



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

TATIANA CURSINO PEREIRA

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO ENTRE CERÂMICA E DENTINA
DESMINERALIZADA, SIMULANDO REMOÇÃO SELETIVA DE
DENTINA CARIADA**

2023

TATIANA CURSINO PEREIRA

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO ENTRE CERÂMICA E DENTINA
DESMINERALIZADA, SIMULANDO REMOÇÃO SELETIVA DE DENTINA
CARIADA**

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: Odontologia Minimamente Invasiva.

Orientador: Prof. Assoc. 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).

Pereira, Tatiana Cursino

Resistência de união entre cerâmica e dentina desmineralizada, simulando remoção seletiva de dentina cariada / Tatiana Cursino Pereira. - São José dos Campos : [s.n.], 2023.
55 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. Restauração indireta. 2. Restauração em cerâmica. 3. Remoção de tecido cariado. 4. Dentina amolecida. 5. Remoção seletiva de tecido cariado. 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.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Bresciani (Orientador)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof. Dr. Guilherme de Siqueira Ferreira Anzaloni Saavedra

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Profa. Dra. Ingrid Fernandes Mathias Santamaria

University of Maryland

Division of Operative Dentistry

São José dos Campos, 10 de fevereiro de 2023.

DEDICATÓRIA

Dedico esta Dissertação de Mestrado à minha **família** e a **Deus**.

Aos que já não estão mais nesta dimensão, mas me inspiram a seguir em frente e honrar seus esforços.

A minha madrinha, Suzana, e ao meu padrinho, Orlando, por sempre torcerem genuinamente por mim.

Ao meu pai Ariosto, minha mãe Walkyria e minha irmã Maiara, por me suportarem todos os dias, incondicionalmente. Com eles pude conhecer a maior fonte de amor e força do mundo. Essa conquista é nossa!

A Deus, por me abençoar com tanta bondade diariamente e tornar tudo que almejo possível.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp, na pessoa da diretora do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos, Profa Assoc. Rebeca Di Nicoló e do vice-diretor Prof. Assoc. Cláudio Antonio Talge Carvalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Aplicadas à Saúde Bucal, na pessoa de coordenador Prof. Adj Alexandre Luiz Souto Borges.

Aos docentes do Programa de Pós-graduação em Ciências Aplicadas à Saúde Bucal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da Bolsa de Mestrado.

Ao Prof. Assoc. Eduardo Bresciani, pelos ensinamentos tanto técnicos, como de vida. Foi um grande privilégio usufruir da sua sabedoria e atenção nestes últimos anos. Obrigada por me conduzir com tanta leveza e amparo. Minha eterna admiração ao senhor!

Aos alunos de Iniciação Científica, Francisco Assis e Igor Emanuel, pelo auxílio no desenvolvimento da pesquisa. Orgulho e gratidão pelo comprometimento e pelo que conquistamos como time.

Aos meus colegas do curso de pós-graduação. Em especial a minha dupla, Victor Ruano, por partilharmos tantos momentos de crescimento pessoal e profissional nessa jornada. E a Sabrina Moecke, pela amizade criada e cultivada com tanto carinho e companheirismo durante o curso.

Às profissionais do Departamento de Odontologia Restauradora, Josi, Evelyn, Lili. Obrigada pela disposição em ajudar, sempre com boa vontade, e pelas boas risadas e conversas.

Ao Prof. Guilherme Saavedra, membro da banca examinadora, por impactar de forma tão positiva em minha trajetória acadêmica e de vida. Obrigada por acreditar em mim. O senhor é uma grande fonte de inspiração para mim, professor!

À Prof. Ingrid Santamaria, a qual tenho o prazer de tê-la como membro da banca examinadora. Agradeço o aceite do convite e sua colaboração para o meu desenvolvimento profissional.

Ao Prof. Diogo Viegas, por fazer parte de um importante capítulo na minha trajetória pessoal e profissional. Valeu a pena todo o esforço e trabalho em equipe. Guardo as lembranças de Lisboa com imenso carinho.

À minha família, reitero minha gratidão por me alicerçarem até aqui. Devo tudo a vocês.

À Deus, que me surpreende e me abençoa com uma vida melhor do que eu sou capaz de sonhar.

*“Mas é preciso ter manha, é preciso ter graça
É preciso ter sonho sempre
Quem traz na pele essa marca
Possui a estranha mania de ter fé na vida”
Maria, Maria - Milton Nascimento.*

RESUMO

Pereira TC. Resistência de união entre cerâmica e dentina desmineralizada, simulando remoção seletiva de dentina cariada [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 como simulação da remoção seletiva de dentina cariada. Foram utilizados 40 dentes, os quais as superfícies foram planificadas até que a dentina fosse exposta. Os dentes foram divididos em quatro grupos: o primeiro é formado por dentes com dentina sadia, o segundo por aqueles que passaram pelo protocolo de desmineralização de sua dentina. O terceiro grupo de espécimes, além de receberem a desmineralização de sua dentina, receberam selamento da dentina com resina fluida. E o quarto grupo recebeu camada de cimento de ionômero de vidro (CIV) sobre a dentina desmineralizada. Em seguida, peças em dissilicato de lítio foram cimentadas individualmente na região condicionada de cada amostra. O adesivo utilizado foi o autocondicionante (Single Bond Universal; 3M), com duas aplicações ativas. O cimento usado foi o RelyX Ultimate (3M). As peças foram cimentadas e a força de cimentação foi padronizada. Somente após a cimentação, o conjunto recebeu fotoativação com aparelho Bluephase (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), com emitância de 1200 mW/cm², por 60 segundos em cada lado. Após 48 horas da cimentação, os espécimes foram submetidos aos testes mecânicos de tração, com velocidade de 1 mm/min. A análise do tipo de fratura foi realizada por estereomicroscopia. Os dados foram convertidos em MPa. Os grupos controle, desmineralizado e SDI não apresentaram diferenças estatísticas significativas. O grupo do CIV apresentou diferenças estatísticas em relação aos grupos com dentina desmineralizada e que recebeu a resina flow, porém não foi observada diferenças estatisticamente significantes entre os valores do grupo controle e que recebeu CIV.

Palavras-chave: restauração indireta; restauração em cerâmica; remoção de tecido cariado; dentina amolecida; dentina afetada por cárie; remoção seletiva de tecido cariado.

ABSTRACT

Pereira TC. Bond strength between ceramic and demineralized dentin, simulating selective removal of carious 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 as a simulation of selective removal of decayed dentin. 40 teeth were used, whose surfaces were flattened until the dentin was exposed. The teeth were divided into four groups: the first is formed by teeth with healthy dentin, the second by those who have gone through the protocol of demineralization of their dentin. The third group of specimens, in addition to receiving demineralization of their dentin, received dentin sealing with fluid resin. And the fourth group received a layer of glass ionomer cement over the demineralized dentin. Then, pieces of lithium disilicate were cemented individually in the conditioned region of each sample. The adhesive used was self-etching (Single Bond Universal; 3M), with two active applications. The cement used was RelyX Ultimate (3M). The pieces were cemented, and the cement strength was standardized. Only after cementation, the set received photoactivation with a Bluephase device (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), with an emittance of 1200 mW/cm², for 60 seconds on each side. After 48 hours of cementation, the specimens were submitted to mechanical tensile tests with a speed of 1 mm/min. An analysis of the type of fracture was performed by stereomicroscopy. The data was converted to MPa. The control, demineralized and IDS groups did not show statistically significant differences. The GIC group showed statistical differences in relation to the groups with demineralized dentin and the one that received the flow resin. However, no statistically significant differences were observed between the values of the control group and the GIC one.

Keywords: indirect restoration; ceramic restoration; removal of decayed tissue; softened dentin; dentin affected by caries; selective removal of decayed tissue.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Diferenças entre restaurações diretas e indiretas	14
2.2 O manejo das lesões de cárie	17
2.3 Adesão a diferentes substratos	20
3 PROPOSIÇÃO	25
4 MATERIAL E METODOS	26
4.1 Preparo dos dentes	26
4.2 Desmineralização da dentina	28
4.3 Caracterização da dureza	29
4.4 Preparo das peças cerâmicas	29
4.5 Procedimentos adesivos	31
4.5.1 Procedimentos prévios	31
4.5.2 Protocolo de adesão	32
4.6 Análise de Fratura	35
4.7 Análise Estatística	37
4.8 Hipóteses de Nulidade	37
5 RESULTADOS	38
6 DISCUSSÃO	40
7 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A partir do melhor entendimento do processo de evolução da doença cárie, novas técnicas e materiais restauradores surgiram. Muitos deles, advindos dos princípios da Odontologia Minimamente Invasiva (Handelman et al., 1976; Innes et al., 2019; Marsh, 2006; 2019; Opal et al., 2014). A Remoção Seletiva de Dentina Cariada surgiu com o intuito de preservar uma maior quantidade de tecido dental sadio, manter a condição vital da polpa e evitar possível fragilização e diminuição do tempo de vida do dente (Banerjee et al., 2017; Schwendicke et al., 2013). Técnicas mais invasivas onde a remoção do tecido cariado é feita de maneira completa cooperam para o “espiral restaurador”. Nele, a cada retratamento, há aumento do desgaste dentário, o que pode gerar a perda do órgão ao invés da cura da doença (Innes et al., 2019; Schwendicke, 2017). Atualmente, sabe-se que bactérias cariogênicas necessitam do suprimento de carboidratos oriundos da dieta humana, rica em sacarose, para se proliferarem e a lesão de cárie progredir. E, quando as restaurações são devidamente seladas, bactérias do meio externo não têm capacidade de provocar progressão da lesão. Tais fatores foram essenciais para o desenvolvimento de estratégias restauradoras menos invasivas e benéficas à saúde dental (Banerjee et al., 2017; da Rosa et al., 2018; Innes et al., 2019; Schwendicke et al., 2016).

A técnica de remoção seletiva de tecido cariado preconiza que parte do tecido cariado seja mantido, sem que o sucesso restaurador seja reduzido (Casagrande et al., 2010; Oliveira et al., 2006; Thompson et al., 2008). No entanto, a estratégia conservadora apresenta obstáculos a serem superados. Estudos mostram que restaurações diretas executadas com remoção seletiva de tecido cariado possuem sua força de adesão reduzida se comparada àquelas realizadas em dentina sadia. A dentina cariada com consistência firme é considerada um substrato desafiador para adesão, independentemente do método adesivo a ser utilizado. Em contrapartida, demais pesquisas relatam a redução da força de união da dentina com a restauração no decorrer do tempo, independentemente do tipo de dentina. Trabalhos mostraram que o fenômeno ocorre devido a degradação do adesivo pelas enzimas de colágeno (Isolan et al., 2018; Tjäderhane et al., 2019). Ademais, evidências clínicas demonstram que uma vez mantida maior área de tecido sadio, a adesão total não é prejudicada (Schwendicke et al., 2016).

Pode-se observar a escassez de estudos que analisem a qualidade da força de união de restaurações indiretas executadas sobre dentina afetada por cárie. E, adicionalmente, os estudos disponíveis são de difícil correlação clínica. Um estudo in vitro produzido por Zhengxi et al. (2019), comparou a adesividade de cerâmicas em espécimes planificados cimentados por diferentes métodos adesivos, em dentina sadia e em dentina afetada por cárie. Submetidas ao teste de cisalhamento, e comparando os grupos dentro do mesmo método adesivo, o grupo de dentina sadia apresentou o melhor desempenho.

A Odontologia moderna é baseada em procedimentos adesivos e conservadores, onde a preservação do tecido dental é uma prioridade. No entanto, atualmente observa-se que o modo de preparo e execução de restaurações indiretas continua sendo um procedimento onde há desgaste de tecido sadio e remoção total de tecido cariado, devido às propriedades mecânicas que restaurações indiretas demandam (Veneziani, 2017). Tal fato pode justificar a escolha dos cirurgiões-dentistas por tratamentos com técnica direta e/ou mais invasivos quando do caso de indiretas. Ademais, outros fatores que contribuem para a escolha de condutas mais invasivas que removem estruturas sadias podem ser, o maior tempo e maior custo do tratamento indireto em comparação com o direto, associados à possível falha do tratamento em caso de remoção seletiva da dentina cariada. Assim, com o intuito de oferecer maior segurança aos profissionais no momento de decisão da técnica restauradora, estudos que analisem a força de união de restaurações indiretas realizadas sobre preparos que receberam remoção seletiva de dentina cariada se fazem necessários. Portanto, o presente estudo tem como objetivo a análise da resistência de união de restaurações indiretas cimentadas em dentes apresentando dentina desmineralizada artificialmente simulando remoção seletiva de dentina cariada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Diferenças entre restaurações diretas e indiretas

A restauração de uma cavidade se faz necessária quando a dissolução do esmalte e da dentina leva à cavitação e a superfície em questão não é mais passível de higienização. Assim, há o aumento do acúmulo de biofilme na região e o crescimento de bactérias cariogênicas é favorecido (Fejerskov et al., 2015; Innes et al., 2015). Para a devolução da forma, função e estética da região acometida, são realizadas restaurações ou de forma direta ou indireta. O desenvolvimento dos procedimentos adesivos na odontologia moderna levou a uma importante mudança de comportamento dos cirurgiões-dentistas. A evolução dos materiais restauradores e dos sistemas adesivos influenciaram no tratamento de dentes posteriores (Nathanson, 1991; Veneziani, 2017). A odontologia moderna oferece diversas soluções restauradoras com variadas abordagens e materiais. O advento da técnica adesiva e sua previsibilidade alterou profundamente o cenário clínico, modificando alguns princípios fundamentais da odontologia clássica. O uso da adesão na odontologia restauradora possui vantagens inquestionáveis, como a maior conservação dos tecidos dentários e manutenção do selamento (Ferraris, 2017).

