

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta
dissertação será disponibilizado
somente a partir de 25/07/2027



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

Guilherme Miguel Moreira de Oliveira

**Efeito do dimetilsulfóxido e da corrente elétrica na
estabilidade da adesão à dentina afetada por cárie**

Araçatuba - SP
2025

Guilherme Miguel Moreira de Oliveira

**Efeito do dimetilsulfóxido e da corrente elétrica na
estabilidade da adesão à dentina afetada por cárie**

Dissertação apresentada à Universidade
Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de
Odontologia de Araçatuba, para obtenção
do título de Mestre em Odontologia.
Área de concentração: Dentística

Orientador: Prof. Dr. Anderson Catelan

Araçatuba - SP
2025

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

O48e

Oliveira, Guilherme Miguel Moreira de
Efeito do dimetilsulfóxido e da corrente elétrica na
estabilidade da adesão à dentina afetada por cárie /
Guilherme Miguel Moreira de Oliveira. – Araçatuba,
2025
71 f. : il. ; tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia
Orientador: Prof. Anderson Catelan

1. Adesivos dentinários 2. Cárie dentária 3. Dimetil
sulfóxido 4. Fenômenos físicos 5. Iontoforese I. T.

Black D2
CDD 617.6

Claudio Hideo Matsumoto – CRB-8/5550

Dedicatória

Primeiramente agradeço à Deus,

Ele cuida de tudo até nos pequenos detalhes. Obrigado, Senhor, por ter me sustentado e me capacitado para chegar até aqui. Soli Deo Gloria!

A minha família,

Rosa Ângela Moreira, José Gabriel Dias de Paiva, Gabriela Maria Moreira de Paiva e Moacir Mateus Moreira.

À minha família, por ser meu alicerce. Obrigado pelo amor incondicional, pelos valores que me ensinaram e pelo apoio em cada passo dessa trajetória. Minha base, Gratidão por serem meu porto seguro nos momentos bons e ruins. Vocês fazem parte de mim, apesar da distância todos os dias vocês estão comigo seja por ligações ou em meus pensamentos. Essa conquista é de vocês e minha!

A Grande família Dentística FOA - UNESP,

Professores, aposentados, pós-graduandos, funcionários, alunos e ex-alunos. Os agradecimentos vêm depois, este trabalho dedico a todos e deixo registrado minha eterna gratidão a vocês que tiveram esse tempo todo comigo.

Agradecimentos

especiais

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu Orientador,

Professor Dr. Anderson Catelan, expresso minha mais profunda gratidão e reconhecimento. Obrigado por ter acreditado em mim desde o início desta jornada, mesmo diante das dificuldades e incertezas. Sua orientação foi muito além da supervisão científica, sempre foi inspiração, exemplo de dedicação à pesquisa e compromisso com a formação humana e profissional de seus orientandos e já orientados.

Agradeço por compartilhar seu vasto conhecimento com generosidade, por sua paciência nos momentos de aprendizado e por estar sempre disposto a ouvir, orientar e incentivar. Seu olhar crítico e muito cuidadoso foi essencial para a construção deste trabalho, e seu apoio constante me motivou a buscar sempre o melhor.

Sou muito grato por ter feito parte do seu grupo de pesquisa e por ter aprendido com alguém que, além de excelente professor, é humano e muito compreensivo. Levo comigo não só o conhecimento científico, mas também os valores de responsabilidade, caráter e ética que o senhor ensina com tanta tranquilidade, transparência e naturalidade.

Muitíssimo obrigado por tudo professor, principalmente pelos conselhos de sempre!

Aos Professores da Dentística,

André Luiz de Fraga Briso

Quando eu cheguei, foi a primeira pessoa que eu conheci aqui da Dentística FOA e me estendeu a sua mão. Obrigado pela sua amizade e conselhos, por toda ajuda no dia a dia e pela oportunidade de ser Dentística FOA.

Ticiane Cestari Fagundes

Uma pessoa séria, comprometida com a ciência e sempre disposta a contribuir com quem está ao redor. Agradeço pelo carinho, pela preocupação comigo e por ter feito parte do meu crescimento durante este tempo na FOA. Suas orientações e dicas nas apresentações da salinha foram sempre bem-vindas e fizeram muita diferença.

