

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

CAMILA FARIAS MONTELES

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE UM PRIMER DE DIMETILSULFÓXIDO NAS
PROPRIEDADES ADESIVAS EM DENTINA AFETADA POR CÁRIE**

PONTA GROSSA

2026

CAMILA FARIAS MONTELES

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE UM PRIMER DE DIMETILSULFÓXIDO NAS
PROPRIEDADES ADESIVAS EM DENTINA AFETADA POR CÁRIE**

Dissertação apresentada como pré-requisito para obtenção do título mestre em Odontologia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em Odontologia - Área de Concentração: Dentística Restauradora. Linha de Pesquisa: Propriedades Físico-Químicas e Biológicas dos Materiais Odontológicos.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio

PONTA GROSSA

2026

M776 Monteles, Camila Farias
 Efeito da aplicação de um primer de dimetilsulfóxido nas propriedades adesivas em dentina afetada por cárie / Camila Farias Monteles. Ponta Grossa, 2026.
 52 f.

 Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de Concentração: Dentística Restauradora), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

 Orientador: Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio.

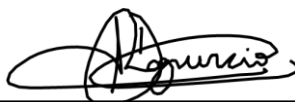
 1. Cárie dentária. 2. Dimetilsulfóxido. 3. Adesão dentinária. I. Loguercio, Alessandro Dourado. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Dentística Restauradora. III.T.

CDD: 617.695

CAMILA FARIAS MONTELES

Efeito da aplicação de um primer de dimetilsulfóxido nas propriedades adesivas em dentina afetada por cárie

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto sensu em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Dentística Restauradora, linha de pesquisa em Propriedades Físico – Químicas e Biológicas dos Materiais Dentários.



Prof. Dr. Alessandro - Orientador
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Mario Felipe Gutiérrez Reyes
Universidad de los Andes



Prof. Dr. Andrés Felipe Millan Cardenas
Universidade Federal do Maranhão

DADOS CURRICULARES

CAMILA FARIAS MONTELES

NASCIMENTO

08 – 08 - 2000

Anapurus – Maranhão – Brasil

FILIAÇÃO

Francisjane Carvalho Monteles

Osmarildes dos Santos Farias

2018 – 2023

Curso de Graduação em Odontologia pela
Universidade CEUMA (CEUMA), São Luís,
Maranhão.

2024 – 2026

Curso de Pós-graduação em Odontologia.
Área de concentração: Dentística Restauradora.
Nível Mestrado em Odontologia.
Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG),
PR, Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir chegar até aqui, por me sustentar e não me deixar desistir frente aos desafios.

A minha família que, mesmo em meio a distância, entenderam as minhas escolhas e estiveram na torcida por mim.

As minhas amigas por fazerem parte do meu dia a dia tornarem o fardo mais leve e estarem sempre ao meu lado.

Aos doutorandos e amigos Michel, Pedro e Gabriel por todo auxílio e por sanarem minhas dúvidas sempre que necessário.

Aos meus amigos Diego e Eduarda que estiveram comigo no laboratório e dividiram o peso de “*bond*”.

Aos meus professores Andrés e Fabiana pelo incentivo e torcida para que eu chegasse aqui.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Maranhão (FAPEMA), pelo financiamento de bolsa de iniciação científica, o que me conduziu ao mestrado.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa e o Programa de Pós-Graduação pela oportunidade de estar em uma das melhores universidades.

A CAPES, por conceder a bolsa de pós-graduação, permitindo que eu chegasse a este momento.

Aos funcionários da UEPG que se dispõem a nos ajudar desde os laboratórios até às clínicas.

Ao meu orientador pelo incentivo e preocupação, com a pesquisa e com minha adaptação em outro estado, muito obrigada pela oportunidade de me orientar e me permitir fazer parte desse grupo.

RESUMO

MONTELES CF. **Efeito da aplicação de um primer de dimetilsulfóxido nas propriedades adesivas em dentina afetada por cárie** [Dissertação] - Mestrado em Odontologia – Área de Concentração Dentística Restauradora - Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2026.

Avaliar o efeito da aplicação de dimetilsulfóxido (DMSO) nas propriedades adesivas em dentina hígida e afetada por cárie. Cento e sessenta terceiros molares humanos foram distribuídos em dezesseis grupos de acordo com quatro fatores: 1. Substrato dentinário (hígido e cariado), 2. Sistema adesivo (ZipBond Universal e Tetric N-Bond Universal), 3. Estratégia adesiva (condicionamento e lavagem – CL e autocondicionante – AC) e 4. Tratamento (controle e aplicação de DMSO). O DMSO 50% (v/v) foi aplicado previamente ao protocolo adesivo. Foram avaliadas resistência de união à microtração (MPa) por meio de máquina de ensaios universal, nanoinfiltração (%) por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e grau de conversão (%) por espectroscopia micro-Raman. Os dados foram analisados por ANOVA de quatro fatores, seguida do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). A dentina afetada por cárie apresentou menores valores de resistência de união e maiores níveis de nanoinfiltração quando comparada à dentina hígida ($p < 0,05$). A aplicação do DMSO promoveu aumento significativo da resistência de união e redução da nanoinfiltração em ambos os substratos, mas especialmente em dentina afetada por cárie ($p < 0,05$). O grau de conversão foi superior nos grupos tratados com DMSO, sem prejuízo à polimerização dos sistemas adesivos ($p < 0,05$). A aplicação do DMSO como pré-tratamento melhorou o desempenho adesivo, aumentando a resistência de união e reduzindo a nanoinfiltração, especialmente em dentina afetada por cárie, sem comprometer o grau de conversão.

Palavras-chave: cárie dentária; dimetilsulfóxido; adesão dentinária.

ABSTRACT

MONTELES, C.F. **Effect of Dimethyl Sulfoxide Primer Application on the Adhesive Properties of Caries-Affected Dentin** [Master's thesis] – Master's in Dentistry, Concentration Area: Restorative Dentistry – State University of Ponta Grossa, 2026.

To evaluate the effect of dimethyl sulfoxide (DMSO) application on the immediate adhesive properties of sound dentin and caries-affected dentin. One hundred and sixty human third molars were distributed into sixteen groups according to four factors: 1. Dentin substrate (sound and caries-affected), 2. Adhesive system (ZipBond Universal and Tetric N-Bond Universal), 3. Adhesive strategy (etch-and-rinse – ER and self-etch – SE), and 4. Treatment (control and DMSO application). A 50% (v/v) DMSO solution was applied prior to the adhesive protocol. Microtensile bond strength (MPa) was evaluated using a universal testing machine, nanoleakage (%) by scanning electron microscopy (SEM), and degree of conversion (%) by micro-Raman spectroscopy. Data were analysed using four-way ANOVA followed by Tukey's test ($\alpha = 0.05$). Caries-affected dentin showed lower bond strength values and higher nanoleakage levels compared with sound dentin ($p < 0.05$). DMSO application significantly increased bond strength and reduced nanoleakage in both substrates, especially in caries-affected dentin ($p < 0.05$). The degree of conversion was higher in the DMSO-treated groups, with no detrimental effect on adhesive system polymerization ($p < 0.05$). DMSO application as a pretreatment improved adhesive performance by increasing bond strength and reducing nanoleakage, especially in caries-affected dentin, without compromising the degree of conversion.

Keywords: dental caries; dimethyl sulfoxide; dentin adhesion

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Preparo da superfície de dentina	23
Figura 2.	Protocolo adesivo	27
Figura 3.	Protocolo restaurador	28
Figura 4.	Preparo dos corpos de prova	29
Figura 5.	Teste de Microtração	30
Figura 6.	Teste de Nanoinfiltração	31
Figura 7.	Imagens MEV	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Sistema adesivo utilizado, composição, modo de aplicação e lote	26
Tabela 2.	Tipo de fratura (%) das interfaces resina-dentina obtidas após o teste de resistência de união à microtração em cada condição experimental.....	34
Tabela 3.	Médias e desvios-padrão da resistência de união à microtração (MPa)	36
Tabela 4.	Médias e desvios-padrão da nanoinfiltração (%) obtida em cada condição experimental	38
Tabela 5.	Médias e desvios-padrão do grau de conversão (%)	41

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AU	Estratégia autocondicionante
C	Fratura coesiva
CL	Estratégia de condicionamento ácido
COEP	Comitê de ética em pesquisa
DAC	Dentina afetada por cariada
DH	Dentina hígida
DMSO	Dimetilsulfóxido
FP	Fratura prematura
LED	Diodo emissor de luz, pela frase em inglês <i>Light Emitting Diode</i>
M	Fratura mista
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
NI	Nanoinfiltração
N° ou n	Número
RU	Resistência de união

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

#	Número
%	Porcentagem
=	Igual
<	Menor que
>	Maior que
≈	Aproximadamente
μm	Micrometro
s	Segundo (s)
min	Minuto (s)
MPa	Mega Pascal
mm	Milímetro (s)
mm ²	Milímetro (s) quadrado (s)
mm/min	Milímetro (s) por minuto
mW	MiliWatts
mW/cm ²	MiliWatts por centímetro (s) quadrado
°C	Grau (s) Celsius
n	Número de corpos de prova
N	Newton
X	Número de vezes
rpm	Rotações por minuto
h	Hora (s)
α	Nível de significância
p	Valor de probabilidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	CÁRIE DENTÁRIA: MECANISMOS E IMPACTO SOBRE A DENTINA	15
2.2	DENTINA AFETADA: ESTRUTURA, COLÁGENO E ADESÃO	16
2.3	DEGRADAÇÃO DA INTERFACE ADESIVA EM DENTINA AFETADA POR CÁRIE.....	17
2.4	DIMETILSULFÓXIDO (DMSO) NA ADESÃO À DENTINA	18
2.5	DURABILIDADE DA UNIÃO ADESIVA À DENTINA AFETADA PELA CÁRIE	19
3	OBJETIVOS	21
3.1	OBJETIVO GERAL	21
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
4	MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1	CÁLCULO AMOSTRAL	22
4.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
4.3	SELEÇÃO DOS DENTES	12
4.4	PREPARO DOS ESPÉCIMENS	23
4.5	INDUÇÃO DE CÁRIE ARTIFICIAL	23
4.6	PROTOCOLO ADESIVO	25
4.7	PREPARO DAS RESTAURAÇÕES	27
4.8	OBTENÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA	28
4.9	TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO POR MICROTRAÇÃO	29
4.10	TESTE DE RESISTÊNCIA NANOINFILTRAÇÃO	30
4.11	ANÁLISE DO GRAU DE CONVERSÃO	31
4.12	ANÁLISE ESTATÍSTICA	32
5	RESULTADOS	33
5.1	RESISTÊNCIA DE UNIÃO À MICROTRAÇÃO (RU)	33
5.2	AVALIAÇÃO DA NANOINFILTRAÇÃO (NI)	37
5.3	AVALIAÇÃO DO GRAU DE CONVERSÃO (%)	39
6	DISCUSSÃO	42

7	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	46
	ANEXO A – APROVAÇÃO DO PROJETO PELA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA (COEP / UEPG)	49

1. INTRODUÇÃO

A adesão de materiais restauradores à estrutura dentária constitui etapa fundamental para o sucesso clínico de restaurações diretas em resina composta (Junior et al. ¹ 2020). A qualidade e a estabilidade da interface adesiva dependem da interação entre os sistemas adesivos e o substrato dentinário, que apresenta características estruturais e composicionais próprias. Dessa forma, a compreensão das particularidades da dentina e de seu comportamento frente aos protocolos adesivos é essencial para otimizar os resultados clínicos em longo prazo (Isolan et al. ² 2018; Pashley et al. ³ 2011).