Ao se realizar a escolha de um tratamento, alguns fatores são considerados, como, seu custo, o quão invasivo o procedimento é e a simplicidade da técnica para realizá-lo. A técnica direta é tradicionalmente indicada para cavidades de tamanho pequeno a médio, das classes I e II, e que apresentem remanescente de esmalte (Veneziani, 2017). Diversos estudos avaliaram restaurações diretas à longo prazo em que se observou resultados favoráveis quanto à performance clínica (Deliperi, Bardwell, 2006; Pallesen, Qvist, 2003; Spreafico et al., 2005), capazes de alcançar altos níveis de previsibilidade e reprodutibilidade, sendo considerada uma alternativa conservadora à técnica indireta (Deliperi, Bardwell, 2006). Porém, a realização da técnica direta em dentes que sofreram perda significativa de tecido dentário, apresenta uma série de complicações clínicas: contração de polimerização, possível sensibilidade pós-operatória, sensibilidade da técnica, dificuldade na reprodução da

morfologia oclusal, pontos de contato e adesão à dentina (Magne et al., 1996; Veneziani, 2017).

Atualmente, restaurações indiretas adesivas são indicadas em casos de classe II extensa onde há recobrimento de uma cúspide ou mais, e restaurações com grande parte da oclusal comprometida por desgaste e/ou erosão (Veneziani, 2017). As vantagens destas restaurações em comparação à técnica direta consistem na possibilidade de executar uma anatomia oclusal ideal, com excelente controle da confecção dos pontos de contato e perfil de emergência, além da possibilidade de avaliar a oclusão por meio da montagem em articulador. Adicionalmente, esta técnica minimiza a contração de polimerização, melhorando o selamento marginal. Restaurações indiretas podem ser confeccionadas com cerâmica, como o dissilicato de lítio, o qual apresenta excelentes propriedades mecânicas e estéticas (Dietschi et al., 1994; Veneziani, 2017), boa performance clínica e menor necessidade de reparos ou substituições (Collares et al., 2018; Skupien et al., 2016; Vetromilla et al., 2020).

Como desvantagens, as restaurações indiretas possuem custos mais elevados e demandam maior tempo de atendimento clínico. O método analógico de produção de restaurações indiretas normalmente envolve mais de um profissional no processo e o resultado da peça depende da comunicação entre o dentista e o protético. Dessa forma, retrabalhos e reajustes são bastante comuns e podem gerar prejuízo e insatisfação, tanto para o paciente quanto para o dentista (Bottino et al., 2009). Frente a estes desafios, os dentistas costumam optar por protocolos clínicos que lhe garantam o sucesso do tratamento, ou seja, ofereçam boa retenção e adesão da restauração. Dentre esses protocolos ressalta-se, a completa remoção de tecido cariado e obtenção de um substrato favorável para a adesão. Outro ponto importante é a presença de uma boa margem de tecido de esmalte remanescente, visto que este se mantém sendo a estrutura de maior estabilidade e confiabilidade para o processo adesivo (Ferraris, 2017).

Veneziani (2017), explica em seus estudos que o preparo de cavidades tradicionais se originou de preparos para restaurações indiretas não-adesivas. Sendo caracterizados com um design retentivo, com a presença de ombros, slots oclusais, entre outras características que poderiam ocasionar a perda de estrutura dentinária. Além disso, a conformação tradicional do preparo das cavidades não é a mais indicada para a realização de cimentação de restaurações indiretas. A presença de ombros e

istmos oclusais podem levar a um grau de conversão inadequado do cimento resinoso. Assim, o autor desenvolveu um novo design de preparo de cavidades, nomeado como “*Morphology Driven Preparation Technique*”. À princípio, o objetivo é minimizar a perda de estrutura dentária sadia por meio da redução de área de dentina exposta. Portanto, uma nova classificação de restaurações foi desenvolvida baseada nesse conceito. Os novos preparos visam preservar o máximo de tecido dentário sadio e auxiliar no estabelecimento de novos limites entre a prática conservadora e a área da prótese dentária, modificando o planejamento de casos de reabilitação posterior. Segundo Veneziani (2017), a odontologia restauradora moderna é adesiva. O espírito conservador deve permanecer e ser prioridade, com o intuito de preservar não apenas tecido dentário, mas também a polpa e o periodonto. Apesar desta atualização no método de confecção de restaurações indiretas, estudos como este, de Veneziani (2017), que revisem as propriedades biológicas e mecânicas de restaurações indiretas e adequem sua forma de execução são raros.

O sucesso de um tratamento é comumente medido por sua longevidade. Estudos que comparem a longevidade de restaurações feitas pela técnica direta e indireta ainda apresentam resultados que abrem espaço para questionamentos quanto ao uso de técnicas mais conservadoras. Enquanto alguns autores defendem que as restaurações diretas em resina composta não apresentam diferença significativa na longevidade da restauração (da Veiga et al., 2016), outros acreditam que as restaurações indiretas (como coroas totais) possuam maior longevidade quando comparadas a restaurações diretas (Vetromilla et al., 2020). Tais divergências geram debates pelos profissionais e certas inseguranças dentro da prática clínica (de Almeida et al., 2011).

Abordagens menos invasivas vêm sendo praticadas no tratamento de dentes decíduos. Convencionalmente, o preparo de dentes decíduos para receber coroas protéticas requer a remoção total do tecido cariado. No entanto, a nova abordagem, nomeada de “*Hall Technique*” consiste na ausência de remoção do tecido cariado, assim como do preparo do dente. A peça protética é adaptada ao dente e assim a lesão é selada (Innes et al., 2015; Kindelan et al., 2008; Seale et al., 2015). Segundo Frencken (2014), entende-se que coroas protéticas possuam maior durabilidade do que restaurações diretas. A carga oclusal que restaurações com várias faces acometidas têm de enfrentar podem levar a falha prematura da restauração.

Convencionalmente, o preparo de dentes decíduos para receber coroas protéticas requer a remoção total do tecido cariado. No entanto, este método utiliza coroas pré-fabricadas em metal, sendo recomendado nos documentos de diretrizes da Associação Americana de Odontopediatria e da Sociedade Britânica de Odontopediatria como tratamento de escolha para cavidades extensas, assim como para dentes que apresentem defeitos de desenvolvimento. Não há estudos que comparem a “*Hall Technique*” à coroas convencionais. Portanto, apesar das coroas demonstrarem melhor performance clínica do que materiais diretos, não é possível dizer se as coroas devem ser realizadas de forma convencional ou de forma menos invasiva. Esta é uma pergunta importante em termos de melhor resultado clínico (Innes et al., 2015).

2.2 O manejo das lesões de cárie

O manejo tradicional da cárie consiste na remoção de todo o tecido cariado até que se encontre estrutura mineralizada de boa qualidade (Hoeffler et al., 2016; Thompson et al., 2008). Casos de lesão profunda de cárie são um desafio para o clínico. Além da complexidade da técnica da remoção de tecido comprometido em lesões extensas, esses procedimentos podem gerar a exposição da polpa e a perda da vitalidade pulpar, o que implica na necessidade de procedimentos restauradores mais invasivos e complexos (Ricketts et al., 2013; Ricketts et al., 2018; Schwendicke et al., 2016). Expor a polpa durante a remoção do tecido cariado introduz bactérias que comprometem a manutenção e vitalidade pulpar ao longo do tempo (Barthel et al., 2000; Bjørndal et al., 2010; Fitzgerald, Heys, 1991). No entanto, conceitos modernos quanto à doença cárie, suas formas de prevenção e etiologia oferecem opções de tratamentos mais conservadores em conjunto à filosofia da mínima intervenção (Ericson, 2007; Innes et al., 2016; Pereira et al., 2020). Atualmente, uma vez que lesões profundas de cárie são encontradas, a remoção completa do tecido cariado não é indicada (Ricketts et al., 2013; Ricketts et al., 2018; Schwendicke et al., 2016).

Com o intuito de preservar maior estrutura dentária possível e evitar a ocorrência de danos irreversíveis à polpa, técnicas conservadoras têm sido propostas para a remoção da dentina cariada. (Bjørndal et al., 1997; Giacaman et al., 2018; Innes et al., 2016; Schwendicke et al., 2016). Segundo a revisão sistemática publicada por Innes et al. (2016), estudos clínicos confirmaram que a técnica da remoção seletiva da dentina cariada é uma abordagem minimamente invasiva apropriada para tratar lesões próximas a polpa, reduzindo, além do risco de exposição pulpar, possíveis sintomas pós-operatórios quando comparadas com a remoção total do tecido cariado. Adicionalmente, a técnica é mais econômica. Caso o dente possua sinais clínicos e radiográficos de vitalidade e saúde, a remoção da carie deve ser localizada (Hilton, 2009; Hoefler et al., 2016). Ou seja, a remoção seletiva do tecido cariado consiste na remoção de todo o tecido cariado das paredes laterais do preparo. Enquanto a dentina amolecida na parede pulpar deve ser removida até que se encontre a dentina com consistência de couro (Ricketts et al., 2013; Ricketts et al., 2018; Schwendicke et al., 2016).

Tratamentos de dois anos ou mais demonstraram sucesso da restauração e da vitalidade pulpar de dentes onde utilizou-se a técnica da remoção seletiva de tecido cariado (Hoefler et al., 2016). Um outro estudo clínico randomizado controlado demonstrou que a taxa de sucesso de restaurações tratadas com a técnica da remoção seletiva foi de 66%, enquanto os dentes que foram tratados com a remoção total do tecido cariado apresentaram taxa de sucesso de 86%. No entanto, um número maior de exposições pulpares foi observado quando a técnica da remoção completa do tecido comprometido foi executada (Franzon et al., 2015). O estudo clínico randomizado controlado duplo cego multicêntrico publicado por Pereira (2020), avaliou a taxa de sobrevivência de restaurações em resina composta realizadas após as duas técnicas: a remoção total e a seletiva, em dentes decíduos que apresentavam lesões de cárie de extensão moderada durante 33 meses. Após acompanhamento clínico, as duas técnicas apresentaram resultados semelhantes quanto à taxa de sobrevivência, apesar da técnica de remoção total ter gerado mais complicações durante o tratamento (exposição da polpa).

Opdam et al. (2014), em uma revisão sistemática que avaliou a longevidade de restaurações posteriores em resina composta em dentes permanentes, demonstrou um maior risco de falha em restaurações com maior número de faces envolvidas. A

falha mais comum observada neste estudo foi na região da adaptação marginal, seguida da fratura do material e sua retenção, cárie recorrente, manchamento, sensibilidade pós-operatória, não observando diferença entre os grupos das técnicas de remoção total e seletiva.

Apesar dos resultados de sucesso obtidos em estudos, a técnica da remoção seletiva do tecido cariado ainda enfrenta desafios quanto a sua forma de execução. A extensão de até onde a dentina cariada deve ser removida para alcançar o sucesso mecânico e biológico da restauração ainda é um ponto debatido (de Almeida et al., 2011). A definição de em que ponto deve-se parar a remoção da dentina cariada é descrita como quando sente-se a consistência normal de dureza da dentina, utilizando instrumentos manuais. Tal critério é subjetivo e depende da habilidade e experiência do operador. A eliminação da dentina amolecida e a preservação da dentina de consistência firme são pré-requisitos para a efetiva paralisação do processo carioso visando a manutenção da vitalidade pulpar e da restauração (de Almeida et al., 2011; Kidd, 2004).