Paulo Henrique dos Santos

O “Paulinho” outro Professor também muito dedicado e comprometido com a pesquisa odontológica no Brasil e no Canadá. Eu o conheço pouco mas acredito que seja um ser humano muito legal, inteligente e generoso ofereceu parte do seu auxílio para meu projeto quando eu cheguei na Universidade, pois nunca tive auxílio. E está sempre presente nas reuniões do departamento, mesmo fora do país. Obrigado pelo respeito e que esteve de prontidão em me ajudar.

Caio César Pavani

Obrigado pelas conversas e risadas, por contribuir um pouco da sua experiência clínica agradeço por ter aceitado e ter feito parte da minha qualificação, por ter agregado sempre com boas sugestões.

Silvio José Mauro

Apreendi muito com o senhor nas clínicas da graduação. Obrigado por contribuir na minha formação.

Ricardo Okida

Professor aposentado da Dentística, tive o prazer de conhecê-lo em alguns momentos na faculdade, sempre alegre e muito simpático. Obrigado pelo carinho e amizade de sempre.

Sandra Meira Borghi Frascino e Ana Teresa Maluly Proni

Obrigado por compartilharem as clínicas da graduação comigo, pelos conselhos, e também pelas vezes que confiaram em mim para ajudar os alunos de suas alas.

Rafael Pino Vitti

Obrigado pelo aceite em fazer parte deste momento tão importante para mim, contribuindo com meu crescimento, e mais do que isso, por agregar com o trabalho através de seu grande conhecimento nesta área. Que possamos compartilhar de mais momentos de ciência e aprendizado.

Aos meus familiares,

Meus pais Rosa Ângela Moreira, José Gabriel Dias de Paiva e minha irmã Gabriela Maria
Moreira de Paiva

Obrigado por estarem sempre comigo, desde o início da minha caminhada até aqui. Minha maior sorte foi ter vocês sempre junto de mim. Agradeço a Deus por ter essa melhor família do mundo. Mãe, minha melhor amiga e exemplo de força e superação pessoal. Que sorte a minha ter vindo de vocês e compartilhar a vida com pessoas tão incríveis. Obrigada por me ensinarem a ser bom e a ser sempre alegre, satisfeito com as coisas que nós temos, agradecer sempre mesmo diante dos problemas. E à senhora minha mãe, minha eterna gratidão e amor incondicional.

Aos meus amigos,

Lara Maria Bueno Esteves

Obrigado pela sua amizade, e por você acreditar e cuidar de mim, puxar minha orelha, me dar confiança, e motivação. Se tem uma pessoa que motiva a Dentística – FOA, essa pessoa é você. Sou grato a você por muitos conselhos que me dá e sei que terá muito sucesso! Sua carreira vai ser espetacular eu acredito muito nisso. MUITÍSSIMO obrigado por tudo!

Érika Mayumi Omoto e Karen Milaré Seiscentos Aidar

Sou muito feliz por ter vocês comigo e por ter compartilhado algumas experiências juntas, aos lugares que vcs me levaram e pelas muitas risadas. Vocês foram, muito importantes para mim quando eu cheguei no departamento e em Araçatuba. Desejo o melhor sempre no caminho que irão escolher e seguir. Obrigado por tudo, tenho muito respeito e admiração por vocês. Gratidão!

Vitória Marques Gomes, Alice Oliveira e Bruna Perraza

É muito bom ter vocês por perto, obrigado pela amizade de vocês. Nossa caminhada na ciência foi (e ainda é) marcada por trocas de cumplicidade sem cobranças, risos e gargalhadas. Foram muitos os desafios e eles ficaram menores com vocês.

Mariana Elias Queiroz

Marih, é do time da Prótese, mas tem o carinho pela Dentística. Muito sucesso nessa nova etapa, estou na torcida por você. Obrigado pela sua amizade.

André, Heloísa, Júlia e Fernanda

Estão chegando por último e estão conquistando a todos. Que nossa amizade só aumente e que vocês tenham muito sucesso em suas vidas. Estamos juntos sempre! Vocês somam muito no nosso time e espero que possamos trabalhar muito juntos.

Mariella Boretti Deroide

Agradeço por todo o apoio e incentivo durante esse tempo. Sua amizade foi fundamental para superar os desafios e alcançar este objetivo.

Aos alunos de iniciação científica,

Mariana Furuse, Pedro Faneco, Renato Gandra-neto, Paola Magalhães e Natália Ferracini

Cada uma com o seu jeito de ser, mas cada um de vocês me permitiu aprender com vocês durante este tempo. Desejo uma carreira de muito sucesso para vocês. Contem comigo!