Entretanto, na prática clínica, a adesão raramente ocorre sobre dentina hígida. Dentre os inúmeros fatores que podem levar a necessidade de tratamento restaurador, a cárie dental se destaca como um dos principais motivos (Jardim et al. ⁴ 2017). O acometimento pela doença cárie implica em alterações significativas no tecido dentinário, resultando em uma desmineralização parcial, exposição e alteração da matriz colágena, além de mudanças na morfologia dos túbulos dentinários. Essas características tendem a comprometer a infiltração homogênea dos monômeros resinosos, favorecendo uma maior retenção de água na interface e contribuindo para a formação de uma camada híbrida mais suscetível à degradação ao longo do tempo (Gutiérrez et al. ⁵ 2019; Zarella et al. ⁶ 2015).

Diante dessas limitações, diferentes estratégias têm sido propostas com o objetivo de melhorar a qualidade e a durabilidade da interface adesiva, especialmente em substratos dentinários alterados (Isolan et al. ² 2018). No entanto, apesar dos resultados promissores em avaliações imediatas, a manutenção das propriedades adesivas a longo prazo ainda representa um desafio, evidenciando a necessidade de abordagens mais eficazes e previsíveis (Dávila-Sánchez et al. ⁷ 2020; Stape et al. ⁸ 2015).

Nesse contexto, a aplicação do dimetilsulfóxido (DMSO) tem emergido como uma alternativa promissora para melhorar a infiltração de monômeros resinosos em substratos dentários alterados (Stape et al. ⁸ 2015). O DMSO é um solvente aprótico polar capaz de dissolver componentes polares e apolares (Marren ⁹ 2011), e sua eficácia na melhoria da adesão à dentina hígida já foi relatada na literatura (Marren ⁹ 2011; Stape et al. ¹⁰ 2018). Além disso, devido ao seu reduzido tamanho molecular e

à sua natureza anfifílica, o DMSO pode promover a dissociação do colágeno altamente reticulado em uma rede mais esparsa de fibrilas, reduzindo a autoassociação da água e melhorando a molhabilidade da dentina desmineralizada quando aplicado previamente ao procedimento adesivo, mantendo a resistência de união imediata à dentina sadia (Mehtälä et al. ¹¹ 2017). Adicionalmente, evidências recentes indicam que o DMSO apresenta baixa citotoxicidade transdentinária, mesmo quando utilizado em dentina profunda, sendo considerado biologicamente seguro quando comparado a outros solventes, como o etanol (Salim et al. ¹² 2026).

No entanto, quando se considera a dentina afetada por cárie, nenhum estudo aborda o efeito do DMSO nesse substrato. O estudo de Cardenas *et al.* (2021) (Cardenas et al. ¹³ 2021) demonstrou que a aplicação do DMSO previamente ao sistema adesivo em dentina erodida resultou em aumento das propriedades adesivas. Contudo, apenas o substrato erodido foi avaliado, não havendo, até o momento, evidências científicas que avaliem o efeito do DMSO na dentina afetada por cárie. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da aplicação de dimetilsulfóxido nas propriedades adesivas em dentina afetada por cárie.

A hipótese nula foi que a aplicação do dimetilsulfóxido (DMSO) como pré-tratamento não influenciaria as propriedades adesivas à dentina, independentemente do substrato dentinário, do sistema adesivo e da estratégia adesiva empregada.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CÁRIE DENTÁRIA: MECANISMOS E IMPACTO SOBRE A DENTINA

A cárie dentária é uma doença crônica, multifatorial e biofilme-dependente caracterizada pelo desequilíbrio entre os processos de desmineralização e remineralização dos tecidos dentários. Sua elevada prevalência persiste mundialmente, afetando indivíduos de diferentes faixas etárias e configurando-se como importante problema de saúde pública (Borg-Bartolo et al.¹⁴ 2022; Kassebaum et al.¹⁵ 2015). Com o aumento da retenção dentária ao longo da vida, especialmente em idosos, observa-se alta ocorrência de lesões cariosas coronárias e radiculares, com impacto negativo na função mastigatória, estética e qualidade de vida (Chan et al.¹⁶ 2021; Frencken¹⁷ 2017).

Durante o desenvolvimento da lesão cariosa, ocorre uma redução do pH na interface biofilme–tecido mineralizado, resultando na dissolução dos cristais de hidroxiapatita e na perda progressiva de minerais da estrutura dentária (Nisar et al.¹⁸ 2025; Marshall Jr et al.¹⁹ 1997). Essa atividade desmineralizante compromete não somente o esmalte, mas também a dentina subjacente, tornando-a estruturalmente mais frágil e suscetível ao avanço do processo patológico (Goldberg et al.²⁰ 2011).

A dentina afetada pela cárie apresenta desmineralização parcial da matriz, com exposição e desorganização das fibrilas colágenas, aumento da porosidade e redução do conteúdo mineral (Sung et al.²¹ 2016; De Siqueira et al.²² 2020). Essas alterações estruturais modificam de forma significativa a resposta do substrato frente aos procedimentos restauradores, especialmente aos sistemas adesivos, uma vez que a perda de minerais e a desorganização do colágeno comprometem a difusão e a polimerização dos monômeros resinosos na matriz dentinária. Além disso, o comportamento mecânico e químico da dentina afetada difere substancialmente daquele observado em tecido hígido, exigindo adaptações na técnica restauradora e na seleção dos materiais utilizados (Perdigão et al.²³ 2013; Bedran-Russo et al.²⁴ 2014).

Além disso, a retenção de umidade e as alterações morfológicas e bioquímicas favorecem a degradação da camada híbrida, tornando-a mais permeável e vulnerável à ação enzimática ao longo do tempo (Stape et al.²⁵ 2016; Armstrong et al.²⁶ 2017). Dessa forma, compreender as características da dentina afetada pela cárie é

essencial para o desenvolvimento de estratégias que possam melhorar o desempenho clínico e a durabilidade dos procedimentos adesivos.

2.2 DENTINA AFETADA: ESTRUTURA, COLÁGENO E ADESÃO

A dentina afetada pelo processo carioso não constitui um substrato homogêneo, apresentando alterações estruturais e químicas conforme a progressão da lesão. De acordo com a abordagem minimamente invasiva, as camadas mais externas, altamente contaminadas e irreversivelmente degradadas, devem ser removidas, enquanto as regiões internas, com menor comprometimento e maior preservação da matriz colágena, podem ser mantidas por apresentarem potencial de remineralização (Nisar et al. ¹⁸ 2025; Taha et al. ²⁷ 2020).

A desmineralização parcial promove exposição e desorganização das fibrilas colágenas, aumento da porosidade e da permeabilidade tubular, além de maior retenção de umidade nesse substrato (Goldberg et al. ²⁰ 2011; Sung et al. ²¹ 2016; Atomura et al. ²⁸ 2018). Tais alterações dificultam a infiltração dos monômeros adesivos e comprometem a formação de uma camada híbrida integrada e estável, resultando em uma interface mais heterogênea e vulnerável à degradação hidrolítica (Nisar et al. ¹⁸ 2025; Hass et al. ²⁹ 2013). Essas características tornam a dentina afetada um substrato desafiador para a adesão quando comparado à dentina hígida (Marshall Jr et al. ¹⁹ 1997).

Além disso, a qualidade da união adesiva tende a apresentar valores inferiores em dentina afetada quando comparada à dentina saudável, conforme demonstrado por estudos de microtração com diferentes sistemas adesivos (Shibata et al. ³⁰ 2016). A baixa resistência mecânica e a menor estabilidade química do colágeno exposto favorecem a presença de áreas com incompleta infiltração resinosa e espessura irregular na camada híbrida, o que pode resultar em nanoinfiltração e menor durabilidade clínica das restaurações (Atomura et al. ²⁸ 2018; Muñoz et al. ³¹ 2015).

Somado a isso, a dentina afetada pela cárie apresenta maior suscetibilidade à degradação hidrolítica e enzimática da interface adesiva, devido à ativação de metaloproteinases de matriz e catepsinas endógenas que degradam o colágeno exposto ao longo do tempo (Stape et al. ³² 2016). Essa degradação progressiva contribui para a perda de integridade e resistência mecânica da camada híbrida, comprometendo a longevidade da restauração. Diante desse cenário, a aplicação de

estratégias que possam estabilizar a matriz colágena e preservar a qualidade da interface adesiva torna-se indispensável, justificando o crescente interesse em abordagens biomodificadoras aplicadas à dentina afetada (Bedran-Russo et al. ²⁴ 2014).

2.3 DEGRADAÇÃO DA INTERFACE ADESIVA EM DENTINA AFETADA POR CÁRIE

A estabilidade da interface adesiva é um dos principais fatores determinantes para a longevidade clínica das restaurações à base de resina. Em dentina hígida, a adequada infiltração dos monômeros resinosos na matriz colágena desmineralizada favorece a formação de uma camada híbrida relativamente homogênea e resistente. Entretanto, quando o substrato corresponde à dentina afetada por cárie, as alterações estruturais e bioquímicas previamente descritas tornam a interface adesiva mais suscetível à degradação ao longo do tempo (Mehtälä et al. ¹¹ 2017; Borg-Bartolo et al. ¹⁴ 2022).

A maior retenção de umidade, associada à desorganização das fibrilas colágenas e à redução do conteúdo mineral, favorece a formação de áreas com infiltração resinosa incompleta e maior permeabilidade da camada híbrida. Essas regiões ricas em água funcionam como vias preferenciais para a degradação hidrolítica da matriz polimérica, comprometendo a integridade da interface resina-dentina e contribuindo para a redução progressiva da resistência de união (Cardenas et al. ¹³ 2021; Chan et al. ¹⁶ 2021).

Além da degradação hidrolítica, a dentina afetada por cárie apresenta maior atividade de enzimas proteolíticas endógenas, como as metaloproteinases da matriz (MMPs) e as catepsinas, que permanecem aprisionadas na dentina mineralizada e são ativadas após os procedimentos adesivos. Essas enzimas atuam diretamente na degradação do colágeno exposto na camada híbrida, acelerando o processo de deterioração da interface adesiva e reduzindo sua durabilidade clínica (Borg-Bartolo et al. ¹⁴ 2022; Goldberg et al. ²⁰ 2011).

Como consequência desses mecanismos, estudos demonstram que a união adesiva à dentina afetada por cárie apresenta menor estabilidade quando comparada à dentina hígida, especialmente após períodos de envelhecimento, armazenamento em água ou ciclagem térmica. A perda progressiva da integridade da camada híbrida está associada a maior ocorrência de nanoinfiltração, falhas marginais e redução da

longevidade das restaurações adesivas (Mehtälä et al. ¹¹ 2017; Marshall Jr et al. ¹⁹ 1997). Dessa forma, torna-se fundamental a investigação de estratégias capazes de minimizar a retenção de água e favorecer uma infiltração mais eficiente dos monômeros resinosos nesse substrato, visando à formação de interfaces adesivas mais estáveis e duráveis.