Frente a estes fatores, pode-se observar profissionais que ainda praticam a técnica de dois passos da remoção do tecido cariado, por exemplo. Esta técnica consiste numa primeira sessão onde parte do tecido é removido e uma restauração provisória é realizada. Após determinado período, de no máximo 12 meses, é feita a reabertura da cavidade para remoção do tecido cariado com consistência mais firme, seguida da restauração permanente do dente (Dommisch et al., 2008). O objetivo desta técnica é facilitar a reação fisiológica do complexo dentino-pulpar, assim como a formação de dentina esclerótica e terciária. No entanto, o principal problema desta técnica é o risco de exposição da polpa no momento da reabertura (Horiguchi et al., 1998; Hosoya et al., 2005). Além disso, o custo do procedimento é aumentado devido a necessidade de uma segunda sessão para finalizar o tratamento (Hosoya et al., 2007). Atualmente sugere-se que a reabertura da cavidade após a remoção seletiva do tecido se faz desnecessária (Inoue et al., 2006).

Na remoção seletiva de dentina cariada deve-se realizar a remoção da dentina de consistência mais firme nas paredes laterais da lesão. Essa remoção deve ser feita gentilmente, sem pressão, com auxílio de instrumentos manuais e rotatórios. A remoção da dentina da parede pulpar deve ser realizada de forma superficial e a restauração final é feita na mesma sessão (de Almeida et al., 2011). Recentemente,

um estudo clínico multicêntrico avaliou a eficácia da remoção seletiva de dentina amolecida em dentes que obtiveram sua restauração na mesma sessão e compararam com tratamentos onde a técnica de dois passos foi utilizada. O resultado do estudo mostrou 91% de sucesso nos casos utilizando a remoção seletiva e restauração definitiva em sessão única, versus 69% de sucesso nos casos da remoção em dois passos (Pereira et al., 2020).

Portanto, apesar da evolução no manejo das lesões cariosas, questionamentos a respeito da técnica da remoção seletiva do tecido cariado ainda são observados. Tanto acerca de sua forma de execução, assim como de sua efetividade no selamento das lesões a longo prazo. Apesar de estudos estarem sendo realizados na área, é interessante que haja um maior número de trabalhos que evidenciem qual técnica é mais efetiva no manejo de lesões profundas de cárie e qual a melhor maneira de realizá-la (Kidd et al., 1996; Schwendicke et al., 2013).

2.3 Adesão a diferentes substratos

Um dos principais fatores que influenciam no sucesso da restauração é a efetividade do processo adesivo. A qualidade e quantidade de tecido remanescente, o padrão mastigatório do paciente e a morfologia do preparo do dente podem interferir na durabilidade do procedimento. As características morfológicas e estruturais dos substratos dentários envolvidos na adesão também possuem um papel importante na performance das restaurações dentárias (Isolan et al., 2018; Pashley et al., 2011). Além destes fatores, os materiais e a técnica utilizada no processo adesivo também influenciam na chance de se obter sucesso clínico a longo prazo. Abordagens modernas tentam simplificar a técnica adesiva e minimizar as dificuldades da adesão à dentina, a qual é considerada uma estrutura desafiadora (Pashley et al., 2011). Apesar do progresso na tecnologia dos sistemas adesivos, há uma limitação importante relacionada à degradação da interface adesiva a longo prazo.

Estudos in vivo e in vitro observaram redução significativa na força de união tanto a curto como a longo prazo de restaurações em resina composta, onde a

efetividade da adesão foi afetada. E, conseqüentemente, sua longevidade e performance clínica foram comprometidas (Pintado-Palomino et al., 2019). Estudos in vitro geralmente utilizam dentina sadia como substrato para a adesão. Mas é sabido, no entanto, que a dentina de consistência firme é o substrato mais frequentemente encontrado na prática clínica, sendo um substrato relevante para estudo. Muito do entendimento da adesão ao tecido dentário foi estudado em laboratório, com tecido sadio. Mudanças ocasionadas pelo processo carioso, como a perda do conteúdo mineral, aumento das porosidades da dentina intertubular, dissolução dos cristais de apatita, degradação colágena por bactérias e enzimas podem impactar negativamente na performance de adesivos aplicados a este substrato (Arrais et al., 2004; Daculsi et al., 1987; Marshall et al., 2001; Nakajima et al., 2005; Nikaido et al., 2002; Ogawa et al., 1983). Levando em conta que o substrato utilizado nos estudos costuma ser menos desafiador para adesão do que os substratos encontrados na clínica, deve-se assumir que a performance dos adesivos atuais é superestimada (Isolan et al., 2018).

No geral, a presença de dentina cariada resulta numa espessura reduzida da camada híbrida e redução da força de união. A baixa efetividade da adesão à dentina amolecida está relacionada à baixa força de coesão, devido ao baixo grau de mineralização e a desorganização da matriz colágena (Nakajima et al., 1995). Considerando a interação enfraquecida com o substrato, a adesão à dentina amolecida não é indicada. Já a baixa efetividade de adesão à dentina de consistência firme se comparada à dentina sadia, está relacionada às alterações que ocorreram no substrato como consequência da progressão da lesão. Primeiramente, a redução do conteúdo mineral e as mudanças na estrutura colágena resultam em um substrato dentinário de baixa dureza e módulo de elasticidade quando comparada à dentina sadia (Marshall et al., 2001; Ogawa et al., 1983; Wang et al., 2007) apresentando resultados pobres quando submetida a testes mecânicos.

Nesse contexto, restaurar um substrato com dentina com consistência de couro é desafiador, não apenas pela sua natureza orgânica e úmida, mas também pelas alterações químicas, morfológicas e propriedades mecânicas que, segundo alguns autores, influenciam negativamente no processo (FDI, 2017; Nakajima et al., 2011; Tyas et al., 2000). Testes de força de união são os testes laboratoriais mais comumente utilizados para avaliar a performance adesiva. No entanto, a dentina cariada com consistência firme mostra grande variação, o que dificulta a padronização

do substrato para os testes laboratoriais. O uso de métodos químicos para simulação de lesões de cárie artificial, através da desmineralização é capaz de promover a simulação da morfologia e valores de dureza semelhantes às lesões naturais (Banerjee et al., 2000). No entanto, testes de força de união à dentina sempre resultam em dados com considerável variância (Poitevin et al., 2007), e, como consequência ao teste com um substrato de estrutura variada como a dentina cariada com consistência de couro, resultados obtidos podem variar mais ainda.

Estudos na literatura que avaliaram a efetividade de adesão à dentina com cárie residual, em qual o adesivo Clearfil SE foi utilizado, com variâncias entre “significativamente baixo”, para “sem diferença” e até mesmo “significativamente alto” quanto aos valores achados em testes de força de união à dentina cariada com consistência firme. Segundo um estudo conduzido por Neves et al. (2011), os resultados da força de união da dentina afetada por cárie encontrados foram de 15% menores do que à dentina sadia. Quanto mais desmineralizada a dentina cariada se encontrar, menores serão os resultados do teste de tração (UTS). Devido aos valores reduzidos da dentina cariada com consistência firme quando submetida ao teste de tração, muitos assumem que a matriz de colágeno se encontra fragilizada. No entanto, a reduzida força de união de restaurações executadas em dentina com consistência de couro não se deve apenas ao substrato alterado. Um estudo comparando os sistemas adesivos utilizados sob dentina de consistência firme, demonstrou que a composição química do adesivo pode influenciar na força de união da dentina afetada pela cárie (Isolan et al., 2018). Aparentemente, adesivos etch and rinse possuem maior força de união imediata se comparados aos self-etch (Ceballos et al., 2003; Yoshiyama et al., 2000). Adesivos etch and rinse a base de acetona mostrou maior força de união comparados aos com base de etanol.

Uma revisão sistemática sobre a adesão em dentina de consistência firme apontou que 40% a 85% dos estudos laboratoriais reportaram maior força de união em dentina sadia, dependendo do adesivo testado (Ekambaram et al., 2015). Neste caso, os autores não conduziram uma metanálise sobre os dados de resistência de união para comparação do potencial de união entre os substratos. Já a meta análise conduzida por Isolan et al. (2018), indicou que, apesar da força de união à dentina sadia ter sido significativamente maior do que a dentina de consistência firme, independente do material e técnica testados, quando realizar-se a adesão à dentina

de consistência firme, indica-se o uso de adesivos etch and rinse para que se obtenha maiores resultados de força de união. Apesar de Isolan et al. (2018) alegar pouca evidência científica que avalie a performance dos adesivos dentários aplicados a diferentes substratos, para Nakajima et al. (2000), aponta que, apesar da força de união da interface de dentina de consistência firme ser menor se comparada à da dentina sadia, os resultados apresentam-se relativamente altos segundo seus estudos e seguem melhorando.

O potencial de adesão dos materiais restauradores à estrutura dentária alterou princípios gerais do preparo de cavidades. Enquanto novos passos foram adicionados aos procedimentos de preparo cavitário, especialmente para adesão, outros, como geometrias retentivas, foram omitidos. Tendo em vista o conceito da odontologia minimamente invasiva, cavidades macro retentivas, como as de Black, foram substituídas por cavidades limitadas a remoção da dentina cariada (de Almeida et al., 2011; Tyas et al., 2000). Evidencia-se que, quando restaurações não adesivas eram a única opção restauradora direta para o tratamento de dentes comprometidos, nenhuma distinção era feita entre a remoção da lesão de cárie e o preparo cavitário (de Almeida et al., 2011). Em contrapartida, ao se realizar a técnica da remoção seletiva da dentina cariada, a margem da restauração é aderida a tecido sadio, e assim, o selamento é garantido e a progressão da lesão é paralisada (Mertz-Fairhurst et al., 1998). Assim, a recomendação clínica é que as margens do preparo estejam limpas, sadias para que os adesivos desempenhem uma boa função. Dessa forma, o procedimento é menos invasivo e preserva mais tecido dentário sadio (de Almeida et al., 2011; Perdigão, 2010).

Restaurações diretas e indiretas realizadas em dentes vitais podem causar dano a polpa, inflamação e necrose devido à quantidade de estrutura dentária reduzida durante o preparo do dente. Portanto, lançou-se mão da aplicação de materiais como ionômero de vidro nos procedimentos restauradores. O CIV possui vantagens como a adesão química ao esmalte e a dentina, biocompatibilidade com o tecido pulpar, potencial reduzido de gerar cárie recorrente, inibição da desmineralização do esmalte, bom selamento da cavidade, fácil manipulação e baixo custo (Dorri et al., 2017; Frencken et al., 1996; Van 't Hof et al., 2006). No entanto, Vetromilla et al. (2020), comprovou em seu estudo que restaurações diretas onde o ionômero de vidro era utilizado como forrador obtiveram resultados inferiores quanto

à de força de união quando comparadas às restaurações de resina composta realizadas sem a camada do material forrador. Ainda assim, observa-se profissionais que optam por utilizá-lo como forrador em seus tratamentos restauradores. O uso do CIV nestes casos geralmente se dá como uma tentativa de remineralizar o substrato dentário remanescente. No entanto, observa-se ausência de estudos que analisem a influência na resistência de união de restaurações indiretas com camada de CIV como material forrador. Devido a isto, um grupo contendo camada forradora de CIV foi adicionado a este estudo.

O selamento imediato da dentina é um modo otimizado de adesão à dentina e é utilizado desde meados de 1990, representando a melhor estratégia de adesão dentinária para restaurações semi-diretas e/ou indiretas (Magne, Douglas, 1999). O SDI contribui para a melhora da adesão, adaptação, protege o complexo dentina polpa de restaurações indiretas (Goodacre et al., 2001; Magne et al., 2005), reduz a dispersão de bactérias, sensibilidade pós-operatória e formação de gap. Além de aumentar a força de união, resistência mecânica e reforçar a estrutura dentária. Esses elementos possuem um impacto significativo na performance clínica de restaurações, aumentando sua sobrevida (de Carvalho et al., 2021; Gresnigt et al., 2016; Gresnigt et al., 2019; Magne et al., 2005; Van den Breemer et al., 2020). O uso da camada de resina flow na técnica de SDI tem como objetivo aumentar a força de união em casos que se utilizem de sistemas adesivos simplificados. Tal abordagem recebe o nome de “SDI reforçado.” Segundo o estudo de Hayashi et al. (2019), a técnica contribuiu para o alcance de resultados melhores nos testes de microtração. Pode-se observar um significativo aumento no uso desta técnica biomimética nos últimos anos por parte dos clínicos. Assim, este estudo também abordará um grupo onde a técnica SDI é aplicada.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar, de forma in vitro, a resistência de união de restaurações indiretas cimentadas em superfícies dentinárias bovinas, as quais foram artificialmente desmineralizadas para simular a remoção seletiva de dentina cariada.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Preparo dos dentes

O presente estudo é composto por 4 grupos, onde foram utilizados 10 dentes bovinos em cada. Os respectivos grupos são: grupo 1 como controle, onde houve exposição da dentina, no entanto não se realizou desmineralização da dentina pois o intuito é que este grupo simule a remoção total do tecido cariado. O grupo 2 é formado pelas amostras que sofreram a desmineralização da dentina como simulação da remoção seletiva da dentina cariada. O grupo 3 e 4 também apresentaram dentina desmineralizada artificialmente. No entanto, o grupo 3 recebeu adicionalmente o selamento dentinário imediato. E o grupo 4 recebeu uma camada de cimento de ionômero de vidro (Quadro 1).