Aos funcionários,

Autran Santiago, Carlos Suetake e Jorge Trevelim

A nossa boa convivência. Obrigado pela amizade que construímos durante este tempo, por estarem sempre dispostos a ajudar e por serem companhia para conversas, risos, desabafos e bom cafezinho. Vocês fizeram parte e também são muito importantes nessa fase.

Agradecimientos

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba - UNESP, ao diretor Prof. Dr. Alberto Carlos Botazzo Delbem e ao vice-diretor Prof. Dr. Luciano Tavares Ângelo Cintra. Essa instituição que me acolheu e me proporcionou o melhor conhecimento possível durante a pós-graduação.

Aos coordenadores do curso de Pós-graduação em Odontologia Professor Wirley Gonçalves Assunção e Profa. Roberta Okamoto, pela disponibilidade e empenho para que este programa seja de excelência.

Aos professores da Disciplina de Dentística, onde pude ser pós-graduando. Em ambos os momentos, aprendi muito e sou muito grato pela contribuição de cada um.

Aos professores do programa de Pós-Graduação, que também foram meus professores, por todos os ensinamentos durante este período.

Ao Departamento de Odontologia Infantil e Social, ao Prof. Dr. Alberto Carlos Botazzo Delbem e demais professores, por abrirem as portas e permitirem o uso dos equipamentos necessários para execução do projeto. Ao funcionário Marcel, pelo carinho com que sempre me recebeu e pela disposição em ajudar.

Aos funcionários e servidores da faculdade, em especial da seção de Pós-Graduação, Biblioteca, Portaria, CDMAC e limpeza por serem solícitos e nos tratarem com tanto carinho.

“O sucesso é a soma de pequenos esforços dia após dia.”

Robert Collier

Resumo

RESUMO

Oliveira GMM. Efeito do dimetilsulfóxido e da corrente elétrica na estabilidade da adesão à dentina afetada por cárie [dissertação]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia; 2025.

Os objetivos neste estudo foram avaliar a dureza em profundidade e o ângulo de contato da dentina hígida e afetada por cárie, assim como o efeito do pré-tratamento da dentina com dimetilsulfóxido (DMSO) e da aplicação do sistema adesivo sob corrente elétrica na resistência de união (RU) do compósito à dentina hígida e afetada por cárie, após 24h e ciclagem térmica. Sessenta e seis molares humanos hígidos tiveram a dentina exposta, sendo metade dos dentes submetidos à indução artificial de dentina afetada por cárie pela ciclagem de pH. A dureza Knoop (n=10) da dentina foi mensurada em um microdurômetro, com três indentações por profundidade (15, 40, 100, 150 e 250 μm). O ângulo de contato (n=10) foi analisado com água destilada utilizando um goniômetro automatizado. Para a RU, após o condicionamento ácido, a dentina foi pré-tratada com água destilada ou DMSO 50% por 60 s e um sistema adesivo convencional simplificado foi aplicado ativamente por 20 s sem corrente elétrica ou sob 35 μA , volatilizado por 10 s e fotoativado por 10 s. Então um bloco retangular (5 x 3,5 mm e 4 mm de altura) de compósito *bulk fill* foi confeccionado em incremento único e fotoativado por 20 s. A fotoativação dos materiais realizada com um LED *polywave* com irradiância de 1000 mW/cm². Os espécimes foram cortados em palitos, sendo avaliados após 24 h e 10.000 ciclos térmicos (5 e 55°C - 30 s). A RU (n=7) foi obtida usando uma máquina semi-universal de ensaios. Os dados foram submetidos à ANOVA e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). A dentina hígida apresentou maior dureza, independente da profundidade avaliada, e menor ângulo de contato comparada à dentina afetada por cárie. Para a dentina hígida, a associação do pré-tratamento da dentina com DMSO e aplicação do adesivo sob corrente elétrica aumentou a resistência de união comparada ao pré-tratamento da dentina com água e aplicação do adesivo sem corrente elétrica; enquanto o pré-tratamento da dentina com água e aplicação do adesivo sob corrente elétrica e o pré-tratamento da dentina com DMSO e aplicação do adesivo sem corrente elétrica apresentaram valores intermediários, sem diferença estatística entre si e com os demais grupos experimentais. Para a dentina afetada por cárie, o pré-tratamento da dentina com água e aplicação do adesivo sob corrente elétrica, o DMSO e aplicação do adesivo

sem corrente elétrica, bem como a associação do DMSO e corrente elétrica apresentaram maior resistência de união comparados com o pré-tratamento da dentina com água e aplicação do adesivo sem corrente elétrica, sem diferença entre eles. A ciclagem térmica reduziu a resistência de união comparada a avaliação após 24h de armazenamento em água destilada, independente dos demais fatores. Pode-se concluir que a dentina hígida apresenta maior dureza e menor ângulo de contato comparada à dentina afetada por cárie, e que as estratégias adesivas foram efetivas para melhorar a adesão, mas a resistência de união foi reduzida após a termociclagem.