2.4 DIMETILSULFÓXIDO (DMSO) NA ADESÃO À DENTINA

O dimetilsulfóxido (DMSO) é um solvente orgânico polar aprótico amplamente utilizado na área médica e farmacêutica, que tem despertado crescente interesse na odontologia restauradora devido às suas propriedades físico-químicas favoráveis à adesão dentinária (Mehtälä et al. ¹¹ 2017). Caracteriza-se por baixa tensão superficial, elevada polaridade e pequeno tamanho molecular, fatores que conferem alto poder de difusão através de tecidos biológicos e matrizes orgânicas, incluindo a dentina desmineralizada (Stape et al. ³² 2016).

Quando aplicado como primer previamente aos sistemas adesivos, o DMSO é capaz de modificar o ambiente da matriz colágena exposta, promovendo redução da água livre e melhorando a molhabilidade do substrato. Essa modificação favorece a infiltração mais homogênea dos monômeros resinosos nos espaços interfibrilares, contribuindo para a formação de uma camada híbrida mais contínua e com menor incidência de defeitos estruturais (Stape et al. ³³ 2016). Além disso, o DMSO apresenta a capacidade de solubilizar componentes polares e apolares, facilitando a interação química entre o adesivo e o colágeno dentinário.

Evidências experimentais demonstraram que a aplicação do DMSO pode melhorar significativamente as propriedades adesivas imediatas, refletidas em maiores valores de resistência de união e redução da nanoinfiltração, especialmente quando utilizado em associação com sistemas adesivos mais hidrofílicos (Cardenas et al. ¹³ 2021). Esses efeitos são atribuídos, principalmente, à capacidade do solvente em romper a autoassociação da água, reduzindo a formação de zonas ricas em umidade na interface adesiva e favorecendo a polimerização dos monômeros infiltrados.

Além do desempenho imediato, estudos têm indicado que o DMSO também exerce influência positiva sobre a estabilidade da união adesiva ao longo do tempo. Resultados obtidos após envelhecimento artificial, incluindo armazenamento

prolongado em água e ciclagem térmica, demonstraram menor degradação da camada híbrida e maior preservação dos valores de resistência de união quando o DMSO foi utilizado previamente ao procedimento adesivo (Stape et al. ²⁵ 2016). Esses achados sugerem que o DMSO contribui para a formação de interfaces adesivas menos permeáveis e mais resistentes à degradação hidrolítica.

Embora a maior parte das evidências disponíveis tenha sido obtida em dentina hígida ou submetida a desafios artificiais, como a erosão, os mecanismos de ação do DMSO indicam potencial aplicabilidade em substratos estruturalmente comprometidos, como a dentina afetada por cárie. Considerando as características desse substrato, como maior retenção de água, colágeno exposto e maior suscetibilidade à degradação da interface adesiva, a aplicação do DMSO como primer surge como uma estratégia promissora para otimizar as propriedades adesivas e melhorar a durabilidade da união resina-dentina nesse contexto clínico específico (Stape et al. ⁸ 2015).

2.5 DURABILIDADE DA UNIÃO ADESIVA À DENTINA AFETADA POR CÁRIE

A durabilidade da união adesiva à dentina é determinante para o sucesso clínico das restaurações à base de resina, uma vez que a integridade da interface resina-dentina influencia diretamente a retenção, o selamento marginal e a longevidade do tratamento restaurador. Em dentina hígida, a formação de uma camada híbrida bem infiltrada e polimerizada pode proporcionar desempenho satisfatório ao longo do tempo. Entretanto, quando o substrato corresponde à dentina afetada por cárie, a estabilidade dessa interface torna-se significativamente mais vulnerável à degradação (Mehtälä et al. ¹¹ 2017).

As alterações estruturais e bioquímicas características da dentina afetada por cárie, como maior retenção de umidade, colágeno exposto e desorganizado e aumento da permeabilidade tubular, favorecem a degradação hidrolítica da matriz polimérica e a ativação de enzimas proteolíticas endógenas. Esses fatores contribuem para a deterioração progressiva da camada híbrida, resultando em redução da resistência de união, aumento da nanoinfiltração e comprometimento da integridade da interface adesiva ao longo do tempo (Cardenas et al. ¹³ 2021; Marshall Jr et al. ¹⁹ 1997; Goldberg et al. ²⁰ 2011).

Diversos estudos demonstraram que a adesão à dentina afetada por cárie apresenta maior perda de resistência após períodos de envelhecimento quando comparada à dentina hígida, independentemente do sistema adesivo utilizado. Essa instabilidade reforça a necessidade de estratégias que não apenas melhorem o desempenho adesivo imediato, mas que também promovam maior resistência à degradação hidrolítica e enzimática da interface resina-dentina nesse substrato clínico desafiador (Mehtälä et al. ¹¹ 2017; Chan et al. ¹⁶ 2021).

Nesse contexto, a utilização do dimetilsulfóxido como primer previamente ao procedimento adesivo tem sido investigada como uma alternativa promissora para aumentar a durabilidade da união (Cardenas et al. ¹³ 2021). Estudos realizados em dentina hígida e erodida demonstraram que o DMSO está associado à preservação dos valores de resistência de união após envelhecimento artificial, à redução da permeabilidade da camada híbrida e à menor ocorrência de nanoinfiltração, indicando formação de interfaces adesivas mais estáveis ao longo do tempo (Wendlinger et al. ³⁴ 2025; Wendlinger et al. ³⁵ 2023).

Apesar desses resultados favoráveis, observa-se que a maior parte das evidências disponíveis se refere a substratos dentinários não cariados, havendo escassez de estudos que avaliem especificamente o efeito do DMSO na durabilidade da união adesiva à dentina afetada por cárie. Considerando que esse substrato apresenta maior suscetibilidade à degradação e relevância clínica significativa, torna-se fundamental investigar o impacto da aplicação do DMSO nas propriedades adesivas da dentina afetada por cárie, visando ampliar o conhecimento científico e contribuir para o desenvolvimento de abordagens restauradoras mais previsíveis e duráveis (Cardenas et al. ¹³ 2021).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência da aplicação de dimetilsulfóxido nas propriedades adesivas à dentina afetada por cárie.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a efetividade de sistemas adesivos após a aplicação do DMSO na resistência de união à dentina afetada por cárie, por meio do teste de microtração.
- Avaliar a efetividade de sistemas adesivos após a aplicação de DMSO na nanoinfiltração à dentina afetada por cárie, por meio de MEV.
- Avaliar a efetividade de sistemas adesivos após a aplicação de DMSO no grau de conversão à dentina afetada por cárie por espectroscopia micro-Raman.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Estadual de Ponta Grossa, com parecer sob número 7.205.003 (Anexo A).

4.1 CÁLCULO AMOSTRAL

O cálculo amostral foi realizado na plataforma online: <https://www.sealedenvelope.com>, considerando o desfecho de resistência de união à microtração. Utilizaram-se média de 30 MPa e desvio-padrão de 7 MPa, obtidos em estudo prévio conduzido com o adesivo Tetric N-Bond Universal (De Siqueira et al. ²² 2020) estabeleceu-se diferença mínima detectável de 10 MPa entre grupos, alfa de 5% e poder de 80%, resultando em 8 dentes por grupo. Para prevenir perdas experimentais, definiu-se a inclusão de mais 2 dentes, assim cada grupo teve um total de 10 dentes.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O presente estudo foi projetado para avaliar quatro fatores principais: 1. Substrato dentinário, subdividido em dois níveis (dentina hígida [DH] e dentina afetada por cárie [DAC]); 2. Sistema adesivo, subdividido em dois níveis (ZipBond Universal – SDI, Bayswater, VC, Austrália; e Tetric N-Bond Universal – Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein); 3. Estratégia adesiva, com dois níveis (condicionamento e lavagem – CL e autocondicionante – AC); e 4. Tratamento, subdividido em dois níveis (controle sem aplicação de DMSO, e aplicação prévia de DMSO a 50% [v/v]). Cento e sessenta terceiros molares humanos foram distribuídos aleatoriamente em 16 grupos experimentais (n = 10), de acordo com o substrato dentinário, o sistema adesivo, a estratégia adesiva e o tratamento empregado.

Após os procedimentos restauradores, foram avaliadas as seguintes propriedades adesivas: resistência de união à microtração (MPa), nanoinfiltração (%) por MEV e grau de conversão (%) por espectroscopia micro-Raman.

4.3 SELEÇÃO DOS DENTES

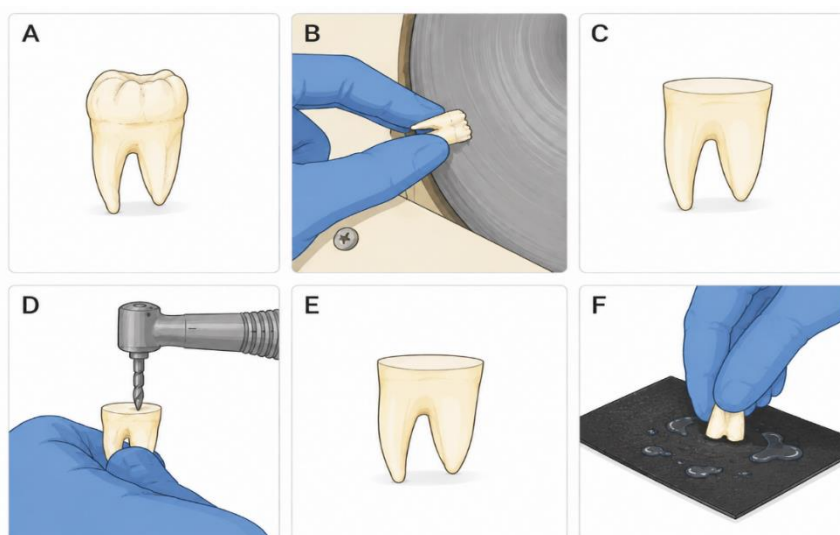
Para realização deste estudo, foram selecionados 160 molares hígidos permanentes, que foram obtidos através do Banco de Dentes Humanos (BDH) da

UEPG. Foram incluídos terceiros molares hígidos, excluindo dentes permanentes que apresentarem defeitos visíveis a olho nu, como restaurações ou cárie. Previamente, os dentes foram limpos manualmente com curetas periodontais e aparelho de ultrassom, e posteriormente armazenados em água destilada a uma temperatura ambiente.

4.4 PREPARO DOS ESPÉCIMES

As superfícies oclusais dos dentes selecionados foram desgastadas $3\text{mm} \pm 1\text{mm}$ até exposição da dentina intermediária, com auxílio de uma máquina de corte de gesso (VH Softline, Ribeirão Preto, SP, Brasil), sob refrigeração. Em seguida, visando que não houvesse interferência, a camada de esmalte da lateral foi removida com ponta diamantada em alta rotação. Logo após, as superfícies de dentina foram submetidas a uma sequência lixas de granulação 600 (3M, St. Paul, MN, EUA) em uma politriz por 1 min sob refrigeração para eliminação de remanescentes de esmalte e padronizando a camada de *smear layer* em todos os grupos. Veja Figura 1 para maiores detalhes.