Quadro 1 – Divisão dos grupos do estudo

NÚMERO	GRUPO
1	Controle
2	Desmineralização (Des)
3	Des + Selamento Dentinário Imediato (SDI)
4	Des + Cimento de Ionômero de Vidro (CIV)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todos os espécimes tiveram sua porção radicular removida, cerca de 2mm acima da junção amelocementária, com auxílio de um disco montado em mandril na peça de reta. Visto que os dentes foram incluídos em resina acrílica em um cano de PVC (cloreto de polivinil), as medidas dos dentes foram tomadas. Quando necessária, as medidas do dente foram adequadas para correta adaptação do dente no cano. Tal adequação foi realizada a partir do desgaste da borda incisal do espécime em uma Politriz (Polipan-U; Panambra) à 600rpm com lixas de carbetto de silício (Silicon Carbide; Extec Corp., Enfield, CT, EUA), na granulação de 15 µm (P1200). Em

seguida, a dentina dos dentes foi exposta, assim como a planificação de suas superfícies incisais e vestibulares. O procedimento também utilizou a politriz, numa decrescente de granulação: 5 μm (P600 - 30 segundos), 10 μm (P800 - 60 segundos), e 15 μm (P1200 - 120 segundos), sob abundante refrigeração com água (Figura 1).

Figura 1 – Ilustração das etapas iniciais para confecção das amostras de dente

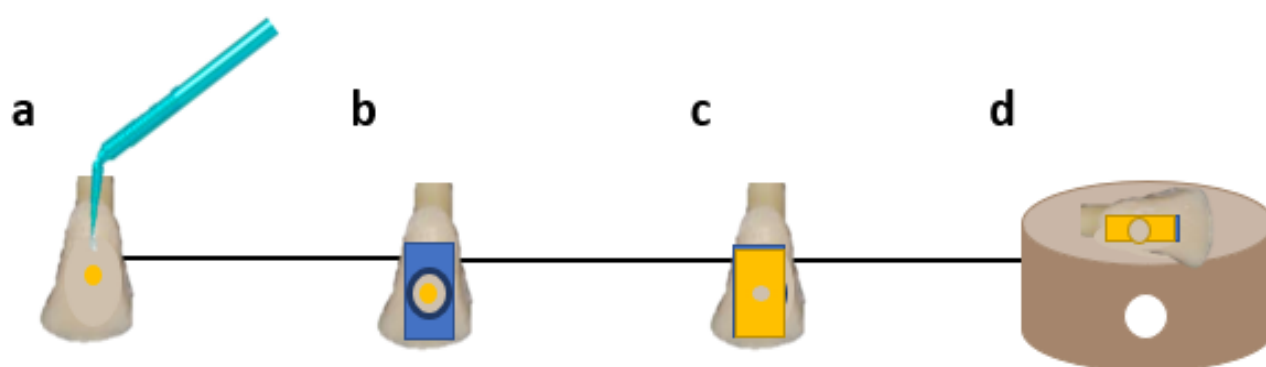


Legenda: a) corte da porção radicular do dente bovino; b) politriz (Polipan-U; Panambra) utilizada para desgaste dos dentes; c) delimitação do corte da porção incisal para futura inclusão em resina acrílica; d) exposição da dentina na face vestibular do dente.
Fonte: elaborado pelo autor.

Com uma fita durex e o auxílio de um perfurador, um círculo de 2mm foi produzido e levado na área central do dente como forma de delimitação da área a ser desmineralizada, contendo 2mm de diâmetro. Com a fita protegendo a região de 2mm, o restante do dente recebeu, com ajuda de um microbrush (Aplik, Angelus, Brasil), uma camada de esmalte com o intuito de proteger o restante do dente do processo de desmineralização. Logo após, utilizou-se uma fita isolante para produzir os orifícios para demarcação da região de desmineralização somada a margem de dentina sadia de 1mm, totalizando um orifício de 4mm de diâmetro. Esta dupla proteção da área não desmineralizada e incluída na área de cimentação é importante para prevenir que o protocolo desmineralizador atue inadvertidamente sobre a mesma. Em cima desta fita, posicionou-se a demarcação de 2mm da região de simulação de dentina afetada por cárie. Após este processo químico, a fita com o orifício de menor diâmetro foi retirada e o esmalte sobre a área protegida foi removido com uma lâmina de bisturi. Realizadas

as demarcações, os dentes, então, foram incluídos no cano pvc preenchido por resina acrílica. Tais amostras foram regularizadas e padronizadas em 2 cm de altura por meio do desgaste com lixa granulação de 15 μm (P1200) em politriz. 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 2).

Figura 2 – Ilustração do passo a passo para confecção das amostras de dente



Legenda: a) proteção da superfície do dente com esmalte; b) demarcação dos 4mm com fita isolante; c) delimitação da área de 2mm que será desmineralizada; d) inclusão dos dentes em resina acrílica no cano PVC.

Fonte: elaborado pelo autor.

4.2 Desmineralização da dentina

Para a desmineralização da dentina baseou-se nos protocolos da literatura (Buskes et al., 2009; 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 2, 3, 4 a esta etapa, com exceção do grupo 1.

4.3 Caracterização de 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 3), 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).

Figura 3 - Microdurômetro (FM-ARS 900, Future Tech Company)



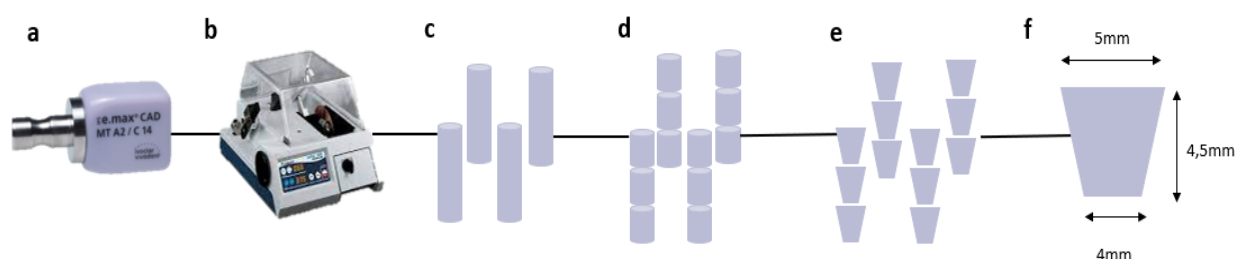
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 Preparo das peças cerâmicas

Com o auxílio da cortadora de precisão Isomet 1000, os blocos cerâmicos em dissilicato de lítio (eMax CAD; Ivoclar Vivadent) foram recortados em seu longo eixo. Obtidas 4 partes retangulares do material, as peças foram levadas à um torneiro mecânico e usinadas em formato cilíndrico. Após a usinagem, as peças foram novamente levadas à cortadora de precisão para serem segmentadas em 3 partes.

As peças, então, retornaram ao torneiro mecânico para confecção do formato troncocônico, atingindo as dimensões ideais para o estudo. Onde a base apresentava 4mm, o topo 5mm e altura 4,5mm (Figura 4). Em seguida, cristalizou-se as cerâmicas em forno (Programat CS, Ivoclar Vivadent), seguindo as configurações programadas no aparelho para o material em questão, atingindo temperatura de queima de 820° C (Figura 5).

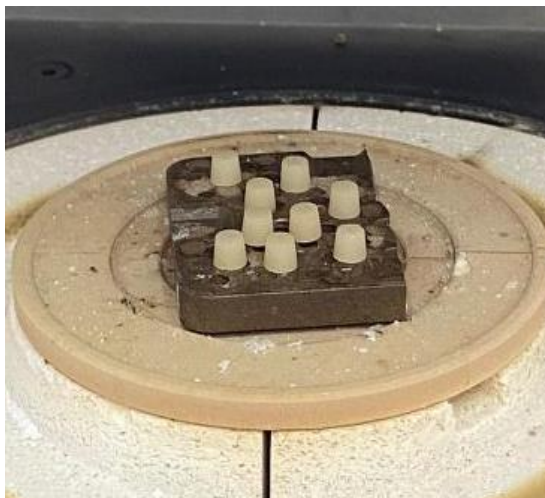
Figura 4 – Ilustração dos passos para confecção das amostras em cerâmica



Legenda: a) bloco para CAD/CAM hígido; b) cortadora de precisão (Isomet 1000); c) cerâmicas cilindradas; d) corte das cerâmicas em discos; e) amostras em formato troncocônico f) medidas da peça final em cerâmica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 – Amostras de cerâmica após cristalização em forno Programat CS (Ivoclar Vivadent)



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5 Procedimentos adesivos

Após os dentes serem preparados e as peças cerâmicas confeccionadas, as amostras foram cimentadas nos dentes. O protocolo será descrito e ilustrado a seguir (Tabela 1).

4.5.1 Procedimentos prévios

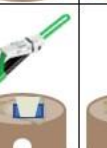
As peças em dissilicato de lítio foram condicionadas com ácido fluorídrico a 10% (Condac Porcelana; FGM), por 20 segundos, e tratadas com agente de união silano (Ultradent) por 4 minutos. Os espécimes dos grupos 1, 2 e 3, previamente à cimentação das peças cerâmicas, receberam duas aplicações, realizadas de forma ativa durante 20 segundos cada, de adesivo autocondicionante (Single Bond Universal; 3M). Uma camada de adesivo também foi aplicada na superfície das cerâmicas de todos os grupos, conforme as recomendações do fabricante. Nas amostras dos grupos 3 foi aplicada a camada de resina flow (Resina Filtek Z350 XT Supreme Flowable, 3M). A resina foi fotoativada por 60 segundos (Radii-cal, SDI),

segundo recomendação do fabricante. Para o grupo 4, aplicou-se a camada de CIV (Gold Label, GC). Após a presa dos materiais, a fita de 2mm foi removida e o foi dado seguimento ao protocolo de adesão.

4.5.2 Protocolo de adesão

A cimentação foi realizada com o cimento Rely-X Ultimate dual (3M), onde foi aplicada uma carga vertical estática de 20N. Para a manipulação do material, dispensou-se o cimento num 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 da cerâmica a ser cimentada. O conjunto foi fotopolimerizado com aparelho Bluephase (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), com emitância de 1200 mW/cm², por 60 segundos em cada lado, seguindo as faces do dente (sentidos cervical, incisal, mesial e distal). O armazenamento dos espécimes foi realizado de forma individual em ambiente com 100% de umidade relativa.

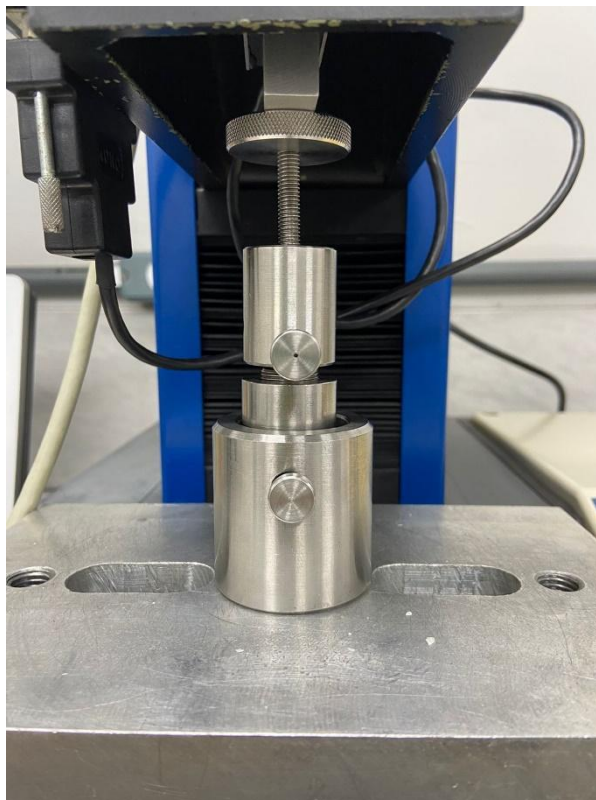
Tabela 1 – Passo a passo da cimentação adesiva dos grupos

GRUPO	PASSOS									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1										
2										
3										
4										

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o teste da resistência de união, os espécimes dos 4 grupos foram submetidos ao teste de tração após 48h da cimentação. O teste foi executado por meio de uma máquina universal de teste (EMIC; São José dos Pinhais, PR, Brasil) (Figura 6 e 7), com o auxílio de um dispositivo universal de metal. Aplicou-se força de tração de 50 KgF, 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) (Delgaudio et al., 2021).

