1999; Terry, Touati, 2001). Existe uma maior propensão a escolha da técnica indireta para restaurar grandes destruições devido a dificuldade encontrada em alguns casos para adaptação correta da matriz em boca e/ou perda de referências importantes para reestabelecer a estrutura perdida. Entretanto, não há uma verdade absoluta sobre a indicação, variando muito da preferência pessoal de cada cirurgião dentista (Van Dijken, 2000; Spreafico et al., 2005). Quando a opção da técnica indireta é escolhida, o profissional conta com algumas opções de material e produção. A mais tradicional, peças indiretas em cerâmica, confeccionadas em laboratório, com custo maior e algumas sessões clínicas entre preparo, moldagem, provisório e cimentação. Outra opção viável para realização da técnica indireta é a resina composta. Esse material permite com que o processo laboratorial seja mais rápido e prático, uma vez que pode ser realizado pelo próprio cirurgião dentista no dia da consulta (Alharbi et al., 2014) ou até mesmo em poucos dias entre preparo e cimentação da peça. Ao mesmo tempo, se torna um processo menos custoso, uma vez que não há a necessidade de equipamentos caros para confecção. Em um estudo

clínico com 11 anos de acompanhamento, Van Dijken comprovou que restaurações indiretas onlay/inlay (semi-diretas) em resina composta mostraram uma longevidade clínica promissora com uma melhor adaptação marginal e baixa incidência de cárie secundária (Van Dijken, 2000). No presente estudo, observou-se a falha coesiva em resina, o que pode abrir margens para entendimento do próprio material como limitador, uma vez que não se testou a adesão da superfície alvo do estudo de fato. Isso abre oportunidade para futuros testes com resinas fresadas, por exemplo, materiais que não estarão sujeitos ao fator operador, como inclusão de bolhas por incremento ou sub-polimerização a depender de cada caso. Desta forma, pode ser que a falha não aconteça no interior do material restaurador e sim na interface adesiva, haja visto que é a área de maior fragilidade.

Frente a resistência do emprego da técnica da remoção seletiva em restaurações definitivas, muitos profissionais acreditam na importância da utilização de um material para proteção do complexo dentina-polpa. O cimento de ionômero de vidro (CIV) é um material geralmente empregado como material forrador por alguns profissionais (Dorri et al., 2017; Van 't Hof et al., 2006). Esse material tem biocompatibilidade com o tecido pulpar e boa adesão química aos tecidos. Além disso, é acompanhado do entendimento de capacidade de remineralização do tecido. Não há um consenso na literatura sobre o uso da técnica de remoção seletiva somado ao uso de um material forrador e como isso pode ter interferência na adesão com material resinoso. Em um estudo conduzido por Vetromilla et al., publicado em 2020, os autores concluíram que restaurações diretas em resina composta, as quais apresentavam CIV como material forrador, obtiveram resultados inferiores quanto à força de união quando comparadas às restaurações realizadas sem a camada de CIV. Entretanto, no presente estudo, observou-se que o grupo des-CIV apresentou resultados similares estatisticamente quando comparado ao grupo controle. Provavelmente isso ocorreu devido a maturação do material por 29 dias previamente a realização do teste de tração, isso provê ao material uma melhor adesão e melhora das suas propriedades (Davidson, 2006), ou ainda pelo tipo de fratura coesiva apresentado no corpo da restauração no grupo controle. Considerando o protocolo clínico, a utilização deste material aumenta um passo clínico e teria sentido se realmente resultasse em aumento da manutenção da vitalidade pulpar, uma vez que a resistência de união não é aumentada ou diminuída, de acordo com os presentes

resultados.