Figura 1. Preparo da superfície de dentina. (A) dente hígido; (B) desgaste oclusal; (C) exposição de dentina; (D) desgaste de todas as bordas periféricas de esmalte; (E) dente preparado; (F) padronização da *smear layer*.



4.5 INDUÇÃO DE CÁRIE ARTIFICIAL

Os dentes foram selados com uma primeira camada de adesivo epóxi (Araldite, Ciba Espec Quim; São Paulo, SP, Brasil) e uma segunda camada de verniz para unhas, deixando a superfície oclusal de dentina exposta. Os espécimes foram posicionados em tubos Falcon contendo meio cariogênico composto por 3,7 g de caldo BHI (Brain Heart Infusion, Becton Dickinson; Sparks, MD, EUA), 2 g de sacarose (Sigma-Aldrich; St. Louis, MO, EUA), 1 g de glicose (Sigma-Aldrich) e 0,5 g de extrato de levedura (Sigma-Aldrich) em 100 mL de água destilada. A solução foi esterilizada em autoclave por 20 min a 121 °C antes da inoculação de 10⁸ UFC/mL de *Streptococcus mutans* ATCC 25175 (Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde; Fiocruz, RJ, Brasil) (Lenzi et al. ³⁶ 2015).

Os dentes mantidos no meio cariogênico foram incubados a 37 °C em frasco microaerofílico por 14 dias. Durante esse período, a solução cariogênica foi substituída a cada 48 h. Após o período de incubação, o biofilme foi removido com gaze e os materiais isolantes (adesivo epóxi e verniz) foram removidos manualmente com lâminas de bisturi. Os dentes foram cuidadosamente lavados com água deionizada

A presença de dentina afetada por cárie foi inicialmente identificada pela observação de superfície escurecida e amolecida. A camada externa de dentina afetada por cárie amolecida foi removida por meio de polimento manual com lixa de carboneto de silício granulação #600 por 20 s, preservando a dentina afetada por cárie e produzindo uma superfície plana.

Para confirmar a desmineralização dentinária e padronizar a manutenção da dentina afetada por cárie, foi realizado teste de microdureza Knoop utilizando microdurômetro (Shimadzu HMV II, Kyoto, Japão). Foi aplicada carga estática de 10 g por 15 s para cada indentação. Em cada superfície dentinária foram realizadas três indentações (uma central e duas adjacentes), com distância mínima de 100 µm entre elas (a esquerda e a direita), a fim de evitar interação entre as zonas de deformação plástica e garantir medidas independentes. Para cada espécime, o valor final de microdureza Knoop (KHN) foi obtido a partir da média das três indentações. Esse procedimento permitiu confirmar a desmineralização promovida pelo modelo microbiológico de cárie artificial e assegurar a padronização do substrato dentinário afetado por cárie entre os espécimes. Todo o procedimento foi realizado por um único operador previamente treinado.

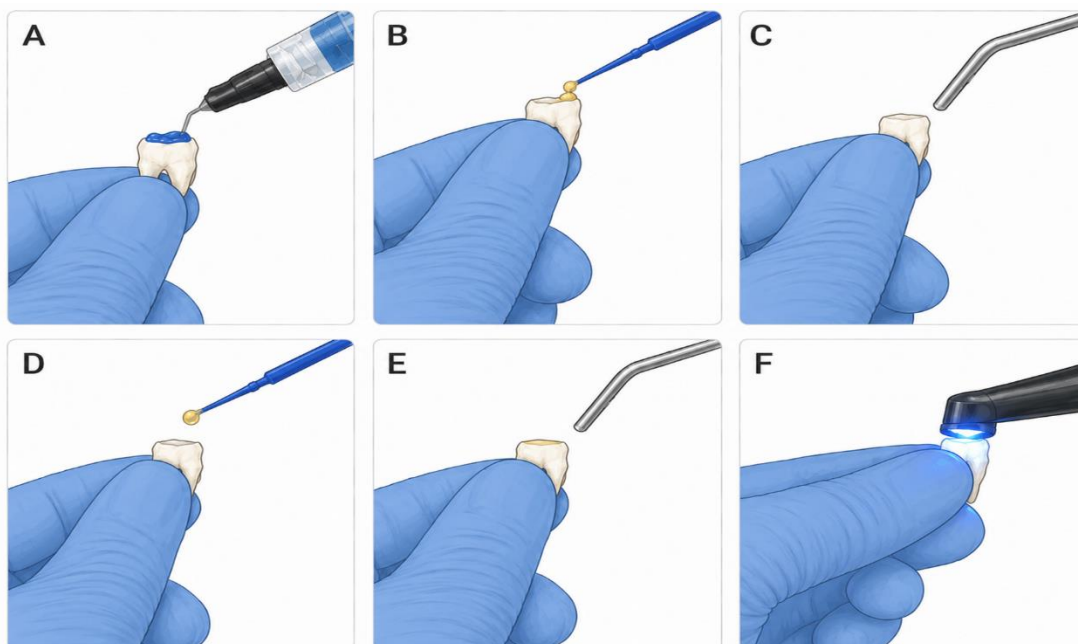
4.6 PROTOCOLO ADESIVO

O primer com DMSO foi preparado diluindo DMSO (Sigma Aldrich; St Louis, MO, EUA, pH 8,2) em água destilada 50% (v/v), conforme descrito anteriormente por Stape *et al.* (2015) (Stape et al. ⁸ 2015). O primer com DMSO foi aplicado após a condicionamento ácido (para a técnica CL), e antes da aplicação do adesivo (para técnica AC). Para ambas as estratégias, 50 µL do pré-tratamento com DMSO à base de água foi aplicado na superfície por 60 s usando um microbrush (Cavibrush blue, FGM Dental Group, Joinville, SC, Brasil). O protocolo adesivo foi realizado utilizando dois adesivos universais (ZipBond Universal – SDI, Bayswater, VC, Austrália; e Tetric N-Bond Universal – Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), foi fotoativado usando uma unidade fotoativadora LED ajustada para 1.200 mW/cm² (Quazar, FGM Dental Group, Joinville, SC, Brasil) seguindo as recomendações dos fabricantes. Os materiais utilizados, bem como suas composições químicas e técnicas de aplicação encontram-se na tabela 1 e ilustrados na figura 2.

Tabela 1. Materiais utilizados no estudo e respectivas composições.

Adesivo (lote)	Composição	Modo de aplicação	
		AC	CL
Tetric N-bond Universal (Ivoclar Vivadent) (Z073H0)	HEMA, 10-MDP, Bis-GMA, D3MA, etanol, água, dióxido de silício altamente disperso e Canforoquinona.	1. Aplicar uma camada de adesivo por 20 s; 2. Secar com jato de ar por 5 s; 3. Fotopolimerizar por 10 s a 1200 mW/cm ² .	1. Aplicar o ácido fosfórico 37% por 15 s; 2. Lavar por 15 s; 3. Secar com jato de ar por 5 s; 2. Aplicar uma camada de adesivo por 20 s; 3. Secar com jato de ar por 5 s. 4. Fotopolimerizar por 10s a 1200 mW/cm ² .
Zipbond Universal (SDI) (1232488)	10-MDP, UDMA, dimetacrilato alifático, monometacrilato alifático hidrofílico, monometacrilato ácido, etanol (30–35%), butanona, água, iniciador e flúor.	1. Aplicar duas camadas de adesivo por 10 s; 2. Deixar na superfície por 10 s; 3. Secar com jato de ar por 5 s; 4. Fotopolimerizar por 10 s a 1200 mW/cm ² .	1. Aplicar o ácido fosfórico 37% por 15 s; 2. Lavar por 15 s; 3. Secar com jato de ar por 5 s; 4. Aplicar a camada de adesivo por 10 s; 5. Deixar na superfície por 10 s; 6. Secar com jato de ar por 5 s; 7. Fotopolimerizar por 10 s a 1200 mW/cm ² .

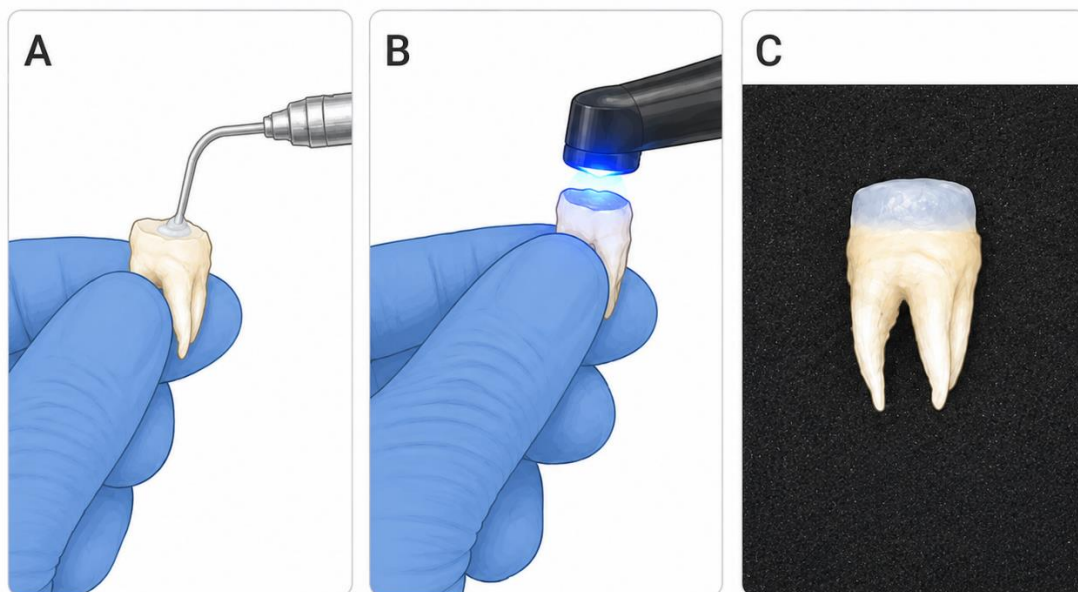
Figura 2. Protocolo adesivo. (A) Aplicação de ácido fosfórico; (B) Aplicação do DMSO; (C) Aplicação de jato de ar; (D) Aplicação do sistema adesivo; (E) Aplicação de jato de ar; (F) Fotopolimerização.



4.7 PREPARO DAS RESTAURAÇÕES

Após o protocolo adesivo, as restaurações a base de resina composta (Llis, FGM Dental Group Joinville, SC, Brasil) foram preparadas em 2-3 incrementos com espessura de 2 mm. Cada incremento foi fotoativado por 40 s a 1 mm, usando uma unidade fotoativadora LED ajustada para 1.200 mW/cm² (Quazar, FGM Dental Group, Joinville, SC, Brasil) para todos os espécimes (Figure 3). Um único operador treinado realizou todos os procedimentos adesivos. Em seguida, os dentes foram armazenados em água destilada a 37 °C por 24 h.