Figura 6 – Máquina de ensaio Universal com teste de tração em execução



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7 – Esquema ilustrativo da adaptação do dispositivo do teste de tração na amostra

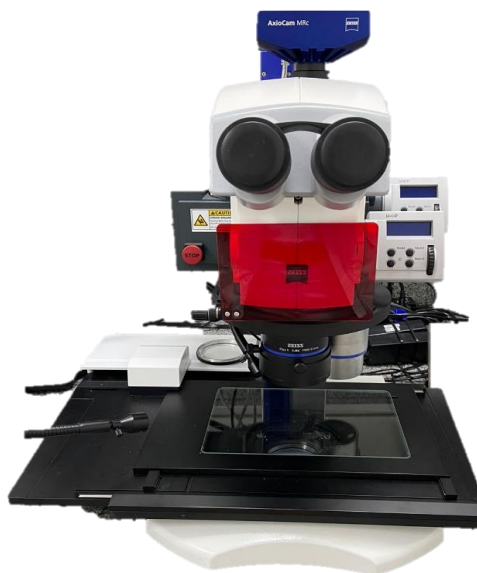


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6 Análise de fratura

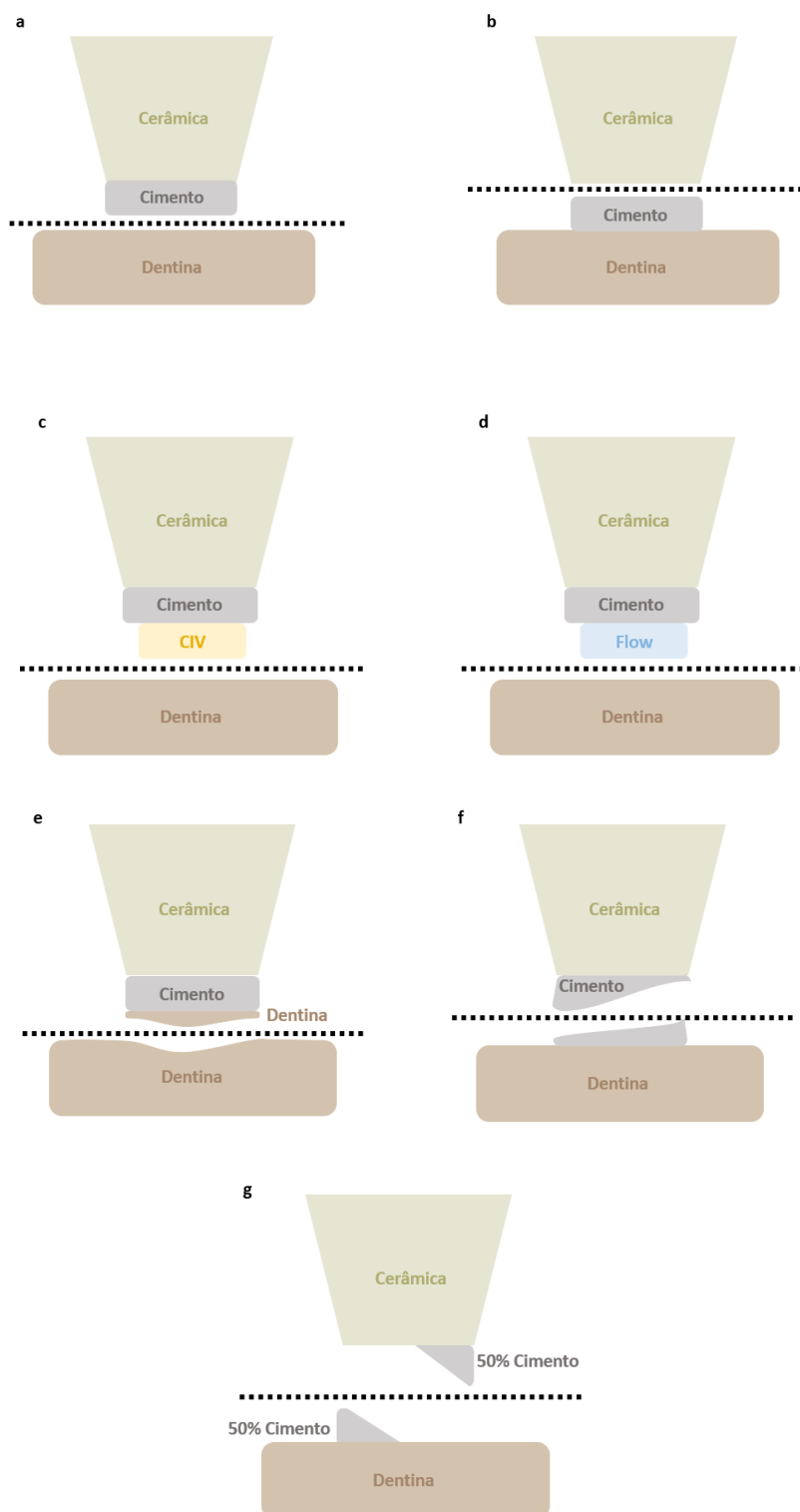
Posteriormente, uma análise de fratura foi feita com o intuito de verificar o modo da falha. Realizou-se a análise em microscópio óptico (Figura 8). Sendo que a falha pode ser classificada em: Falha adesiva entre o cimento resinoso e a dentina, falha adesiva entre o cimento resinoso e a peça cerâmica, 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 (Figura 9) (Gomes et al., 2017; Park et al., 2017).

Figura 8 – Estereomicroscópio óptico, Zeiss Stereo Discovery V20 utilizado para análise de fratura das amostras



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9 – Esquema ilustrativo da classificação das falhas



Legenda: a) falha adesiva cimento/dentina; b) falha adesiva cimento/cerâmica; c) falha adesiva CIV-cimento/dentina; d) falha adesiva flow-cimento/dentina; e) falha coesiva em dentina; f) falha coesiva em cimento; g) falha mista.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7 Análise Estatística

As análises estatísticas foram feitas por meio dos testes de análise de variância a 1 fator. Como os dados obtidos não apresentaram distribuição normal ($p=0,007$ – Shapiro-Wilk), o teste não-paramétrico de Kruskal Wallis foi empregado. Para as comparações múltiplas, realizou-se o teste de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner. O nível de significância adotado para os testes foi de 5%.

4.8 Hipóteses de Nulidade

As seguintes hipóteses de nulidade foram formuladas:

H01 – A adesão de peças indiretas não é influenciada pela presença de dentina desmineralizada (simulando a remoção seletiva de dentina cariada).

H02 - A adesão de peças indiretas não é influenciada pela presença de dentina desmineralizada (simulando a remoção seletiva de dentina cariado) que recebeu selamento imediato da dentina com resina flow.

H03 - A adesão de peças indiretas não é influenciada pela presença de dentina desmineralizada (simulando a remoção seletiva de dentina cariada) que recebeu camada de cimento de ionômero de vidro.

5 RESULTADOS

Os resultados do estudo estão dispostos na tabela e gráfico abaixo, onde foram testados 10 corpos de prova por grupo.

Como pode-se observar na tabela 2, o grupo controle apresentou uma mediana dos resultados de 1,26 mPa. Os grupos 2 e 3 apresentaram as maiores medianas, sendo elas, 2,58 mPa, 2,68 mPa, respectivamente. No grupo 4, observou-se resultados inferiores aos demais, onde atingiu-se 0,11 mPa. A partir dos resultados exibidos na tabela 2, foi gerado o gráfico 1. Os grupos 1, 2 e 3 (controle, desmineralizado e SDI, respectivamente) não apresentaram diferenças estatísticas significativas. O grupo 4 (CIV) apresentou diferenças estatísticas em relação aos grupos 2 e 3 (desmineralizado e SDI), porém não foi observada diferenças estatisticamente significantes entre os valores do grupo 1 (controle) e 4 (CIV).

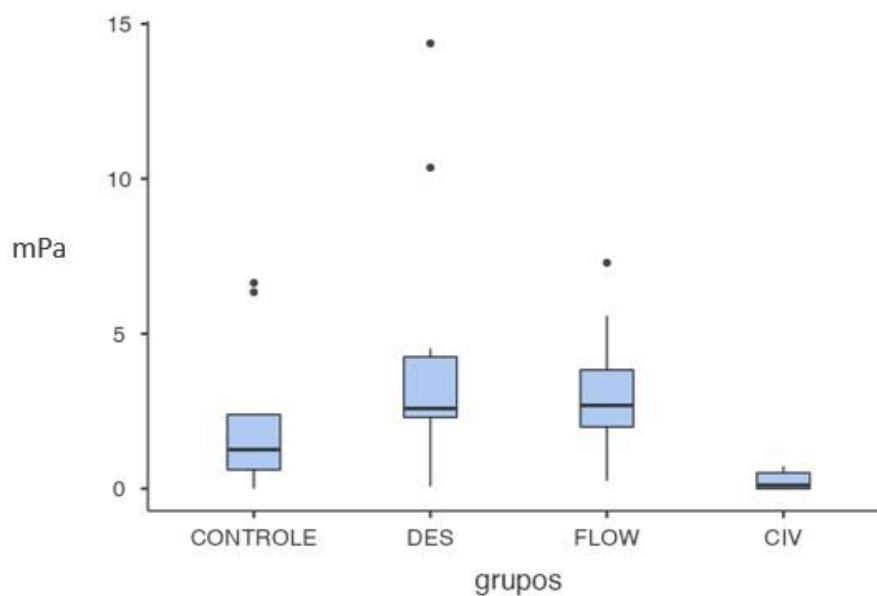
Quanto as falhas observadas nas análises de fratura das amostras, as amostras do grupo 1 apresentaram 6 fraturas mistas e 1 fratura adesiva entre cimento e cerâmica. No grupo 2, 6 fraturas mistas, 2 fraturas adesivas entre cimento e cerâmica, 2 fraturas entre cimento e cerâmica. No grupo 3, 9 fraturas mistas foram observadas e apenas 1 fratura adesiva entre flow-cimento e dentina. Por fim, no grupo 4, apenas fraturas mistas foram observadas. Algumas imagens para exemplificar os tipos de fraturas encontradas estão dispostas na figura 10.

Tabela 2 – Estatística descritiva do teste de tração

						Percentis	
	grupos	N	Mediana	Mínimo	Máximo	25th	75th
mPa	CONTROLE	9	1.260	0.0000	6.640	0.610	2.390
	DES	10	2.585	0.0700	14.370	2.303	4.252
	FLOW	10	2.685	0.2500	7.290	1.992	3.830
	CIV	7	0.110	0.0000	0.730	0.000	0.510

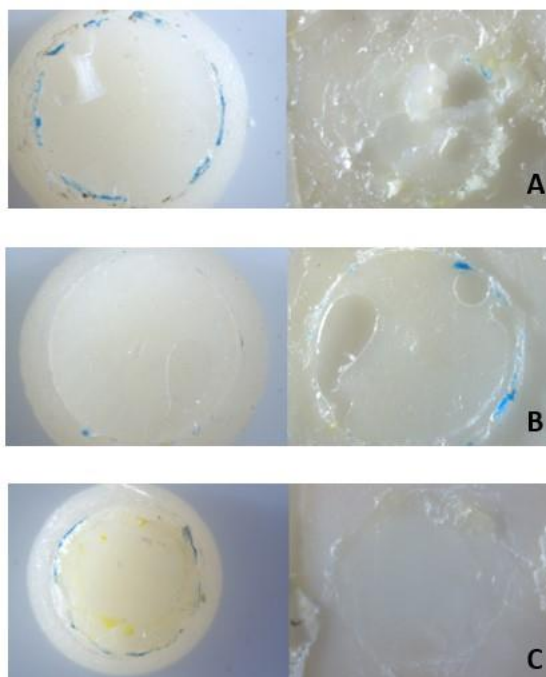
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 1 – Resultados da estatística descritiva realizada a partir do teste de tração



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10 – Exemplificação das fraturas analisadas por meio do microscópio óptico



Legenda: A – falha mista; B – falha adesiva cimento/cerâmica; C – falha adesiva de flow-cimento/dentina.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6 DISCUSSÃO

A primeira hipótese de nulidade deste estudo declara que a adesão de peças indiretas não é influenciada pela presença de dentina desmineralizada. Esta hipótese foi aceita, visto os valores obtidos pelo teste de tração, onde o grupo controle (o qual não houve desmineralização dentinária) não apresentou diferenças estatisticamente significativas quando comparado aos valores do grupo 2 (que recebeu desmineralização da dentina). Apesar disso, estudos na literatura apontam que, a resistência de união de restaurações em dentina sadia é superior àquelas realizadas em dentina que recebeu remoção seletiva de dentina cariada (Isolan et al., 2018; Neves et al., 2011; Pintado-Palomino et al., 2019). Esses trabalhos relatam que a dentina afetada por cárie é um substrato mais desafiador para adesão do que a dentina sadia, independente da abordagem adesiva (Follak et al., 2021; Nakajima et al., 2011).