Somado ao uso de material forrador, o conceito de selamento da dentina previamente a restauração adesiva é algo que vem sendo estudado ao longo dos anos e recebendo novas perspectivas. Entende-se que o conceito de selar a dentina logo após cortada se trata da aplicação do adesivo de escolha pelo profissional, da forma como o fabricante recomenda. Esse conceito é denominado “Immediate Dentin Sealing” ou IDS (de Carvalho et al., 2021). Novas perspectivas adesivas foram sendo estudadas para melhora na força de adesão e acompanhamento das evoluções dos materiais resinosos. Uma delas é o chamado “Resin Coating” (RC), que de acordo com a literatura, promove menos estresse ao substrato, prevenindo sensibilidade e protegendo a camada híbrida. Além disso, permite com que as cargas oclusais sejam absorvidas de forma melhor que a convencional, visto que a resistência de união desenvolvida entre a resina flow com a dentina foi amadurecida e suas tensões residuais podem assim se dissipar (de Carvalho et al., 2021; Magne et al., 2005). Apesar de alguns estudos mostrarem melhora da força de adesão quando do uso do RC (Takahashi et al., 2010; Tommaso Rocca et al., 2011), o presente estudo mostrou disparidade com esses resultados. O grupo des-flow se mostrou inferior nos resultados da estatística quando comparado ao grupo controle, entretanto, não se mostrou significativamente diferente quando comparado ao grupo des-CIV e desmineralizado. Isso pode ter acontecido devido a não uniformidade da camada de resina flow, uma vez que era de difícil medição, ainda mais dentro de uma área limitada e pequena de 2mm. Isso pode ter gerado uma instabilidade imperceptível na hora da cimentação da peça indireta em resina composta.

Com relação a qualidade das falhas após o teste de tração dos grupos desmineralizado, des-flow e des-civ pode-se chegar à algumas conclusões comparando-os com o grupo controle. Quanto a significância estatística no teste de tração, os três grupos fora o controle não apresentaram diferença entre si. Ainda sim, o grupo des-flow apresentou diferença estatística quando comparado ao grupo controle em relação à resistência adesiva. Com relação ao grupo des-flow, ainda que tenha tido um maior número de falhas mistas e não adesivas, entende-se que foi estudada a interface necessária para entendimento do comportamento adesivo nesse grupo. Com relação as falhas mistas, observou-se um padrão de tipo dessa falha, com uma parte da resina flow em dentina e outra parte em cimento resinoso. Talvez isso

tenha acontecido devido ao não controle de espessura da camada de resina flow que contribuiu para a instabilidade do teste de tração mencionado anteriormente. Por ser uma área pequena, plana e sem paredes circundantes, tornou-se difícil criar um padrão para a espessura de resina flow aplicada, buscando tornar a mais fina possível apenas para criar uma camada em cima do adesivo, simulando o “resin coating” clínico. Esse comportamento observado no grupo des-flow provavelmente explica a diferença estatística em relação ao grupo controle, uma vez que no controle houve muitas falhas coesivas em resina, o que supõe uma boa adesão da peça em dentina a ponto de no teste de tração a resina fraturar antes de se testar a interface adesiva. Além disso, a resina flow utilizada no presente estudo é constituída por nanopartículas, o que provavelmente explica a característica do tipo de falha mista observada, uma vez que resinas nano particuladas não apresentam grande resistência (Ricci et al., 2019). Talvez, se fosse utilizado uma resina fluída com composição nano híbrida e um conteúdo maior de carga, como é o caso da Grandioso Heavy Flow (VOCO), os resultados se mostrassem diferentes.

Com relação ao grupo desmineralizado e des-civ, ambos apresentaram muitas falhas adesivas. Isso também se mostra positivo ao estudo, uma vez que a interface adesiva foi estudada. Entretanto, no grupo desmineralizado, houve algumas amostras com falha coesiva em dentina. Isso abre margem para entendimento duplo, ou seja, pode ser que o tratamento desmineralizador somado ao condicionamento ácido da superfície tenha fragilizado a dentina ao ponto de não se testar a interface adesiva em algumas amostras, uma vez que a fratura da dentina ocorreu antes da fratura entre adesivo/resina e dentina. Outra interpretação é que a adesão em dentina desmineralizada é positiva e proporcionou uma força de adesão maior do que a resistência da dentina desmineralizada e condicionada com ácido fosfórico em algumas amostras.

Foi preciso desenvolver uma metodologia para realização do presente estudo e apesar das limitações metodológicas como o teste de tração e espessura dos materiais forradores, o desafiador cenário para adesão e as fraturas coesivas em dente e/ou resina, esse estudo mostra-se benéfico, uma vez que não há resultados sobre essa temática semelhantes na literatura.