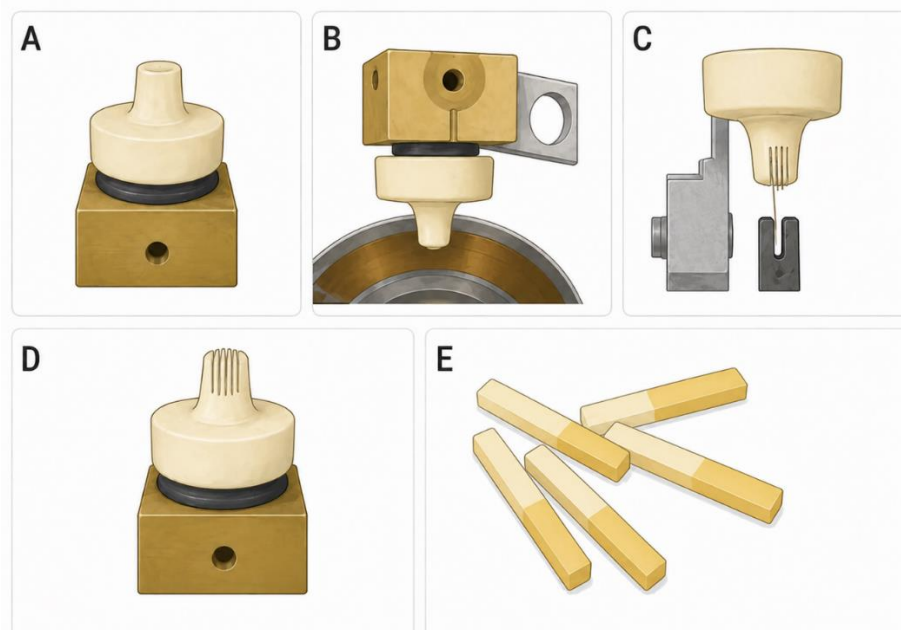
Figura 3. Protocolo Restaurador. (A) Inserção da resina composta; (B) Fotopolimerização; (C) Restauração finalizada.



4.8 OBTENÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA

Os dentes foram seccionados em segmentos mesiodistais e buco-linguais usando uma máquina de corte de precisão (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) para obter palitos de resina-dentina com uma área transversal de aproximadamente $0,8 \text{ mm}^2$ (Figura 4). Para cada dente de todos os grupos experimentais, os palitos de resina-dentina foram testados aleatoriamente após 24 h.

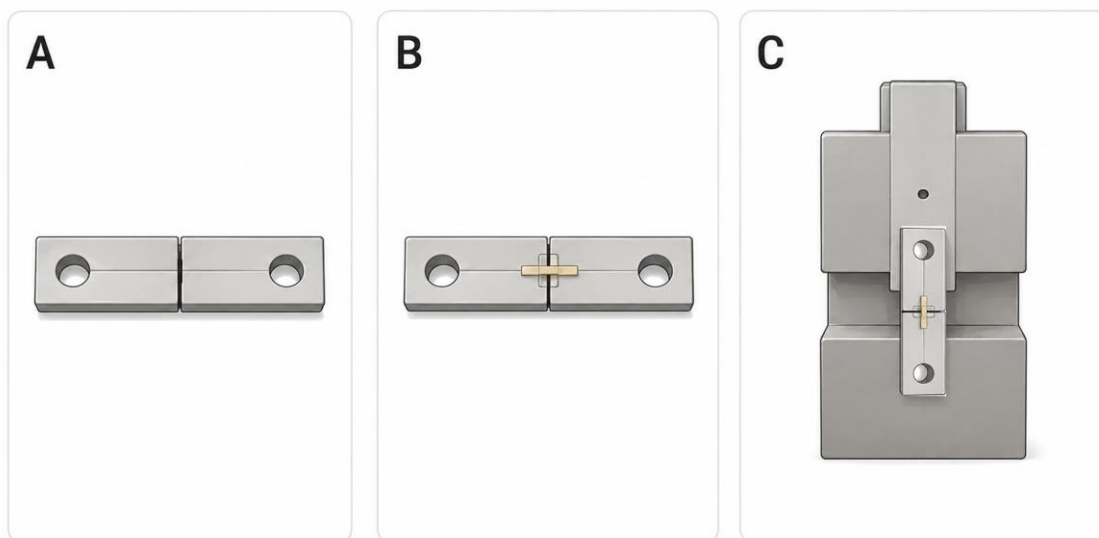
Figura 4. Preparo dos corpos de prova. (A) Espécime fixado no dispositivo; (B) Corte da amostra; (C) Fatias cortadas no sentido Vestíbulo-lingual; (D) Palitos cortados; (E) Palitos de resina e dentina.



4.9 TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO POR MICROTRAÇÃO

As áreas de secção transversal (mm^2) da interface adesiva dos palitos foram então mensuradas com um paquímetro digital (Digimatic Caliper, Mitutoyo, Kanagawa, Tóquio, Japão) esses dados foram inseridos no programa de automatização da máquina de ensaios universais (Instron 3343; Instron Norwood, Mass, EUA). Em seguida os palitos foram acoplados individualmente em garras tipo Geraldeli (Odeme Biotechnology, Joaçaba, SC, Brasil), utilizando uma cola a base de cianoacrilato em gel (IC-Gel, bSi Inc., CA, USA) a fim de posicionar a interface adesiva perpendicular ao longo eixo de tração. O dispositivo de Geraldeli contendo o palito já aderido foi então acoplado a máquina de ensaios universais (Figura 5) e os palitos tracionados até a falha sob velocidade de 1mm/min com uma célula de carga de 10 N (Armstrong et al. ³⁷ 2017). Após teste de microtração, os palitos passaram por uma inspeção para determinar o tipo de fratura, que foram classificadas em: Falha prematura (FP), Coesiva em dentina ou resina (C) ou Adesiva/Mista (A/M) (Armstrong et al. ²⁶ 2017).

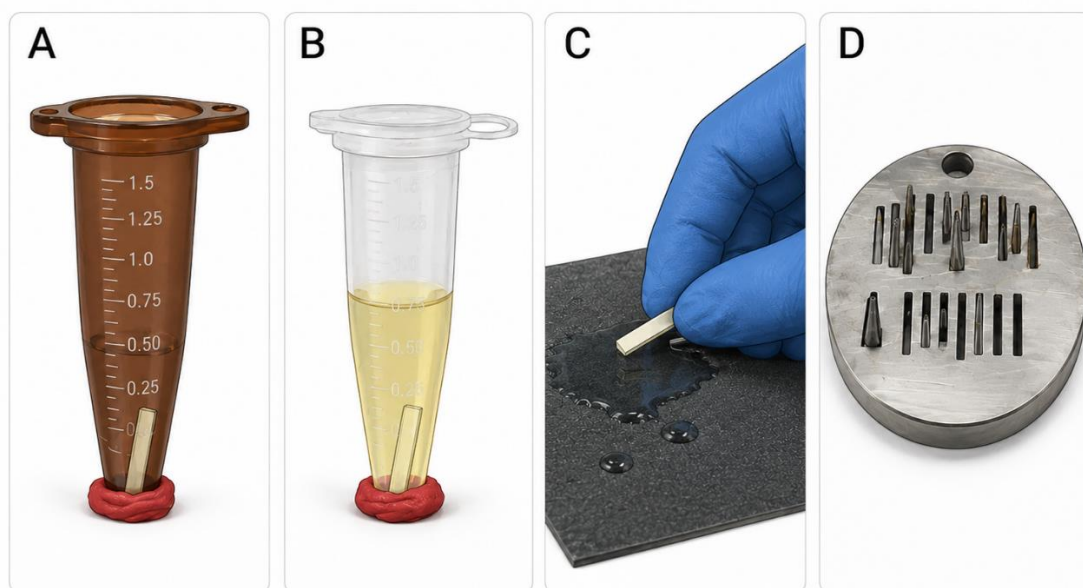
Figura 5. Teste de Microtração. (A) Garras tipo Geraldeli; (B) Fixação dos palitos nas garras; (C) Tracionamento na máquina de ensaios universais.



4.10 TESTE DE NANOINFILTRAÇÃO

Três palitos de cada grupo que não foram utilizados para o teste de microtração foram selecionados aleatoriamente para análise da nanoinfiltração. Os palitos foram submersos em uma solução de nitrato de prata amoniacal 50% ($\text{pH} = 7,0$) em um recipiente escuro por 24 h. Em seguida os palitos foram lavados com água destilada abundantemente e na sequência submersos em uma solução reveladora (Rochester, NY, EUA) durante 8 h na presença de uma fonte de luz fluorescente para que ocorra a redução dos íons de prata ao longo das microporosidades na interface de adesiva (Figura 6).

Figura 6. Teste de Nanoinfiltração. (A) Imersão em nitrato de prata; (B) Imersão em solução reveladora; (C) Polimento final da amostra; (D) Fixação em *stubs* de alumínio.



4.11 ANÁLISE DO GRAU DE CONVERSÃO

Três palitos de cada dente para cada grupo experimental, que não foram utilizados nos testes anteriores, foram selecionados aleatoriamente para análise do grau de conversão. Os palitos selecionados foram submetidos a um polimento com lixas de granulação de #1500 e #2000 (3M, St. Paul, MN, EUA) por um período de 30 s sob irrigação constante de água. Logo após foram lavados em cuba ultrassônica por 30 minutos e armazenados em água destilada a 37°C por 24 h. Para análise do grau de conversão os corpos de prova foram levados ao espectrômetro de Raman (HORIBA Scientific, NY, EUA), que foi calibrado a zero e uma amostra de silicone foi usada para os valores coeficientes. Os espécimes foram avaliados sob os seguintes parâmetros: laser de Neônio com 532 nm de comprimento de onda a 20 mW de potência, resolução espacial de $\approx 3 \mu\text{m}$, resolução espectral de $\approx 5\text{cm}^{-1}$ com 30 s de tempo de acumulação e 5 co-adições em magnificação de 100x (Olympus UK, Londres, Reino Unido) para um laser de $\approx 1 \mu\text{m}$ de diâmetro. Os espectros foram obtidos da interface adesiva de sítios na região da camada híbrida e uma imagem digital de cada sítio foi obtida.

Para comparação do grau de conversão, espectros de adesivos não polimerizados foram utilizados como referência. Com os espectros obtidos, os dados foram processados com uso do *software Opus Spectroscopy Software Version 6.5* (BrunkOpticGmbH, Ettlingen, BadenWürttemberg, Alemanha) para determinação dos valores da área integrada dos picos registrado. (Hass et al. ²⁹ 2013) O grau de conversão será calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$GC \% = 1 - \left\{ \frac{I_{reat(p)} / I_{ref(p)}}{I_{reat(np)} / I_{ref(np)}} \right\} \times 100\%$$

Sendo que “*I reat*” refere-se aos valores integrados do pico reativo e “*I ref*” aos valores integrados do pico de referência, p e np são, respectivamente, polimerizados e não polimerizados. Os picos alifáticos e aromáticos a serem empregados foram 1639 cm⁻¹ e 1609 cm⁻¹.

4.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de resistência de união à microtração (MPa), nanoinfiltração (%) e grau de conversão (%) foram analisados por meio de ANOVA de quatro fatores (substrato dentinário × adesivo × estratégia adesiva × tratamento). Quando identificadas diferenças estatisticamente significativas, foi aplicado o teste de Tukey para comparações múltiplas (α = 0,05). A unidade experimental considerada foi o dente (n=10). Os modos de falha foram analisados de forma descritiva e expressos em porcentagem.