A disparidade entre os resultados encontrados no presente estudo com o que se encontra na literatura pode ser justificada por diversos fatores. Dentre eles pode-se citar as variáveis presentes na metodologia, assim como o número reduzido de amostras. A caracterização da dentina desmineralizada pode ser considerada um dos principais fatores de influência neste resultado. Isto porque a dentina afetada por cárie produzida artificialmente é histologicamente diferente da dentina naturalmente afetada pela cárie (Isolan et al., 2018). Lesões artificiais de cárie tendem a ser mais homogênea e controlada do que as lesões naturais de cárie. Isso se deve à possível presença de túbulos dentinários obstruídos com depósitos minerais em lesões naturais, que costumam demorar mais para serem produzidas artificialmente (Maske et al., 2015). Apesar de grande parte dos estudos na literatura utilizarem a desmineralização da dentina de forma artificial e o método ser válido, deve-se considerar a complexidade em simular todas as mudanças fisiológicas que ocorrem clinicamente, como as respostas do complexo dentina-polpa, esclerose dentinária e formação de dentina terciária. Os mecanismos de defesa da polpa causam alterações micro fisiológicas na dentina e seus efeitos na adesão não podem ser completamente

avaliados apenas por meio de estudos laboratoriais (Follak et al., 2021).

Ainda que existam limitações da reprodução laboratorial do substrato explicitada pelos estudos acima, demais estudiosos afirmam que o baixo conteúdo mineral de dentina artificialmente desmineralizada a torna similar a uma dentina afetada por cárie natural. 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). Este achado suporta o uso da metodologia utilizada no trabalho para reprodução de dentina artificialmente afetada por cárie e avaliação de sua interface adesiva (Follak et al., 2021; Huang et al., 2011).

O teste de tração também pode ser considerado uma das causas das variações encontradas no estudo. Isso porque uma série de fatores podem influenciar em seus resultados. Ao se realizar o teste, por vezes o descolamento da peça cerâmica com o dente se deu de forma irregular, invalidando o resultado e necessitando de algumas repetições. No entanto, embora o teste em si possua limitações, manteve-se a escolha pois é o único capaz de testar a área em questão como um todo, considerando as diferentes características do substrato. Além disso, há ausência de estudos que tenham realizado o teste de tração onde a dentina é o principal substrato em avaliação. Assim, a metodologia aplicada ao estudo foi baseada nos trabalhos que realizaram o teste em esmalte. 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).

Segundo os estudos, os dentes bovinos, utilizados no presente trabalho, fornecem valores de resistência de união similares aos dentes permanentes humanos (Follak et al., 2018; Nakamichi et al., 1983; Sirisha et al., 2014). Por outro lado, alguns estudos relataram maiores resultados ao teste de cisalhamento e resistência à tração no esmalte humano em comparação com o esmalte bovino (Oesterle et al., 1998; Sirisha et al., 2014). Recomendações inconsistentes foram propostas em relação ao uso de substrato bovino como uma alternativa ao substrato humano em estudos de adesão/resistência adesiva. Isto porque os túbulos dentinários dos dentes bovinos são maiores que os túbulos dentinários humanos. Deve ser lembrado que, para melhor precisão dos testes de resistência de união, os dentes humanos são preferidos. No entanto, devido à disponibilidade inadequada de dentes humanos, dentes de animais

são opções válidas e amplamente usadas em muitos estudos in vitro (Pashley et al., 1988; Sirisha et al., 2014)

Neste estudo, o cenário clínico mais desafiador foi simulado, uma vez que as amostras não possuíam paredes circundantes, tão pouco margem em esmalte. A resistência de união também pode ser mais desafiadora conforme a região de adesão à dentina. Segundo estudos, os valores de resistências à tração são 20 a 30% maiores para a dentina vestibular, quando comparados a dentina oclusal de dentes humanos (Sirisha et al., 2014). Para o presente estudo, a face vestibular foi preparada devido ao formato dos dentes bovinos. Além disso, as orientações da ISO/TR 11405 não identificam um valor específico para a área de adesão, mas menciona uma delimitação clara da área de adesão como um requisito importante que deve ser em torno de 3mm de diâmetro. A área total utilizada para adesão foi de 4mm, sendo 2mm de dentina desmineralizada. Assim, apesar da reprodução de um cenário clínico com ausência de esmalte e paredes circundantes, o estudo seguiu uma padronização favorável quanto a região delimitada para adesão.

As condições de armazenamento dos espécimes são também um fator relevante. Para este estudo, os dentes foram armazenados em ambiente úmido, refrigerado. Trabalhos disponíveis na literatura mostram que certas soluções, como o armazenamento em hipoclorito de sódio (NaOCl) resulta em menor resistência de união, enquanto a esterilização com a autoclave pode afetar negativamente a resistência de união (Perdigão et al., 2010; Sirisha et al., 2014). No entanto, quanto ao tempo de armazenamento dos espécimes, não foi possível o cumprimento da especificação técnica da ISO 11405, a qual indica que a resistência de união seja medida imediatamente após a extração ou até seis meses. Isto porque, apesar dos dentes terem sido coletados logo após a extração, algumas etapas laboratoriais precisaram ter sua metodologia desenvolvida e testada, para assim ser de fato aplicada.

A habilidade do operador (87,88) e sensibilidade da técnica (89,90) também são capazes de influenciar a resistência de união à dentina. Recomenda-se envolver diferentes operadores com treinamento básico uniforme em cada série de experimentos (Unlu et al., 2012). Assim, com o intuito de aproximar o máximo possível da realidade clínica, onde diferentes profissionais executam a técnica, dois operadores receberam o treinamento para preparo dos espécimes, protocolo de

adesão e cimentação, e realização do teste de tração. As etapas do estudo foram supervisionadas por um profissional mais experiente.

Devido às variáveis presentes na metodologia e a escassez de estudos sobre o tema, as comparações entre os trabalhos que utilizaram o teste de resistência de união “push-out” devem ser limitadas aos valores obtidos no próprio estudo (Brichko et al., 2018). Assim sendo, este trabalho pode-se concluir que é possível realizar restaurações indiretas em dentina desmineralizada. No entanto, deve-se levar em consideração as limitações discutidas anteriormente, além da necessidade da execução de um estudo clínico sobre o tema.

Ao observar a qualidade das falhas após o teste de tração dos grupos controle e com dentina desmineralizada (grupos 1 e 2, respectivamente), a grande maioria das amostras apresentou falha mista. No entanto, em ambos os grupos, observou-se a presença de fratura adesiva entre a cerâmica e o cimento. Demais classificações foram encontradas durante a análise de fratura das amostras dos grupos. Sendo elas, uma fratura coesiva em cimento, e uma fratura adesiva entre cimento e dentina. A partir destes achados, certas deduções podem ser feitas. A fratura adesiva entre a cerâmica e o cimento pode ter ocorrido devido à boa qualidade de adesão atingida entre o cimento e a dentina, a ponto de a falha ocorrer na interface do material restaurador e seu cimento. Visto que a habilidade do operador e sensibilidade da técnica têm potencial de influenciar a adesão à dentina (Unlu et al., 2012) falhas no condicionamento do material cerâmico ou de manipulação do cimento também podem ter originado os tipos de fratura encontrados.

O preparo do dente para restaurações adesivas indiretas pode gerar exposição dentinária significativa. Segundo a literatura, para melhorar a resistência de adesão a esse substrato, sua superfície deve ser seladas imediatamente após o preparo do dente (Magne et al., 2005). Segundo Magne, além do aumento da força de união, existem outras razões práticas e técnicas que validem a realização do selamento dentinário imediato (SDI). Tendo em vista que a condição ideal para se realizar adesão em dentina é quando encontra-se recém-cortada, praticar o SDI permite que a resistência de união à dentina desenvolve-se progressivamente, ao longo do tempo. Ou seja, este protocolo gera menos estresse ao substrato. No momento de cimentação da peça indireta, as cargas oclusais serão absorvidas de uma 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 puderam se dissipar (Magne et al., 2005).

Finalmente, o SDI protege a dentina contra infiltração bacteriana e sensibilidade durante a fase provisória do tratamento. Com base no fato de que as restaurações provisórias podem permitir microinfiltrações de bactérias e, subsequentemente, sensibilidade dentinária, o selamento da dentina imediatamente após a preparação da coroa pode evitar tais consequências (Pashley et al., 2011; Magne et al., 2005). Segundos os resultados encontrados no estudo, o grupo que recebeu o SDI na região da dentina desmineralizada (grupo 3) apresentou resultados satisfatórios. Assim, a hipótese de que a adesão de peças indiretas não é influenciada pela presença de dentina desmineralizada (simulando a remoção seletiva de dentina cariado) que recebeu selamento imediato da dentina com resina flow deve ser aceita.

Embora os estudos na literatura apontem o aumento da resistência de união quando praticada a técnica do SDI (Pashley et al., 2011; Magne et al., 2005), não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e com dentina desmineralizada (grupos 1 e 2, respectivamente). Tal fato pode ser justificado pelo tempo decorrido para execução do teste de tração após feito o selamento dentinário. Carvalho et al. (2021), em seu estudo, armazenou os espécimes que receberam o protocolo SDI por duas semanas até serem submetidos à avaliação, enquanto o presente estudo aguardou 48 horas para realizar a cimentação da peça cerâmica e, em seguida, mais 48 horas para realização do teste da resistência de união. Esses intervalos de tempo foram definidos com o intuito de simular uma condição clínica, usufruir da compatibilidade química entre o cimento resinoso e a resina flow, a qual pode ser benéfica para a união da peça com a estrutura dentária e, por fim, seguir as recomendações do fabricante do cimento utilizado no trabalho.

Apesar dos resultados próximos entre os grupos 1, 2 e 3, o grupo 3, em que foi feito o protocolo de SDI apresentou valores significativamente maiores quanto à resistência de união em relação ao grupo 4 (que recebeu a cama de cimento de ionômero de vidro- CIV). Devido às características biocompatíveis com o tecido pulpar, a boa adesão química aos tecidos dentários e a crença numa capacidade remineralizadora do CIV, o material é utilizado por alguns profissionais como material forrador (Dorri et al., 2017; Frencken et al., 1996; Van 't Hof et al., 2006). No entanto, apesar de estudos apontarem tais propriedades do material, os resultados

encontrados neste trabalho demonstraram valores reduzidos de resistência de união quando utilizada camada de CIV entre a dentina e o cimento. Este achado pode ser sustentado pelo estudo de Vetromilla et al. publicado em 2020, no qual os autores observaram que restaurações diretas em resina composta, as quais apresentavam CIV como forrador, obtiveram resultados inferiores quanto à de força de união quando comparadas às restaurações realizadas sem a camada do material forrador.

Em contrapartida, fatores relacionados à metodologia podem ter corroborado para os valores reduzidos do grupo do CIV. Assim como no caso das amostras submetidas ao SDI, os espécimes do grupo 4, após receberem a camada de CIV, foram armazenados durante 48 horas para que então fosse realizado o teste de tração. Porém, mesmo com este intervalo, sabe-se que o ionômero de vidro é um material com capacidade de maturação com o decorrer do tempo (Davidson, 2006). Ao considerar essa propriedade e sua possível influência na resistência de união, sugere-se a produção de estudos onde o intervalo de tempo entre a aplicação do CIV ou da resina flow e o teste da força de união seja maior do que 48 horas. Outro fator com potencial de influência nos resultados observados é a espessura da camada de ionômero de vidro aplicada em dentina.

Não foram encontrados estudos na literatura que discorram sobre a espessura de camada ideal para o ionômero de vidro como material forrador. No entanto, sabe-se que, para resinas compostas aquecidas, utilizadas como agente cimentante, uma espessura inferior a 50 μm (Falacho et al., 2022), especificada na norma ISO 4049:2019, é recomendada. Quando uma espessura de filme fino e uma alta viscosidade não pode ser alcançada, a resistência à fratura da restauração é comprometida (Leung et al., 2022). Observou-se nesse estudo a sensibilidade da técnica para padronização da espessura da cama de CIV, assim como da resina flow e do agente cimentante. A espessura dessas camadas quando acima do ideal pode acarretar mal assentamento da peça e incorreto encaixe da mesma no dispositivo de teste.