Por fim, entende-se que os resultados do estudo abrem portas científicas para que proporcione um entendimento mais profundo e resolutivo através de um

futuro estudo clínico. Então, dessa forma, há aqui uma contribuição para questionamentos viáveis dentro de uma odontologia restauradora que visa proporcionar um bom protocolo de manutenção da saúde do órgão dental aliado ao bom protocolo adesivo para os diferentes graus de destruição e mineralização dos dentes. Assim, entende-se que não é possível criar uma verdade clínica através desse estudo, devido as limitações laboratoriais, mas sim, contribuir com o possível desenvolvimento de uma metodologia mais eficaz e indagação sobre um processo restaurador específico, focado em preservação de estrutura e vitalidade do remanescente dental.

7 CONCLUSÃO

A dentina desmineralizada não influenciou estatisticamente a adesão das peças indiretas em resina composta, apesar de questionamentos surgirem sobre o comportamento do grupo controle deste estudo.

Entendeu-se que o grupo des-flow obteve diferença estatística quando comparado ao grupo controle, entretanto não se obteve diferença estatística quando comparado ao grupo des-civ. Assim, os dois protocolos que utilizaram material forrador podem ser indicados de acordo com a preferência do operador.

REFERÊNCIAS

- Alharbi A, Rocca GT, Dietschi D, Krejci I. Semidirect composite onlay with cavity sealing: A review of clinical procedures. *J Esthet Restor Dent*. 2014;26(2):97–106. doi: 10.1111/jerd.12067.
- Arrais CA, Giannini M, Nakajima M, Tagami J. Effects of additional and extended acid etching on bonding to caries-affected dentine. *Eur J Oral Sci*. 2004 Oct;112(5):458-64. doi: 10.1111/j.1600-0722.2004.00159.x. PMID: 15458507.
- Banerjee A, Frencken JE, Schwendicke F, Innes NPT. Contemporary operative caries management: Consensus recommendations on minimally invasive caries removal. *Br Dent J*. 2017;223(3):215–22. doi: 10.1038/sj.bdj.2017.672.
- Banerjee A, Watson TF, Kidd EAM. Dentine caries excavation: a review of current clinical techniques. *Br Dent J*. 2000;188(9):476–82. doi: 10.1038/SJ.BDJ.4800515.
- Barthel CR, Rosenkranz B, Leuenberg A, Roulet JF. Pulp capping of carious exposures: treatment outcome after 5 and 10 years: a retrospective study. *J Endod*. 2000 Sep;26(9):525-8. doi: 10.1097/00004770-200009000-00010. PMID: 11199794.
- Bjørndal L, Larsen T, Thylstrup A. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. *Caries Res*. 1997;31(6):411-7. doi: 10.1159/000262431. PMID: 9353579.
- Bjørndal L, Reit C, Bruun G, Markvart M, Kjældgaard M, Näsman P, et al. Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *Eur J Oral Sci*. 2010;118(3):290–7. doi: 10.1111/j.1600-0722.2010.00731.x.
- Buskes JA, de Josselin de Jong E, Christoffersen J, Arends J. Microradiographic study on the demineralization of thick enamel sections: a constant composition study. *Caries Res*. 1987;21(1):15–21. doi: 10.1159/000260997.
- Buzalaf MAR, Pessan JP, Honório HM, Ten Cate JM. Mechanisms of action of fluoride for caries control. *Monogr Oral Sci*. 2011;22:97-114. doi: 10.1159/000325151. Epub 2011 Jun 23. PMID: 21701194.
- Ceballos L, Camejo DG, Fuentes MV, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, et al. Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine. *J Dent*. 2003;31(7):469–77. doi: 10.1016/S0300-5712(03)00088-5.
- da Rosa Rodolpho PA, Donassollo TA, Cenci MS, Loguércio AD, Moraes RR, Bronkhorst EM, et al. 22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. *Dent Mater*. 2011;27(10):955–63. doi:

10.1016/J.DENTAL.2011.06.001.

da Rosa Rodolpho PA, Rodolfo B, Collares K, Correa MB, Demarco FF, Opdam NJM, et al. Clinical performance of posterior resin composite restorations after up to 33 years. *Dent Mater.* 2022;38(4):680–8. doi: 10.1016/J.DENTAL.2022.02.009.

da Rosa WLO, Lima VP, Moraes RR, Piva E, da Silva AF. Is a calcium hydroxide liner necessary in the treatment of deep caries lesions? A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2019;52(5):588–603. doi: 10.1111/iej.13034.

Daculsi G, LeGeros RZ, Jean A, Kerebel B. Possible physico-chemical processes in human dentin caries. *J Dent Res.* 1987 Aug;66(8):1356-9. doi: 10.1177/00220345870660081401. PMID: 3476605.