5. RESULTADOS

5.1 RESISTÊNCIA DE UNIÃO À MICROTRAÇÃO (MPA)

A distribuição dos modos de fratura está apresentada na Tabela 2. Observou-se predominância de falhas adesivas ou mistas em todos os grupos experimentais. Falhas prematuras foram registradas em diferentes condições, especialmente nos grupos com o adesivo ZipBond Universal, enquanto falhas coesivas em resina e dentina ocorreram em baixa frequência.

Tabela 2. Distribuição percentual dos modos de fratura após o teste de resistência de união à microtração.

SADIO												
ZipBond Universal						Tetric N-Bond Universal						
CL			AC			CL			AC			
A/M	C	FP	A/M	C	FP	A/M	C	FP	A/M	C	FP	
Controle	62 (97%)	0 (0%)	2 (3%)	32 (72%)	0 (0%)	13 (28%)	63 (98%)	0 (0%)	1 (2%)	58 (91%)	0 (0%)	6 (9%)
DMSO	45 (92%)	0 (0%)	4 (8%)	55 (86%)	4 (6%)	5 (8%)	63 (98%)	0 (0%)	1 (2%)	62 (97%)	0 (0%)	2 (3%)

CARIADO												
ZipBond Universal						Tetric N-Bond Universal						
CL			AC			CL			AC			
A/M	C	FP	A/M	C	FP	A/M	C	FP	A/M	C	FP	
Controle	43 (90%)	0 (0%)	5 (10%)	37 (79%)	2 (4%)	8 (17%)	48 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	46 (96%)	1 (2%)	1 (2%)
DMSO	44 (92%)	0 (0%)	4 (8%)	44 (96%)	2 (4%)	0 (0%)	48 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	48 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

Abreviações: CL= condicionamento e lavagem; AC = autocondicionante; A/M = adesiva/mista; C= coesiva em resina ou dentina; FP = falha prematura.

O teste ANOVA fatorial de quatro fatores revelou efeitos significativos para os fatores substrato dentinário ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,20$), adesivo ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,04$) e tratamento ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,43$). Entre as interações, a interação de dois fatores (substrato dentinário $\times$ tratamento) foi estatisticamente significativa ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,05$). Além disso, observou-se interação significativa de três fatores para substrato dentinário $\times$ adesivo $\times$ tratamento ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,02$). As demais interações não apresentaram significância estatística ($p > 0,05$).

Os valores de resistência de união à microtração estão apresentados na Tabela 3. De modo geral, a dentina afetada por cárie apresentou valores de resistência de união à microtração significativamente inferiores quando comparada à dentina hígida. O fator tratamento exerceu o maior efeito sobre a resistência de união ($\eta^2 = 0,43$), demonstrando aumento significativo dos valores de resistência de união à microtração nos grupos submetidos ao tratamento, independentemente do adesivo e do modo de aplicação.

A análise *post hoc* pelo teste de Tukey evidenciou que os grupos sem tratamento com DMSO apresentaram os menores valores de resistência de união à microtração, especialmente na dentina afetada por cárie. Por outro lado, os grupos submetidos ao tratamento com DMSO demonstraram valores significativamente superior, tanto em dentina hígida quanto afetada por cárie. Não foram observadas diferenças significativas entre os modos de aplicação dentro dos mesmos níveis de tratamento ($p > 0,05$).

Tabela 3. Médias e desvios-padrão* da resistência de união à microtração (MPa) para cada condição experimental.

SADIO				
	ZipBond Universal		Tetric N-Bond Universal	
	CL	AC	CL	AC
Controle	39,82 ± 5,16 B	36,30 ± 2,77 B	40,42 ± 4,84 B	39,23 ± 4,48 B
DMSO	44,09 ± 4,19 A	40,60 ± 3,11 B	51,31 ± 5,46 A	50,49 ± 4,68 A

CARIADO				
	ZipBond Universal		Tetric N-Bond Universal	
	CL	AC	CL	AC
Controle	25,48 ± 3,93 C	22,49 ± 3,20 C	29,29 ± 3,79 C	28,51 ± 3,66 C
DMSO	40,71 ± 3,80 B	44,09 ± 4,92 A	44,53 ± 3,80 A	41,27 ± 4,29 B

Abreviações: CL= condicionamento e lavagem; AC = autocondicionante; DMSO: dimetilsulfóxido.

* Valores expressos como média ± desvio-padrão. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (ANOVA de quatro fatores seguida do teste de Tukey; $p < 0,05$).

5.2 AVALIAÇÃO DA NANOINFILTRAÇÃO (NI)

O teste ANOVA de quatro fatores revelou efeitos significativos para substrato dentinário ($p = 0,001$; $\eta^2 = 0,04$), adesivo ($p = 0,001$; $\eta^2 = 0,04$) e tratamento ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,420$). O modo de aplicação não apresentou efeito principal significativo ($p = 0,343$; $\eta^2 = 0,003$).

Foram observadas interações significativas para substrato dentinário $\times$ adesivo ($p = 0,032$; $\eta^2 = 0,01$), adesivo $\times$ modo de aplicação ($p = 0,028$; $\eta^2 = 0,01$) e substrato dentinário $\times$ tratamento ($p = 0,003$; $\eta^2 = 0,035$). As demais interações de dois, três e quatro fatores não foram estatisticamente significativas ($p > 0,05$).

Os valores de nanoinfiltração estão apresentados na Tabela 3 e imagens representativas de cada grupo são observadas na Figura 7. De modo geral, a dentina afetada por cárie apresentou maiores percentuais de nanoinfiltração quando comparada à dentina hígida. O fator tratamento apresentou o maior tamanho de efeito ($\eta^2 = 0,42$), indicando redução significativa da nanoinfiltração nos grupos submetidos ao tratamento.

A análise pelo teste de Tukey revelou que os grupos sem tratamento com DMSO apresentaram os maiores valores de nanoinfiltração, especialmente na dentina afetada por cárie. Em contraste, os grupos tratados demonstraram percentuais significativamente menores de nanoinfiltração, independentemente do adesivo e modo de aplicação utilizados.

Tabela 4. Médias e desvios-padrão* da nanoinfiltração (%) para cada condição experimental.

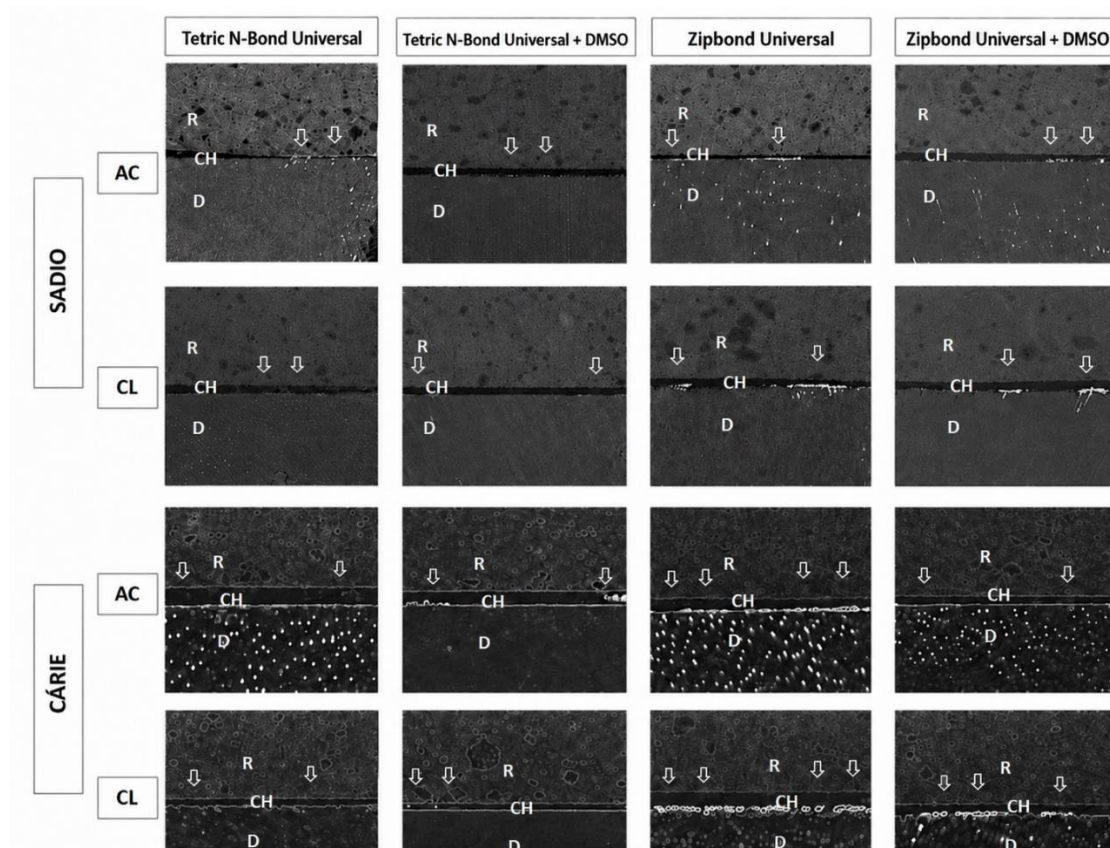
SADIO				
ZipBond Universal			Tetric N-Bond Universal	
	CL	AC	CL	AC
Controle DMSO	11,98 ± 4,33 B	12,14 ± 5,10 B	6,93 ± 2,38 A	9,06 ± 4,21 B
	7,94 ± 5,31 A	5,59 ± 2,14 A	3,24 ± 1,45 A	4,08 ± 1,75 A

CARIADO				
ZipBond Universal			Tetric N-Bond Universal	
	CL	AC	CL	AC
Controle DMSO	16,32 ± 3,56 B	12,84 ± 4,49 B	14,31 ± 3,21 B	13,18 ± 4,67 B
	7,06 ± 2,23 A	5,73 ± 2,84 A	4,35 ± 2,64 A	4,77 ± 2,43 A

Abreviações: CL= condicionamento e lavagem; AC = autocondicionante; DMSO: dimetilsulfóxido.

*Valores expressos como média ± desvio-padrão. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (ANOVA de quatro fatores seguida do teste de Tukey; $p < 0,05$).

Figura 7: fotomicrografias representativas obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV), aumento de 1000×, para cada condição experimental.



Abreviações: CL= condicionamento e lavagem; AC = autocondicionante; R = resina composta; D = dentina.

5.3 GRAU DE CONVERSÃO

O teste ANOVA de quatro fatores revelou efeitos significativos para substrato dentinário ($p < 0,05$), adesivo ($p < 0,05$) e tratamento ($p < 0,05$), bem como interações significativas entre os fatores avaliados. O modo de aplicação também apresentou influência significativa sobre os valores de grau de conversão ($p < 0,05$).

Os valores de grau de conversão estão apresentados na Tabela 5. De modo geral, os grupos tratados com DMSO apresentaram maiores valores de grau de conversão quando comparados aos respectivos grupos controle, tanto em dentina hígida quanto em dentina afetada por cárie. A análise pelo teste de Tukey demonstrou que, em dentina hígida, a aplicação do DMSO promoveu aumento significativo do grau de conversão independentemente do sistema adesivo ou estratégia adesiva utilizada. Os maiores valores foram observados nos grupos tratados com DMSO associados ao

adesivo Tetric N-Bond Universal, especialmente na estratégia de condicionamento ácido.