Finalmente, a hipótese em que a adesão de peças indiretas não é influenciada pela presença de dentina desmineralizada (simulando a remoção seletiva de dentina cariada) que recebeu camada de cimento de ionômero de vidro deve ser parcialmente rejeitada. Pois, apesar dos resultados inferiores em relação aos grupos 2 e 3, ao ser comparado com o grupo controle, as amostras que receberam camada de CIV não

apresentaram diferenças estatísticas significativas. Este resultado pode ser justificado uma vez que, para o teste usado, uma superfície lisa e não desmineralizada (grupo controle) pode ter adesão reduzida se comparada com grupos que sofreram desmineralização e, portanto, apresentam uma superfície mais irregular. Sendo protegidos ou não por outro material. A melhora na adesão não ocorreu com o grupo do CIV uma vez que o material não geleificou por completo (Davidson, 2006).

7 CONCLUSÃO

A partir deste estudo foi possível observar que a adesão de peças indiretas não foi influenciada pela presença de dentina desmineralizada. Assim como, a dentina desmineralizada que recebeu selamento imediato dentinário apresentou resultados satisfatórios. Já a adesão das amostras que receberam camada de cimento de ionômero de vidro foi influenciada pela presença de dentina desmineralizada. Recomenda-se a execução do estudo in vivo, com maior número de amostras.

REFERÊNCIAS

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, Watson TF, Kidd EA. Dentine caries excavation: a review of current clinical techniques. *Br Dent J.* 2000 May 13;188(9):476-82. doi: 10.1038/sj.bdj.4800515. PMID: 10859846.

Banerjee A, Frencken JE, Schwendicke F, Innes NPT. Contemporary operative caries management: consensus recommendations on minimally invasive caries removal. *Br Dent J.* 2017 Aug 11;223(3):215-22. doi: 10.1038/sj.bdj.2017.672. PubMed PMID: 28798430.

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, Kjaeldgaard 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 Jun;118(3):290-7. doi: 10.1111/j.1600-0722.2010.00731.x. PMID: 20572864.

Bottino MA, Faria R, Valandro LF. Percepção: estética em próteses livres de metal em dentes naturais e implantes. São Paulo: Artes Médicas; 2009.

Brichko J, Burrow MF, Parashos P. Design variability of the push-out bond test in endodontic research: a systematic review. *J Endod*. 2018 Aug;44(8):1237-45. doi: 10.1016/j.joen.2018.05.003. Epub 2018 Jun 20. PMID: 29935874.

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. PMID: 3466703.

Casagrande L, Bento LW, Dalpian DM, García-Godoy F, de Araujo FB. Indirect pulp treatment in primary teeth: 4-year results. *Am J Dent*. 2010 Feb;23(1):34-8. PubMed PMID: 20437725.

Ceballos L, Camejo DG, Victoria Fuentes M, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, Pashley DH. Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine. *J Dent*. 2003 Sep;31(7):469-77. doi: 10.1016/s0300-5712(03)00088-5. PMID: 12927458.

Collares K, Correa MB, Bronkhorst EM, Laske M, Huysmans MDNJM, Opdam NJ. A practice based longevity study on single-unit crowns. *J Dent*. 2018 Jul;74:43-48. doi: 10.1016/j.jdent.2018.05.013. Epub 2018 May 22. PMID: 29800638.

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.

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 May;52(5):588-603. doi: 10.1111/iej.13034. PubMed PMID: 30387864.

da Veiga AM, Cunha AC, Ferreira DM, da Silva Fidalgo TK, Chianca TK, Reis KR, Maia LC. Longevity of direct and indirect resin composite restorations in permanent posterior teeth: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2016 Nov;54:1-12. doi: 10.1016/j.jdent.2016.08.003. Epub 2016 Aug 11. PMID: 27523636.

de Almeida Neves A, Coutinho E, Cardoso MV, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Current concepts and techniques for caries excavation and adhesion to residual dentin. *J Adhes Dent*. 2011 Feb;13(1):7-22. doi: 10.3290/j.jad.a18443. PMID: 21403932.

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 Jan;33(1):88-98. doi: 10.1111/jerd.12700. Epub 2021 Jan 6. PMID: 33404184.

Delgaudio Pignataro RR, Samico RP, Mendes Campaner L, Bottino MA, Borges A, Tribst JP. Influence of different fibreglass post geometries on the stress distribution and pull-out bond strength before and after mechanical cycling. *Eur Endod J*. 2021 Apr 13;6(2):170–6. doi: 10.14744/eej.2020.95967. Epub ahead of print. PMID: 34047296; PMCID: PMC8461497.

Deliperi S, Bardwell DN. Clinical evaluation of direct cuspal coverage with posterior composite resin restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2006;18(5):256-65; discussion 266-7. doi: 10.1111/j.1708-8240.2006.00033.x. PMID: 16987320.

Dietschi D, Magne P, Holz J. Recent trends in esthetic restorations for posterior teeth. *Quintessence Int* 1994;25: 659–677.

Domisch H, Peus K, Kneist S, Krause F, Braun A, Hedderich J, et al. Fluorescence-controlled Er:YAG laser for caries removal in permanent teeth: a randomized clinical trial. *Eur J Oral Sci*. 2008 Apr;116(2):170-6. doi: 10.1111/j.1600-0722.2008.00521.x. PMID: 18353012.

Dorri M, Martinez-Zapata MJ, Walsh T, Marinho VC, Sheiham Deceased A, Zaror C. Atraumatic restorative treatment versus conventional restorative treatment for managing dental caries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017 Dec 28;12(12):CD008072. doi: 10.1002/14651858.CD008072.pub2. PMID: 29284075; PMCID: PMC6486021.

Ekambaram M, You CK, Matinlinna JP. Bonding of resin adhesives to caries-affected dentin – A systematic review. *Int J Adhes Adhes* 2015;61:23-34.

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.

Falacho RI, Marques JA, Palma PJ, Roseiro L, Caramelo F, Ramos JC, et al. Luting indirect restorations with resin cements versus composite resins: Effects of preheating and ultrasound energy on film thickness. *J Esthet Restor Dent*. 2022; 34(4): 641–9. Doi: 10.1111/jerd.12851. Epub 2021 Dec 13. PMID: 34897958.

FDI World Dental Federation. FDI policy statement on Minimal Intervention Dentistry (MID) for managing dental caries: Adopted by the General Assembly: September 2016, Poznan, Poland. *Int Dent J*. 2017 Feb;67(1):6-7. doi: 10.1111/idj.12308. PMID: 28194784.

Fejerskov_O, Nyvad_B, Kidd_EA. Pathology of dental caries. In: Fejerskov O, Nyvad B, Kidd EAM editor(s). *Dental caries: The disease and its clinical management*. Oxford: Wiley Blackwell, 2015. p.7-9.

Ferraris F. Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesthetics clinical protocol. *Int J Esthet Dent*. 2017;12(4):482-502. PMID: 28983533.

Fitzgerald M, Heys RJ. A clinical and histological evaluation of conservative pulpal therapy in human teeth. *Oper Dent*. 1991 May-Jun;16(3):101-12. PMID: 1803333.

Follak AC, Miotti LL, Lenzi TL, Rocha RO, Maxnuck Soares FZ. The impact of artificially caries-affected dentin on bond strength of multi-mode adhesives. *J Conserv Dent*. 2018 Mar-Apr;21(2):136-41. doi: 10.4103/JCD.JCD_234_17. PMID: 29674813; PMCID: PMC5890401.

Follak AC, Miotti LL, Lenzi TL, Rocha RO, 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 Jun 5;23(3):243-52. doi: 10.3290/j.jad.b1367889. PMID: 34060304.

Franzon R, Opdam NJ, Guimarães LF, Demarco FF, Casagrande L, Haas AN, et al. Randomized controlled clinical trial of the 24-months survival of composite resin restorations after one-step incomplete and complete excavation on primary teeth. *J Dent*. 2015 Oct;43(10):1235-41. doi: 10.1016/j.jdent.2015.07.011. Epub 2015 Jul 29. PMID: 26231301.

Frencken JE, Pilot T, Songpaisan Y, Phantumvanit P. Atraumatic restorative treatment (ART): rationale, technique, and development. *J Public Health Dent*. 1996;56(3 Spec No):135-40; discussion 161-3. doi: 10.1111/j.1752-7325.1996.tb02423.x. PMID: 8915958.

Frencken JE. The state-of-the-art of ART restorations. *Dent Update*. 2014 Apr;41(3):218-20, 222-4. doi: 10.12968/denu.2014.41.3.218. PMID: 24839709.

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 Jul;27(7):1009-1016. doi: 10.17219/acem/77022. PMID: 29962116.

Goodacre CJ, Campagni WV, Aquilino SA. Tooth preparations for complete crowns: an art form based on scientific principles. *J Prosthet Dent*. 2001 Apr;85(4):363-76. doi: 10.1067/mpr.2001.114685. PMID: 11319534.

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 Jan;119(1):97-102. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.01.013. Epub 2017 Apr 28. PMID: 28461044.

Gresnigt MM, Cune MS, de Roos JG, Özcan M. Effect of immediate and delayed dentin sealing on the fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithiumdisilicate laminate veneers. *Dent Mater*. 2016 Apr;32(4):e73-81. doi: 10.1016/j.dental.2016.01.001. Epub 2016 Feb 5. PMID: 26856454.

Gresnigt MMM, Cune MS, Schuitemaker J, van der Made SAM, Meisberger EW, Magne P, et al. Performance of ceramic laminate veneers with immediate dentine sealing: An 11 year prospective clinical trial. *Dent Mater*. 2019 Jul;35(7):1042-52. doi: 10.1016/j.dental.2019.04.008. Epub 2019 May 10. PMID: 31084936.

Griffin SO, Oong E, Kohn W, Vidakovic B, Gooch BF; CDC Dental Sealant Systematic Review Work Group, et al. The effectiveness of sealants in managing caries lesions. *J Dent Res*. 2008 Feb;87(2):169-74. doi: 10.1177/154405910808700211. PMID: 18218845.

Handelman SL, Washburn F, Wopperer P. Two-year report of sealant effect on bacteria in dental caries. *J Am Dent Assoc*. 1976 Nov;93(5):967-70. doi: 10.14219/jada.archive.1976.0007. PubMed PMID: 1067358.

Hayashi K, Maeno M, Nara Y. Influence of immediate dentin sealing and temporary restoration on the bonding of CAD/CAM ceramic crown restoration. *Dent Mater J*. 2019 Dec 1;38(6):970-80. doi: 10.4012/dmj.2018-313. Epub 2019 Aug 22. PMID: 31434832.

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 Nov;54:25-32. doi: 10.1016/j.jdent.2016.09.009. PubMed PMID: 27664467.

Horiguchi S, Yamada T, Inokoshi S, Tagami J. Selective caries removal with air abrasion. *Oper Dent*. 1998 Sep-Oct;23(5):236-43. PMID: 9863444.

Hosoya Y, Shinkawa H, Marshall GW. Influence of Carisolv on resin adhesion for two different adhesive systems to sound human primary dentin and young permanent dentin. *J Dent*. 2005 Apr;33(4):283-91. doi: 10.1016/j.jdent.2004.09.004. Epub 2004 Dec 10. PMID: 15781136.

Hosoya Y, Taguchi T, Tay FR. Evaluation of a new caries detecting dye for primary and permanent carious dentin. *J Dent*. 2007 Feb;35(2):137-43. doi: 10.1016/j.jdent.2006.06.004. Epub 2006 Sep 1. PMID: 16945461.

Hsu KW, Marshall SJ, Pinzon LM, Watanabe L, Saiz E, Marshall GW. SEM evaluation of resin-carious dentin interfaces formed by two dentin adhesive systems. *Dent Mater* 2008;24:880-7.

Huang XQ, Li L, Huang C, Du XJ. Effect of ethanol-wet bonding with hydrophobic adhesive on caries-affected dentine. *Eur J Oral Sci* 2011;119:310-5.

Innes NP, Ricketts D, Chong LY, Keightley AJ, Lamont T, Santamaria RM. Preformed crowns for decayed primary molar teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Dec 31;2015(12):CD005512. doi: 10.1002/14651858.CD005512.pub3. PMID: 26718872; PMCID: PMC7387869.

Innes NP, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, et al. Managing carious lesions: consensus recommendations on terminology. *Adv Dent Res*. 2016 May;28(2):49-57. doi: 10.1177/0022034516639276. PMID: 27099357.

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 Jun;98(6):611-7. doi:10.1177/0022034519837252. PubMed PMID: 31107140.

Inoue G, Tsuchiya S, Nikaido T, Foxton RM, Tagami J. Morphological and mechanical characterization of the acid-base resistant zone at the adhesive-dentin interface of intact and caries-affected dentin. *Oper Dent*. 2006 Jul-Aug;31(4):466-72. doi: 10.2341/05-62. PMID: 16924987.