Davidson CL. Advances in glass-ionomer cements. *J Appl Oral Sci.* 2006;14 Suppl:3-9. doi: 10.1590/s1678-77572006000700002. PMID: 19089079.

de Carvalho MA, Lazari-Carvalho PC, Polonial IF, de Souza JB, Magne P. Significance of immediate dentin sealing and flowable resin coating reinforcement for unfilled/lightly filled adhesive systems. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33(1):88–98. doi: 10.1111/jerd.12700.

Del’Gaudio Pignataro RR, de Paula Samico R, Campaner LM, Bottino MA, Borges ALS, Tribst JPM. Influence of different fibreglass post geometries on the stress distribution and pull-out bond strength before and after mechanical cycling. *Eur Endod J.* 2021;6(2):170–6. doi: 10.14744/EEJ.2020.95967.

Dorri M, Martinez-Zapata MJ, Walsh T, Marinho VCC, Sheiham A, Zaror C. Atraumatic restorative treatment versus conventional restorative treatment for managing dental caries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;2017(12). doi: 10.1002/14651858.CD008072.pub2.

Ericson D. The concept of minimally invasive dentistry. *Dent Update.* 2007 Jan-Feb;34(1):9-10, 12-4, 17-8. doi: 10.12968/denu.2007.34.1.9. PMID: 17348554.

Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E. *Cárie dentária - fisiopatologia e tratamento.* 3.ed. São Paulo: Santos; 2017.

Ferracane JL. Is the wear of dental composites still a clinical concern? Is there still a need for in vitro wear simulating devices? *Dent Mater.* 2006;22(8):689–92. doi: 10.1016/J.DENTAL.2006.02.005.

Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater.* 2011;27(1):29–38. doi: 10.1016/J.DENTAL.2010.10.020.

Fitzgerald RJ, Keyes PH. Demonstration of the etiologic role of streptococci in

- experimental caries in the hamster. *J Am Dent Assoc.* 1960;61(1):9–19. doi: 10.14219/jada.archive.1960.0138.
- Follak AC, Miotti LL, Lenzi TL, Rocha R de O, Soares FZM. Self-etch approach of universal adhesives as an alternative to minimize bond degradation on sound dentin vs caries-affected dentin over time. *J Adhes Dent.* 2021;23(3):243–52. doi: 10.3290/J.JAD.B1367889.
- Follak AC, Miotti LL, Lenzi TL, Rocha R de O, Soares FZM. The impact of artificially caries-affected dentin on bond strength of multi-mode adhesives. *J Conserv Dent.* 2018;21(2):136. doi: 10.4103/JCD.JCD_234_17.
- Giacaman RA, Muñoz-Sandoval C, Neuhaus KW, Fontana M, Chalas R. Evidence-based strategies for the minimally invasive treatment of carious lesions: Review of the literature. *Adv Clin Exp Med.* 2018;27(7):1009–16. doi: 10.17219/acem/77022.
- Gomes KGF, Faria NS, Neto WR, Colucci V, Gomes EA. Influence of laser irradiation on the push-out bond strength between a glass fiber post and root dentin. *J Prosthet Dent.* 2018;119(1):97–102. doi: 10.1016/J.PROSDENT.2017.01.013.
- Hamilton IR. Biochemical effects of fluoride on oral bacteria. *J Dent Res.* 1990 Feb;69 Spec No:660-7; discussion 682-3. doi: 10.1177/00220345900690S128. PMID: 2179327.
- Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, et al. Bonding effectiveness of a new “multi-mode” adhesive to enamel and dentine. *J Dent.* 2012;40(6):475–84. doi: 10.1016/J.JDENT.2012.02.012.
- Hilton TJ. Keys to clinical success with pulp capping: a review of the literature. *Oper Dent.* 2009 Sep-Oct;34(5):615-25. doi: 10.2341/09-132-0. PMID: 19830978; PMCID: PMC2856472.
- Hoefler V, Nagaoka H, Miller CS. Long-term survival and vitality outcomes of permanent teeth following deep caries treatment with step-wise and partial-caries-removal: A Systematic Review. *J Dent.* 2016;54:25–32. doi: 10.1016/j.jdent.2016.09.009.
- Huang X, Li L, Huang C, Du X. Effect of ethanol-wet bonding with hydrophobic adhesive on caries-affected dentine. *Eur J Oral Sci.* 2011;119(4):310–5. doi: 10.1111/J.1600-0722.2011.00830.X.
- Humphrey SP, Williamson RT. A review of saliva: normal composition, flow, and function. *J Prosthet Dent.* 2001 Feb;85(2):162-9. doi: 10.1067/mpr.2001.113778. PMID: 11208206.
- Innes NPT, Chu CH, Fontana M, Lo ECM, Thomson WM, Uribe S, et al. A century of

change towards prevention and minimal intervention in cariology. *J Dent Res*. 2019;98(6):611–7. doi: 10.1177/0022034519837252.