Em dentina afetada por cárie, observou-se comportamento semelhante, com os menores valores registrados nos grupos controle, principalmente para o ZipBond Universal na estratégia autocondicionante. Em contraste, os grupos tratados com DMSO apresentaram aumento significativo do grau de conversão, independentemente do adesivo e da estratégia adesiva utilizados.

Tabela 5. Médias e desvios-padrão* do grau de conversão (%) para cada condição experimental.

SADIO				
	ZipBond Universal		Tetric N-Bond Universal	
	CL	AC	CL	AC
Controle	43,81 ± 3,92 B	41,54 ± 3,50 B	48,23 ± 2,80 B	47,18 ± 4,28 B
DMSO	50,43 ± 4,91 A	51,93 ± 5,25 A	57,37 ± 3,81 A	54,00 ± 2,68 A
CARIADO				
	ZipBond Universal		Tetric N-Bond Universal	
	CL	AC	CL	AC
Controle	34,52 ± 2,24 C	33,49 ± 5,84 C	40,02 ± 3,41 B	39,33 ± 2,90 C
DMSO	41,17 ± 1,93 B	41,72 ± 2,55 B	48,53 ± 2,79 A	47,58 ± 3,73 B

Abreviações: CL= condicionamento e lavagem; AC = autocondicionante; DMSO: dimetilsulfóxido.

*Valores expressos como média ± desvio-padrão. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (ANOVA de quatro fatores seguida do teste de Tukey; $p < 0,05$).

6. DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou o efeito da aplicação do DMSO como pré-tratamento nas propriedades adesivas da dentina afetada pela cárie, considerando diferentes estratégias adesivas. De modo geral, os resultados demonstrados que o uso do DMSO influenciaram positivamente o desempenho adesivo, especialmente no que se refere ao aumento da resistência de união e do grau de conversão, bem como à redução da nanoinfiltração, com dependente do substrato dentinário e da estratégia adesiva utilizada. Esses achados reforçam o potencial do DMSO como uma abordagem conservadora capaz de melhorar a adesão em substratos dentinários comprometidos, conforme sugerido anteriormente em estudos prolongados em dentina hígida e erodida (Stape et al.⁸ 2015; Cardenas et al.¹³ 2021; Stape et al.²⁵ 2016; Wendlinger et al.³⁵ 2023).

A resistência de união à microtração apresentou valores inferiores em dentina afetada por cárie quando comparada à dentina hígida, independentemente da estratégia adesiva. As alterações estruturais das características da dentina afetadas pela cárie, como a desmineralização parcial, a desorganização das fibrilas colágenas e a maior retenção de umidade, comprometem a infiltração adequada dos monômeros resinosos e dificultam a formação de uma camada híbrida e estável (Marshall Jr et al.¹⁹ 1997; Perdigão et al.²³ 2013; Shibata et al.³⁰ 2016). No entanto, a aplicação do DMSO como pré-tratamento promoveu aumento significativo da resistência de união imediata em dentina afetada por cárie, indicando que esse solvente foi capaz de minimizar as limitações impostas por esse substrato (Cardenas et al.¹³ 2021; Stape et al.²⁵ 2016).

O efeito positivo do DMSO pode ser explicado por suas propriedades físico-químicas, como a baixa tensão superficial e o elevado coeficiente de difusão, que favorecem a abertura dos monômeros adesivos nos espaços interfibrilares da matriz colágena desmineralizada. Além disso, o DMSO apresenta capacidade de deslocar a água residual presente na dentina, reduzindo a plastificação da matriz orgânica e favorecendo uma interação mais eficiente entre os monômeros resinosos e o colágeno exposto (Mehtälä et al.¹¹ 2017; Stape et al.²⁵ 2016). Estudos prévios demonstraram que esse mecanismo resulta em interfaces adesivas imediatas mais densas e mecanicamente mais resistentes, o que corroboram os resultados do presente estudo (Stape et al.⁸ 2015; Cardenas et al.¹³ 2021; Stape et al.²⁵ 2016).

A estratégia adesiva exerceu influência relevante sobre o desempenho do DMSO. De maneira geral, a aplicação do DMSO foi mais eficaz quando associada à estratégia de condicionamento e lavagem, especialmente em dentina afetada por cárie. O condicionamento ácido promove maior desmineralização da dentina e exposição das fibrilas colágenas, resultando em maior quantidade de água residual na matriz orgânica (Armstrong et al. ²⁶ 2017). Nesse contexto, o DMSO parece atuar de forma mais eficiente ao favorecer a remoção dessa água residual e melhorar a infiltração dos monômeros adesivos, contribuindo para a formação de interfaces adesivas imediatas mais benéficas. Em contrapartida, na estratégia autocondicionada, a menor profundidade de desmineralização e a presença de esfregaço modificado podem limitar parcialmente a ação do DMSO, embora os benefícios ainda possam ser observados dependendo do sistema adesivo utilizado (Muñoz et al. ³¹ 2015; Wendlinger et al. ³⁴ 2025; Wendlinger et al. ³⁵ 2023).

A análise da nanoinfiltração corroborou os resultados obtidos no teste de resistência de união. A dentina afetada por cárie apresentou maiores valores de nanoinfiltração quando comparada à dentina hígida, refletindo a maior permeabilidade e heterogeneidade da camada híbrida formada nesse substrato (Hass et al. ²⁹ 2013). A aplicação do DMSO promoveu redução significativa da nanoinfiltração, especialmente nos grupos em que houve melhora na resistência de união, diminuindo a formação de interfaces adesivas mais densas e menos permeáveis. Essas descobertas indicam que o DMSO favoreceu a melhor infiltração e acomodação dos monômeros adesivos na matriz colágena desmineralizada, reduzindo a presença de porosidades nanométricas na interface adesiva (Stape et al. ⁸ 2015; Cardenas et al. ¹³ 2021; Stape et al. ²⁵ 2016; Hass et al. ²⁹ 2013).

Em relação ao grau de conversão, os resultados demonstraram efeito significativo do tratamento com DMSO, com aumento dos valores em ambos os substratos dentinários, particularmente na dentina afetada por cárie. Esses achados indicam que a aplicação prévia do DMSO não comprometeu o processo de polimerização dos sistemas adesivos avaliados, podendo inclusive ter favorecido a difusão e acomodação dos monômeros na matriz colágena desmineralizada. O aumento observado no grau de conversão pode estar relacionado à capacidade do DMSO de modificar o ambiente interfacial, reduzindo a presença de água residual e proporcionando melhor interação entre os componentes adesivos e o substrato dentinário (Stape et al. ²⁵ 2016; Hass et al. ²⁹ 2013; Stape et al. ³³ 2016).

A integração dos resultados de resistência de união, nanoinfiltração e grau de conversão reforça a hipótese de que o DMSO atua predominantemente na modificação da interface adesiva, favorecendo a difusão dos monômeros adesivos e retardando a presença de água residual, sem comprometer as propriedades químicas dos sistemas adesivos avaliados. Esse comportamento é particularmente relevante do ponto de vista clínico, uma vez que sugere que o uso do DMSO como pré-tratamento pode ser incorporado aos protocolos adesivos sem prejuízo à polimerização ou à compatibilidade dos materiais (Stape et al.⁸ 2015; Stape et al.¹⁰ 2018; Stape et al.²⁵ 2016; Stape et al.³³ 2016; Wendlinger et al.³⁴ 2025; Wendlinger et al.³⁵ 2023).

Do ponto de vista clínico, os resultados deste estudo indicam que o DMSO pode ser considerado uma estratégia promissora para melhorar o desempenho adesivo em dentina afetada por cárie, especialmente dentro de abordagens restauradas minimamente invasivas, nas quais a preservação desse substrato é prejudicial (Frencken¹⁷ 2017; Taha et al.²⁷ 2020). A aplicação do DMSO como pré-tratamento pode contribuir para a obtenção de interfaces adesivas iniciais mais transparentes e mecanicamente mais resistentes.

Entretanto, algumas limitações devem ser consideradas. Trata-se de um estudo in vitro, realizado com indução artificial de cárie, ou que não reproduz integralmente a complexidade do ambiente bucal. Além disso, a avaliação restringiu o desempenho adesivo imediatamente, não sendo possível inferir diretamente sobre a durabilidade da união ao longo do tempo. Assim, estudos futuros que incluem avaliação de diferentes tempos de armazenamento e ensaios clínicos são necessários para determinar se os benefícios imediatos observados com o uso do DMSO se mantêm a longo prazo em condições clínicas.

7. CONCLUSÃO

A dentina afetada por cárie apresentou desempenho adesivo inferior. Contudo, o pré-tratamento com DMSO promoveu aumento da resistência de união e do grau de conversão, além de reduzir a nanoinfiltração, com efeito mais pronunciado nesse substrato. Mostrando-se uma estratégia promissora para otimização da adesão dentinária.

REFERÊNCIAS

- 1.Junior JMN, Venâncio PHdLP, Salles MM, Vasconcelos GLL. Principais fatores coadjuvantes para falha na longevidade de restaurações em resina composta: uma revisão de literatura. *Facit Business and Technology Journal*. 2020;1(16).
- 2.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.
- 3.Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental materials*. 2011;27(1):1-16.
- 4.Jardim J, Henz S, Barbachan E, Silva B. Restorative treatment decisions in posterior teeth: a systematic review. *Oral Health Prev Dent*. 2017;15:107-15.
- 5.Gutiérrez MF, Bermudez J, Dávila-Sánchez A, Alegría-Acevedo LF, Méndez-Bauer L, Hernández M, et al. Zinc oxide and copper nanoparticles addition in universal adhesive systems improve interface stability on caries-affected dentin. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2019;100:103366.
- 6.Zarella B, Cardoso C, Pelá V, Kato M, Tjäderhane L, Buzalaf M. The role of matrix metalloproteinases and cysteine-cathepsins on the progression of dentine erosion. *Archives of Oral Biology*. 2015;60(9):1340-5.
- 7.Dávila-Sánchez A, Gutierrez MF, Bermudez JP, Méndez-Bauer ML, Hilgemberg B, Sauro S, et al. Influence of flavonoids on long-term bonding stability on caries-affected dentin. *Dental Materials*. 2020;36(9):1151-60.
- 8.Stape THS, Tjäderhane L, Marques MR, Aguiar FHB, Martins LRM. Effect of dimethyl sulfoxide wet-bonding technique on hybrid layer quality and dentin bond strength. *Dental Materials*. 2015;31(6):676-83.
- 9.Marren K. Dimethyl sulfoxide: an effective penetration enhancer for topical administration of NSAIDs. *The Physician and sportsmedicine*. 2011;39(3):75-82.
- 10.Stape THS, Seseogullari-Dirihan R, Tjäderhane L, Abuna G, Martins LRM, Tezvergil-Mutluay A. A novel dry-bonding approach to reduce collagen degradation and optimize resin-dentin interfaces. *Scientific reports*. 2018;8(1):16890.
- 11.Mehtälä P, Pashley D, Tjäderhane L. Effect of dimethyl sulfoxide on dentin collagen. *Dental Materials*. 2017;33(8):915-22.
- 12.Salim IA, Stape THS, Seseogullari-Dirihan R, Mutluay MM, Tezvergil-Mutluay A. Effect of solvent pretreatments on trans-dentinal cytotoxicity of bioactive materials. *Dental Materials Journal*. 2026;45(2):144-51.
- 13.Cardenas AFM, Araujo LCR, Szesz AL, de Jesus Tavares RR, Siqueira Fd, Reis A, et al. Influence of application of dimethyl sulfoxide on the bonding properties to eroded dentin. *J Adhes Dent*. 2021;23(6):589-98.