International Organization for Standardization. ISO. ISO/TS 11405: 2003: dental materials: testing of adhesion to tooth structure. Geneva: ISO; 2003.

International Organization for Standardization. ISO Standard, No. 4049: 2019: dentistry. Polymer-based restorative materials. Geneva: ISO; 2019.

Isolan CP, Sarkis-Onofre R, Lima GS, Moraes RR. Bonding to sound and caries-affected dentin: a systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent*. 2018;20(1):7-18. doi: 10.3290/j.jad.a39775. PMID: 29399679.

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. PMID: 23370882.

Kidd EA, Ricketts DN, Beighton D. Criteria for caries removal at the enamel-dentine junction: a clinical and microbiological study. *Br Dent J*. 1996 Apr 20;180(8):287-91. doi: 10.1038/sj.bdj.4809066. PMID: 8639369.

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.

Kindelan SA, Day P, Nichol R, Willmott N, Fayle SA; British Society of Paediatric Dentistry. UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry: stainless steel preformed crowns for primary molars. *Int J Paediatr Dent*. 2008 Nov;18 Suppl 1:20-8. doi: 10.1111/j.1365-263X.2008.00935.x. PMID: 18808544.

Leung GK, Wong AW, Chu CH, Yu OY. Update on dental luting materials. *Dent J (Basel)*. 2022 Nov 3;10(11):208. doi: 10.3390/dj10110208. PMID: 36354653; PMCID: PMC9689175.

Magne P, Dietschi D, Holz J. Esthetic restorations for posterior teeth: practical and clinical considerations. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1996 Apr;16(2):104-19. PMID: 9084299.

Magne P, Douglas WH. Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. *Int J Prosthodont*. 1999 Mar-Apr;12(2):111-21. PMID: 10371912.

Magne P, Kim TH, Cascione D, Donovan TE. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *J Prosthet Dent*. 2005 Dec;94(6):511-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2005.10.010. PMID: 16316797.

Marquezan M, Corrêa FN, 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 Dec;54(12):1111-7. doi: 10.1016/j.archoralbio.2009.09.007. Epub 2009 Oct 29. PMID: 19878926.

Marshall GW, Habelitz S, Gallagher R, Balooch M, Balooch G, Marshall SJ. Nanomechanical properties of hydrated carious human dentin. *J Dent Res*. 2001 Aug;80(8):1768-71. doi: 10.1177/00220345010800081701. PMID: 11669491.

Marsh PD. Dental plaque as a biofilm and a microbial community - implications for health and disease. *BMC Oral Health*. 2006 Jun 15;6 Suppl 1: S1-S14. doi: 10.1186/1472-6831-6-S1-S14. PubMed PMID: 16934115; PubMed Central PMCID: PMC2147593.

Mertz-Fairhurst EJ, Curtis JW Jr, Ergle JW, Rueggeberg FA, Adair SM. Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: results at year 10. *J Am Dent Assoc*. 1998 Jan;129(1):55-66. doi: 10.14219/jada.archive.1998.0022. PMID: 9448347.

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 Oct;74(10):1679-88. doi: 10.1177/00220345950740100901. PMID: 7499591.

Nakajima M, Sano H, Urabe I, Tagami J, Pashley DH. Bond strengths of single-bottle dentin adhesives to caries-affected dentin. Oper Dent. 2000 Jan-Feb;25(1):2-10. PMID: 11203785.

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 Feb 15;72(2):268-75. doi: 10.1002/jbm.b.30149. PMID: 15497168.

Nakajima M, Kunawarote S, Prasansuttiporn T, Tagami. Bonding to caries-affected dentin. Jpn Dent Sci Rev. 2011;47:102–14. doi: 10.1016/j.jdsr.2011.03.002

Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. J Dent Res. 1983;62:1076–81.

Nathanson D. Current developments in esthetic dentistry. Curr Opin Dent. 1991 Apr;1(2):206-11. PMID: 1777667.

Neves Ade A, Coutinho E, Cardoso MV, de Munck J, Van Meerbeek B. Micro-tensile bond strength and interfacial characterization of an adhesive bonded to dentin prepared by contemporary caries-excitation techniques. Dent Mater. 2011 Jun;27(6):552-62. doi: 10.1016/j.dental.2011.02.008. Epub 2011 Apr 13. PMID: 21489617.

Nikaido T, Kunzelmann KH, Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Cox CF, et al. The in vitro dentin bond strengths of two adhesive systems in class I cavities of human molars. J Adhes Dent. 2002 Spring;4(1):31-9. PMID: 12071627.

Nishitani Y, Yoshiyama M, Tay FR, Wadgaonkar B, Waller J, Agee K, et al. Tensile strength of mineralized/demineralized human normal and carious dentin. J Dent Res.

2005 Nov;84(11):1075-8. doi: 10.1177/154405910508401121. PMID: 16246945; PMCID: PMC1761123.

Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998;114:514–9.

Ogawa K, Yamashita Y, Ichijo T, Fusayama T. The ultrastructure and hardness of the transparent layer of human carious dentin. *J Dent Res*. 1983 Jan;62(1):7-10. doi: 10.1177/00220345830620011701. PMID: 6571859.

Oliveira EF, Carminatti G, Fontanella V, Maltz M. The monitoring of deep caries lesions after incomplete dentine caries removal: results after 14-18 months. *Clin Oral Investig*. 2006 Jun;10(2):134-9. doi: 10.1007/s00784-006-0033-8. PubMed PMID: 16550396.

Oong EM, Griffin SO, Kohn WG, Gooch BF, Caufield PW. The effect of dental sealants on bacteria levels in caries lesions: a review of the evidence. *J Am Dent Assoc*. 2008 Mar;139(3):271-8; quiz 357-8. doi: 10.14219/jada.archive.2008.0156. PMID: 18310731.

Opal S, Garg S, Dhindsa A, Taluja T. Minimally invasive clinical approach in indirect pulp therapy and healing of deep carious lesions. *J Clin Pediatr Dent*. 2014 Spring;38(3):185-92. doi: 10.17796/jcpd.38.3.r79r872218284q20. PubMed PMID: 25095310.

Opdam NJ, van de Sande FH, Bronkhorst E, Cenci MS, Bottenberg P, Pallesen U, et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*. 2014 Oct;93(10):943-9. doi: 10.1177/0022034514544217. Epub 2014 Jul 21. PMID: 25048250; PMCID: PMC4293707.

Pallesen U, Qvist V. Composite resin fillings and inlays. An 11-year evaluation. *Clin Oral Investig*. 2003 Jun;7(2):71-9. doi: 10.1007/s00784-003-0201-z. Epub 2003 May 10. PMID: 12740693.

Park JS, Lee JS, Park JW, Chung WG, Choi EH, Lee Y. Comparison of push-out bond strength of fiber-reinforced composite resin posts according to cement thickness. *J Prosthet Dent*. 2017 Sep;118(3):372-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.11.007. Epub 2017 Feb 20. PMID: 28222875.

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;67:467–70.

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 Jan;27(1):1-16. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.016. Epub 2010 Nov 27. PMID: 21112620; PMCID: PMC3857593.

Perdigão J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater*. 2010 Feb;26(2):e24-37. doi: 10.1016/j.dental.2009.11.149. Epub 2009 Dec 14. PMID: 20005565.

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. Epub 2020 Dec 16. PMID: 33326969.

Pintado-Palomino K, de Almeida CVVB, da Motta RJG, Fortes JHP, Tirapelli C. Clinical, double blind, randomized controlled trial of experimental adhesive protocols in caries-affected dentin. *Clin Oral Investig*. 2019 Apr;23(4):1855-1864. doi: 10.1007/s00784-018-2615-7. Epub 2018 Sep 15. PMID: 30218228.

Poitevin A, De Munck J, Van Landuyt K, Coutinho E, Peumans M, Lambrechts P, et al. Influence of three specimen fixation modes on the micro-tensile bond strength of adhesives to dentin. *Dent Mater J*. 2007 Sep;26(5):694-9. doi: 10.4012/dmj.26.694. PMID: 18203470.

Ricketts D, Lamont T, Innes NP, Kidd E, Clarkson JE. Operative caries management in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Mar 28;(3):CD003808. doi: 10.1002/14651858.CD003808.pub3. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2019 Jul 24;7:CD003808. PMID: 23543523.

Ricketts D, Innes N, Schwendicke F. Selective removal of carious tissue. *Monogr Oral Sci*. 2018;27:82-91. doi: 10.1159/000487838. Epub 2018 May 24. PMID: 29794475.

Schwendicke F, Dörfer CE, Paris S. Incomplete caries removal: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*. 2013 Apr;92(4):306-14. doi: 10.1177/0022034513477425. PubMed PMID: 23396521.

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. PubMed PMID: 27099358.

Schwendicke F. Contemporary concepts in carious tissue removal: A review. *J Esthet Restor Dent*. 2017 Nov 12;29(6):403-8. doi:10.1111/jerd.12338. PubMed PMID: 28925550.

Seale NS, Randall R. The use of stainless steel crowns: a systematic literature review. *Pediatr Dent*. 2015 Mar-Apr;37(2):145-60. PMID: 25905656.

Sirisha K, Rambabu T, Shankar YR, Ravikumar P. Validity of bond strength tests: A critical review: Part I. *J Conserv Dent*. 2014 Jul;17(4):305-11. doi: 10.4103/0972-0707.136340. PMID: 25125840; PMCID: PMC4127686.

Skupien JA, Cenci MS, Opdam NJ, Kreulen CM, Huysmans MC, Pereira-Cenci T. Crown vs. composite for post-retained restorations: A randomized clinical trial. *J Dent*. 2016 May;48:34-9. doi: 10.1016/j.jdent.2016.03.007. Epub 2016 Mar 11. PMID: 26976553.

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 Jul;33(6):499-507. doi: 10.1016/j.jdent.2004.11.009. Epub 2005 Feb 2. PMID: 15935270.

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. PubMed PMID: 18519994; PubMed Central PMCID: PMC2692285.

Tjäderhane L, Tezvergil-Mutluay A. Performance of adhesives and restorative materials after selective removal of carious lesions: restorative materials with anticaries properties. *Dent Clin North Am*. 2019 Oct;63(4):715-729. doi: 10.1016/j.cden.2019.05.001; PubMed Central PMID: 31470925.

Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry--a review. FDI Commission Project 1-97. *Int Dent J*. 2000 Feb;50(1):1-12. doi: 10.1111/j.1875-595x.2000.tb00540.x. PMID: 10945174.

Unlu N, Gunal S, Ulker M, Ozer F, Blatz MB. Influence of operator experience on *In vitro* bond Strength of dentin adhesives. *J Adhes Dent*. 2012;14:223–7.

Van den Breemer CRG, Buijs GJ, Cune MS, Özcan M, Kerdijk W, Van der Made S, Gresnigt MMM. Prospective clinical evaluation of 765 partial glass-ceramic posterior restorations luted using photo-polymerized resin composite in conjunction with immediate dentin sealing. *Clin Oral Investig*. 2021 Mar;25(3):1463-1473. doi: 10.1007/s00784-020-03454-7. Epub 2020 Aug 12. PMID: 32785851; PMCID: PMC7878261.

Van 't Hof MA, Frencken JE, van Palenstein Helderman WH, Holmgren CJ. The atraumatic restorative treatment (ART) approach for managing dental caries: a meta-analysis. *Int Dent J*. 2006 Dec;56(6):345-51. doi: 10.1111/j.1875-595x.2006.tb00339.x. PMID: 17243467.

Veneziani M. Posterior indirect adhesive [SEP]restorations: updated indications [SEP]and the morphology driven [SEP]preparation technique. *Int J Esthet Dent*. 2017;12(2):204-230. PMID: 28653051.

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 Aug;151(8):614-624.e18. doi: 10.1016/j.adaj.2020.05.006. PMID: 32718491.

Wang Y, Spencer P, Walker MP. Chemical profile of adhesive/caries-affected dentin interfaces using Raman microspectroscopy. *J Biomed Mater Res A*. 2007 May;81(2):279-86. doi: 10.1002/jbm.a.30981. PMID: 17120213; PMCID: PMC2084387.

Wu Z, Li F, Liu C, Si X. Interfacial sealing between normal dentin and caries-affected dentin with glass-ceramic and three types of bonding systems. *Am J Dent*. 2019 Oct;32(5):260-264. PMID: 31675196.

Yoshiyama M, Urayama A, Kimochi T, Matsuo T, Pashley DH. Comparison of conventional vs self-etching adhesive bonds to caries-affected dentin. *Oper Dent*. 2000 May-Jun;25(3):163-9. PMID: 11203811.