Innes NPT, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, et al. Managing carious lesions: consensus recommendations on terminology. *Adv Dent Res*. 2016;28(2):49–57. doi: 10.1177/0022034516639276.

Innes NPT, Schwendicke F. Restorative thresholds for carious lesions: systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*. 2017;96(5):501–8. doi: 10.1177/0022034517693605.

Isolan C, Sarkis-Onofre R, Moraes RR. Bonding to sound and caries-affected dentin: a systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent*. 2018;20(1):e55. doi: 10.3290/J.JAD.A39775.

Joves GJ, Inoue G, Nakashima S, Sadr A, Nikaido T, Tagami J. Mineral density, morphology and bond strength of natural versus artificial caries-affected dentin. *Dent Mater J*. 2013;32(1):138–43. doi: 10.4012/DMJ.2012-243.

Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dent Res J (Isfahan)*. 2013 Jul;10(4):411-20. PMID: 24130573; PMCID: PMC3793401.

Kidd EA. How 'clean' must a cavity be before restoration? *Caries Res*. 2004 May-Jun;38(3):305-13. doi: 10.1159/000077770. PMID: 15153704.

Krasse B, Jordan HV, Edwardsson S, Svensson I, Trelle L. The occurrence of certain "caries-inducing" streptococci in human dental plaque material with special reference to frequency and activity of caries. *Arch Oral Biol*. 1968 Aug;13(8):911-8. doi: 10.1016/0003-9969(68)90006-x. PMID: 5250208.

Leinfelder KF. Indirect posterior composite resins. *Compend Contin Educ Dent*. 2005 Jul;26(7):495-503; quiz 504, 527. PMID: 16060379.

Liebenberg WH. Partial coverage indirect tooth-colored restorations: steps to clinical success. *Am J Dent*. 1999;12(4):201–9.

Magne P, Kim TH, Cascione D, Donovan TE. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *J Prosthet Dent*. 2005;94(6):511–9. doi: 10.1016/J.PROSDENT.2005.10.010.

Magne P, So WS, Cascione D. Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *J Prosthet Dent*. 2007 Sep;98(3):166-74. doi: 10.1016/S0022-3913(07)60052-3. PMID: 17854617.

Marquezan M, Corrêa FNP, Sanabe ME, Rodrigues Filho LE, Hebling J, Guedes-

Pinto AC, et al. Artificial methods of dentine caries induction: A hardness and morphological comparative study. *Arch Oral Biol.* 2009;54(12):1111–7. doi: 10.1016/J.ARCHORALBIO.2009.09.007.

Marshall GW, Habelitz S, Gallagher R, Balooch M, Balooch G, Marshall SJ. Nanomechanical properties of hydrated carious human dentin. *J Dent Res.* 2001;80(8):1768–71. doi: 10.1177/00220345010800081701.

Mertz-Fairhurst EJ, Curtis JW, Ergle JW, Rueggeberg FA, Adair SM. Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: results at year 10. *J Am Dent Assoc.* 1998;129(1):55–66. doi: 10.14219/JADA.ARCHIVE.1998.0022.

Montag R, Dietz W, Nietzsche S, Lang T, Weich K, Sigusch BW, et al. Clinical and micromorphologic 29-year results of posterior composite restorations. *J Dent Res.* 2018;97(13):1431–7. doi: 10.1177/0022034518788798.

Moraes RR, Cenci MS, Moura JR, Demarco FF, Loomans B, Opdam N. Clinical performance of resin composite restorations. *Curr Oral Health Rep.* 2022;9(2):22–31. doi: 10.1007/s40496-022-00308-x.

Moreira JC. Possíveis limitadores da prática de remoção seletiva do tecido cariado no dia a dia de cirurgiões-dentistas [dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2022.