14. Borg-Bartolo R, Roccuzzo A, Molinero-Mourelle P, Schimmel M, Gambetta-Tessini K, Chaurasia A, et al. Global prevalence of edentulism and dental caries in middle-aged and elderly persons: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*. 2022;127:104335.
15. Kassebaum NJ, Bernabé E, Dahiya M, Bhandari B, Murray C, Marcenes W. Global burden of untreated caries: a systematic review and metaregression. *Journal of dental research*. 2015;94(5):650-8.
16. Chan AKY, Tamrakar M, Jiang CM, Lo ECM, Leung KCM, Chu CH. A systematic review on caries status of older adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(20):10662.
17. Frencken JE. Atraumatic restorative treatment and minimal intervention dentistry. *British dental journal*. 2017;223(3):183-9.
18. Nisar S, Hass V, Wang Y. Effects of crosslinker-modified etchants on durability of resin-dentin bonds in sound and caries-affected dentin. *Dental Materials*. 2025;41(5):575-83.
19. Marshall Jr GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of dentistry*. 1997;25(6):441-58.
20. Goldberg M, Kulkarni AB, Young M, Boskey A. Dentin: Structure, Composition and Mineralization: The role of dentin ECM in dentin formation and mineralization. *Frontiers in bioscience (Elite edition)*. 2011;3:711.
21. Sung Y-H, Son H-H, Yi K, Chang J. Elemental analysis of caries-affected root dentin and artificially demineralized dentin. *Restorative dentistry & endodontics*. 2016;41(4):255.
22. De Siqueira FSF, Hilgemberg B, Araujo LCR, Hass V, Bandeca MC, Gomes JC, et al. Improving bonding to eroded dentin by using collagen cross-linking agents: 2 years of water storage. *Clinical Oral Investigations*. 2020;24(2):809-22.
23. Perdigão J, Reis A, Loguercio AD. Dentin adhesion and MMPs: a comprehensive review. *Journal of esthetic and restorative dentistry*. 2013;25(4):219-41.
24. Bedran-Russo AK, Pauli GF, Chen S-N, McAlpine J, Castellan CS, Phansalkar RS, et al. Dentin biomodification: strategies, renewable resources and clinical applications. *Dental materials*. 2014;30(1):62-76.
25. Stape TH, Tjäderhane L, Tezvergil-Mutluay A, Yanikian CR, Szesz AL, Loguercio AD, et al. Dentin bond optimization using the dimethyl sulfoxide-wet bonding strategy: A 2-year in vitro study. *Dent Mater*. 2016; Dec;32(12):1472-81.
26. Armstrong S, Breschi L, Özcan M, Pfefferkorn F, Ferrari M, Van Meerbeek B. Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μ TBS) approach. *Dental Materials*. 2017;33(2):133-43.

- 27.Taha NA, About I, Sedgley CM, Messer HH. Conservative management of mature permanent teeth with carious pulp exposure. *Journal of endodontics*. 2020;46(9):S33-S41.
- 28.Atomura J, Inoue G, Nikaido T, Yamanaka K, Uo M, Tagami J. Influence of FCP-COMPLEX on bond strength and the adhesive–artificial caries-affected dentin interface. *Dental Materials Journal*. 2018;37(5):775-82.
- 29.Hass V, Dobrovolski M, Zander-Grande C, Martins GC, Gordillo LA, Rodrigues Accorinte Mde L, et al. Correlation between degree of conversion, resin-dentin bond strength and nanoleakage of simplified etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater*. 2013; Sep;29(9):921-8.
- 30.Shibata S, Vieira LCC, Baratieri LN, Fu J, Hoshika S, Matsuda Y, et al. Evaluation of microtensile bond strength of self-etching adhesives on normal and caries-affected dentin. *Dental materials journal*. 2016;35(2):166-73.
- 31.Muñoz M, Luque-Martinez I, Malaquias P, Hass V, Reis A, Campanha N, et al. In vitro longevity of bonding properties of universal adhesives to dentin. *Operative dentistry*. 2015;40(3):282-92.
- 32.Stape THS, Tjäderhane L, Tezvergil-Mutluay A, Yanikian CRF, Szesz AL, Loguercio AD, et al. Dentin bond optimization using the dimethyl sulfoxide-wet bonding strategy: A 2-year in vitro study. *Dental Materials*. 2016;32(12):1472-81.
- 33.Stape THS, Tezvergil-Mutluay A, Mutluay MM, Martins LRM, do Prado RL, Pizi ECG, et al. Influence of dimethyl sulfoxide used as a solvent on the physical properties and long-term dentin bonding of hydrophilic resins. *journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2016;64:220-8.
- 34.Wendlinger M, Ths S, Gd C, Afm C, Fsf S, Viviana-Mora M, et al. Optimization of dentin bonding performance of stronger HEMA-free universal adhesives using DMSO: A 4-year in vitro study. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 2025;142:104125.
- 35.Wendlinger M, Cardenas AFM, de Siqueira FSF, de Aguiar Moreira PH, Trovão MMA, Stape THS, et al. Does the application of dimethyl sulfoxide improve resin bonding to eroded dentine? Four-year in vitro evaluation. *Dental Materials*. 2023;39(11):1051-7.
- 36.Lenzi TL, Calvo AFB, Tedesco TK, Ricci HA, Hebling J, Raggio DP. Effect of method of caries induction on aged resin-dentin bond of primary teeth. *BMC Oral Health*. 2015;15(1):79.
- 37.Armstrong S, Breschi L, Özcan M, Pfefferkorn F, Ferrari M, Van Meerbeek B. Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μ TBS) approach. *Dent Mater*. 2017; Feb;33(2):133-43.

ANEXO A - APROVAÇÃO DO PROJETO PELA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA (COEP / UEPG)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito de reticulação dentinária da riboflavina e proantocianidina associada ao dimetilsulfóxido em dentina cariada

Pesquisador: Alessandro Dourado Loguercio

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 84326624.0.0000.0105

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Ponta Grossa

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.205.003

Apresentação do Projeto:

Projeto de Pesquisa:

Efeito de reticulação dentinária da riboflavina e proantocianidina associada ao dimetilsulfóxido em dentina cariada. Após a aprovação do comitê de ética da UEPG, 200 molares hígidos, que serão divididos em 10 grupos de acordo com o Tratamento, subdividido

em 4 níveis (dentina hígida, dentina cariada [DC], DC + aplicação de DMSO, ED + primer de DMSO contendo proantocianidina [ED + DMSO-PAC], e

DC + primer de DMSO contendo riboflavina [DC + DMSO-RIB]); 2) Estratégia adesiva, com 2 níveis (Condicionamento e lavagem [CL] e

Autocondicionante [AC]); e 3) Tempo de armazenamento em 2 níveis (24 h e 1 ano

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a influência da aplicação de dimetilsulfóxido associado a agentes reticuladores nas propriedades adesivas à dentina cariada imediatamente e após 1 ano de armazenamento em água.

Objetivo Secundário:

Avaliar a efetividade de sistemas adesivos após a aplicação do DMSO na resistência de união a dentina cariada tempo imediato e após 1 ano de armazenamento através de teste de microtração. Avaliar a efetividade de sistemas adesivos

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvaranas, Bloco da Reitoria, sala 22

Bairro: Uvaranas **CEP:** 84.030-900

UF: PR **Município:** PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3282

E-mail: propespsecretaria@uepg.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA - UEPG



Continuação do Parecer: 7.205.003

após a aplicação de DMSO na nanoinfiltração a dentina cariada no tempo imediato e após 1 ano de armazenamento por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Avaliar a efetividade de sistemas adesivos após a aplicação de DMSO no Grau de conversão a dentina cariada no tempo imediato por espectroscopia micro-Raman. Avaliar a efetividade de sistemas adesivos após a aplicação de DMSO na resistência a fadiga a dentina cariada no tempo imediato por teste de flexão

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Não haverá riscos potenciais para os pesquisadores, pois serão utilizados nessa pesquisa experimental os EPIs (Equipamentos de Proteção Individual), como luvas, máscaras, gorro, jaleco e óculos de proteção pelos mesmos, de acordo com a Resolução do CEPE/UEPG n.057; além do uso de instrumentais clínicos e laboratoriais esterilizados.

Benefícios:

Os benefícios para a ciência serão o possível esclarecimento se o tratamento com aplicação de dimetilsulfóxido associado a agentes reticuladores melhora as propriedades adesivas em substrato cariado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Este estudo in vitro tem o objetivo de avaliar a influência da aplicação de dimetilsulfóxido associado a agentes reticuladores de colágeno nas propriedades adesivas à dentina cariada, avaliando a resistência de união, a nanoinfiltração, grau de conversão e a resistência a fadiga. Após a aprovação do comitê de ética da UEPG, 80 molares hígidos, que serão divididos em 10 grupos de acordo com o Tratamento, subdividido em 4 níveis (dentina hígida, dentina cariada [DC], DC + aplicação de DMSO, ED + primer de DMSO contendo proantocianidina [ED + DMSO-PAC], e DC + primer de DMSO contendo riboflavina [DC + DMSO-RIB]); 2) Estratégia adesiva, com 2 níveis (Condicionamento e lavagem [CL] e Autocondicionante [AC]); e 3) Tempo de armazenamento em 2 níveis (24 h e 1 ano). Os dentes serão restaurados e cortados em plaitos de resinadentina e utilizados para testar a resistência de união, nanoinfiltração, grau de conversão e resistência a fadiga. Serão realizados testes de variância

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvaranas, Bloco da Reitoria, sala 22

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3282

E-mail: propespsecretaria@uepg.br

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG**



Continuação do Parecer: 7.205.003

de 2 fatores e tukey 0.05.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos pertinentes foram apresentados em anexo e de acordo com as normas 466/2012 e 510/2016

Recomendações:

Enviar o relatório final ao término do projeto por Notificação via Plataforma Brasil para evitar pendências.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após análise documental considera-se aprovado este projeto e devidamente autorizado para seu início conforme cronograma apresentado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2400362.pdf	29/10/2024 21:04:06		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	justificativa_camila.docx	29/10/2024 21:03:10	Alessandro Dourado Loguercio	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Protocolo_Camila.doc	23/09/2024 16:21:09	Alessandro Dourado Loguercio	Aceito
Outros	declaracao_coep.pdf	23/09/2024 16:18:29	Alessandro Dourado Loguercio	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto_camila.pdf	23/09/2024 16:09:51	Alessandro Dourado Loguercio	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvaranas, Bloco da Reitoria, sala 22

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3282

E-mail: propespsecretaria@uepg.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG



Continuação do Parecer: 7.205.003

PONTA GROSSA, 04 de Novembro de 2024

Assinado por:
ULISSES COELHO
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvaranas, Bloco da Reitoria, sala 22

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3282

E-mail: prorespsecretaria@uepg.br