Nakajima M, Kitasako Y, Okuda M, Foxton RM, Tagami J. Elemental distributions and microtensile bond strength of the adhesive interface to normal and caries-affected dentin. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2005;72(2):268–75. doi: 10.1002/JBM.B.30149.

Nakajima M, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *J Dent Res.* 1995;74(10):1679–88. doi: 10.1177/00220345950740100901.

Nicoloso GF, Antoniazzi BF, Lenzi TL, Soares FZM, Rocha RO. The bonding performance of a universal adhesive to artificially-created caries-affected dentin. *J Adhes Dent.* 2017;19(4):317-321. doi: 10.3290/j.jad.a38890. PMID: 28849797.

Nikaido T, Tagami J, Yatani H, Ohkubo C, Nihei T, Koizumi H, et al. Concept and clinical application of the resin-coating technique for indirect restorations. *Dent Mater J.* 2018;37(2):192–6. doi: 10.4012/dmj.2017-253.

Nissan R, Segal H, Pashley D, Stevens R, Trowbridge H. Ability of bacterial endotoxin to diffuse through human dentin. *J Endod.* 1995 Feb;21(2):62-4. doi: 10.1016/S0099-2399(06)81096-4. PMID: 7714438.

Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding

studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(5):514–9. doi: 10.1016/S0889-5406(98)70171-4.

Ogawa K, Yamashita Y, Ichijo T, Fusayama T. The ultrastructure and hardness of the transparent layer of human carious dentin. *J Dent Res.* 1983;62(1):7–10. doi: 10.1177/00220345830620011701.

Pallesen U, van Dijken JW. A randomized controlled 27 years follow up of three resin composites in Class II restorations. *J Dent.* 2015a Dec;43(12):1547-58. doi: 10.1016/j.jdent.2015.09.003. Epub 2015 Sep 9. PMID: 26363442.

Pallesen U, van Dijken JW. A randomized controlled 30 years follow up of three conventional resin composites in Class II restorations. *Dent Mater.* 2015b Oct;31(10):1232-44. doi: 10.1016/j.dental.2015.08.146. Epub 2015 Aug 29. PMID: 26321155.

Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater.* 2011;27(1):1–16. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.016.

Pashley EL, Tao L, Mackert JR, Pashley DH. Comparison of in vivo vs. in vitro bonding of composite resin to the dentin of canine teeth. *J Dent Res.* 1988;67(2):467–70. doi: 10.1177/00220345880670020601.

Perdigão J. Dentin bonding—Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.* 2010;26(2):e24–37. doi: 10.1016/J.DENTAL.2009.11.149.

Pereira JT, Knorst JK, Ardenghi TM, Piva F, Imparato JCP, Olegário IC, et al. Pulp vitality and longevity of adhesive restorations are not affected by selective carious removal: a multicenter clinical trial. *Caries Res.* 2021;55(1):55–62. doi: 10.1159/000510698.

Qanungo A, Aras MA, Chitre V, Mysore A, Amin B, Daswani SR. Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations. *J Prosthodont Res.* 2016;60(4):240–9. doi: 10.1016/j.jpor.2016.04.001.

Ricci WA, Alfano P, Pamato S, Cruz CADS, Pereira JR. Mechanical degradation of different classes of composite resins aged in water, air, and oil. *Biomed Res Int.* 2019 Jan 9;2019:7410759. doi: 10.1155/2019/7410759. PMID: 30729129; PMCID: PMC6343152.

Ricketts D, Innes N, Schwendicke F. Selective removal of carious tissue. *Monogr Oral Sci.* 2018;27:82–91. doi: 10.1159/000487838.

Ricketts D, Lamont T, Innes NP, Kidd E, Clarkson JE. Operative caries management

in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;2013(3). doi: 10.1002/14651858.CD003808.pub3.

Rocca GT, Gregor L, Sandoval MJ, Krejci I, Dietschi D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation after occlusal stressing of indirect class II composite restorations with different resinous bases and interface treatments. "post-fatigue adaptation of indirect composite restorations". *Clin Oral Investig.* 2012 Oct;16(5):1385-93. doi: 10.1007/s00784-011-0632-x. Epub 2011 Nov 9. PMID: 22065245.

Schwendicke F, Dörfer CE, Paris S. Incomplete caries removal: A systematic review and meta-analysis. *J Dent Res.* 2013;92(4):306–14. doi: 10.1177/0022034513477425.

Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, et al. Managing carious lesions: consensus recommendations on carious tissue removal. *Adv Dent Res.* 2016 May;28(2):58-67. doi: 10.1177/0022034516639271. PMID: 27099358.

Schwendicke F. Contemporary concepts in carious tissue removal: A review. *J Esthet Restor Dent.* 2017;29(6):403–8. doi: 10.1111/jerd.12338.

Sirisha K, Rambabu T, Ravishankar Y, Ravikumar P. Validity of bond strength tests: A critical review-Part II. *J Conserv Dent.* 2014;17(5):420–6. doi: 10.4103/0972-0707.139823.

Spreafico RC, Krejci I, Dietschi D. Clinical performance and marginal adaptation of class II direct and semidirect composite restorations over 3.5 years in vivo. *J Dent.* 2005;33(6):499–507. doi: 10.1016/J.JDENT.2004.11.009.

Stanley HR, Pereira JC, Spiegel E, Broom C, Schultz M. The detection and prevalence of reactive and physiologic sclerotic dentin, reparative dentin and dead tracts beneath various types of dental lesions according to tooth surface and age. *J Oral Pathol.* 1983 Aug;12(4):257-89. doi: 10.1111/j.1600-0714.1983.tb00338.x. PMID: 6193259.

Takahashi R, Nikaido T, Ariyoshi M, Kitayama S, Sadr A, Foxton RM, et al. Thin resin coating by dual-application of all-in-one adhesives improves dentin bond strength of resin cements for indirect restorations. *Dent Mater J.* 2010;29(5):615–22. doi: 10.4012/dmj.2009-110.

Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Wear and surface roughness of current prosthetic composites after toothbrush/dentifrice abrasion. *J Prosthet Dent.* 2000 Jul;84(1):93-7. doi: 10.1067/mp.1999.107560. PMID: 10898845.

Terry DA, Touati B. Clinical considerations for aesthetic laboratory-fabricated

inlay/onlay restorations: a review. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2001 Jan-Feb;13(1):51-8; quiz 60. PMID: 11301531.

Thompson V, Craig RG, Curro FA, Green WS, Ship JA. Treatment of deep carious lesions by complete excavation or partial removal: a critical review. *J Am Dent Assoc*. 2008 Jun;139(6):705-12. doi: 10.14219/jada.archive.2008.0252. PMID: 18519994; PMCID: PMC2692285.

Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry--a review. FDI Commission Project 1-97. *Int Dent J*. 2000;50(1):1-12. doi: 10.1111/J.1875-595X.2000.TB00540.X.

Van 't Hof MA, Frencken JE, Van Palenstein Helderma WH, Holmgren CJ. The atraumatic restorative treatment (ART) approach for managing dental caries: a meta-analysis. *Int Dent J*. 2006;56(6):345-51. doi: 10.1111/J.1875-595X.2006.TB00339.X.

Van Dijken JWV. Direct resin composite inlays/onlays: an 11 year follow-up. *J Dent*. 2000;28(5):299-306. doi: 10.1016/S0300-5712(00)00010-5.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003;28(3):215-35.

Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater*. 2010 Feb;26(2):e100-21. doi: 10.1016/j.dental.2009.11.148. Epub 2009 Dec 16. PMID: 20006379.

Vetromilla BM, Opdam NJ, Leida FL, Sarkis-Onofre R, Demarco FF, van der Loo MPJ, et al. Treatment options for large posterior restorations: a systematic review and network meta-analysis. *J Am Dent Assoc*. 2020;151(8):614-624.e18. doi: 10.1016/J.ADAJ.2020.05.006.

Wang L, D'Alpino PH, Lopes LG, Pereira JC. Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. *J Appl Oral Sci*. 2003 Sep;11(3):162-7. doi: 10.1590/s1678-77572003000300002. PMID: 21394387.

Wang Y, Spencer P, Walker MP. Chemical profile of adhesive/caries-affected dentin interfaces using Raman microspectroscopy. *J Biomed Mater Res A*. 2007;81(2):279-86. doi: 10.1002/JBM.A.30981.

World Dental Federation F. FDI policy statement on Minimal intervention Dentistry (MID) for managing dental caries. *Int Dent J*. 2017;67(1):6-7. doi: 10.1111/IDJ.12308.