Palavra-chave: adesivos dentinários; cárie dentária; dimetil sulfóxido; fenômenos físicos; iontoforese.

Abstract

ABSTRACT

Oliveira GMM. Effect of dimethyl sulfoxide and electric current on the stability of adhesion to dentin affected by caries [dissertação]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia; 2025.

The aims in this study were to evaluate the depth hardness and contact angle of sound and caries-affected dentin, as well as the effect of dentin pretreatment with dimethyl sulfoxide (DMSO) and application of the adhesive system under electric current on the bond strength (BS) of composite to sound and caries-affected dentin after 24h and thermal cycling. Sixty-six sound human third molars had their middle dentin exposed, and in half of the teeth, artificial induction of caries-affected dentin was performed by pH cycling. Knoop hardness (n=10) of the dentin was measured with a microhardness tester, with three indentations by depth (15, 40, 100, 150 and 250 μm). The contact angle (n=10) was analyzed with distilled water using an automated goniometer. For BS (n=7), after acid etching, the dentin was pretreated with distilled water or 50% DMSO for 60 s and a simplified conventional adhesive system was actively applied for 20 s without electric current or under 35 μA , volatilized for 10 s and light cured for 10 s. Then, a rectangular block (5 x 3.5 mm and 4 mm high) of bulk fill composite was prepared in a single increment and light cured for 20 s. light-curing of the materials was performed with a polywave LED with irradiance of 1,000 mW/cm^2 . Specimens were cut into sticks and evaluated after 24 h and 10,000 thermal cycles (5 and 55°C - 30 s). BS was obtained using a semi-universal testing machine. Data were submitted to ANOVA and Tukey's test ($\alpha=0.05$). Sound dentin showed higher hardness, regardless of the depth evaluated, and a lower contact angle compared to caries-affected dentin. For sound dentin, the association of dentin pretreatment with DMSO and application of the adhesive under electric current increased the bond strength compared to dentin pretreatment with water and application of the adhesive without electric current; while dentin pretreatment with water and application of the adhesive under electric current and dentin pretreatment with DMSO and application of the adhesive without electric current showed intermediate values, with no statistical difference between them and with the other experimental groups. For caries-affected dentin, pretreatment of dentin with water and application of the adhesive under electric current, DMSO and application of the adhesive without electric current, as well as the combination of DMSO and electric current showed higher bond strength compared to

pretreatment of dentin with water and application of the adhesive without electric current, with no difference between them. Thermal cycling reduced bond strength compared to the evaluation after 24h of storage in distilled water, regardless of other factors. It can be concluded that sound dentin has higher hardness and lower contact angle compared to caries-affected dentin, and that the adhesive strategies were effective in improving adhesion, but bond strength was reduced after thermocycling.

Keywords: dental caries; dentin-bonding agents; dimethyl sulfoxide; iontophoresis; physical phenomena.

Listas

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Material, fabricante, composição e lote usados no estudo.....	42
Quadro 2 - Grupos experimentais.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Obtenção dos espécimes.....	38
Figura 2 - Protocolo da ciclagem de pH.....	39
Figura 3 - Análise da dureza Knoop em profundidade.....	40
Figura 4 - Análise do ângulo de contato.....	41
Figura 5 - Dispositivo de corrente elétrica contínua.....	44
Figura 6 - Protocolo restaurador.....	45
Figura 7 - Análise da resistência de união e padrão de fratura após 24 h.....	46
Figura 8 - Ciclagem térmica, análise da resistência de união e padrão de fratura após o envelhecimento.....	47
Figura 9 - Média da resistência de união (MPa) de acordo com o tipo de substrato dentinário, pré-tratamento da dentina, aplicação do adesivo sob corrente elétrica e período de avaliação.....	52
Figura 10 - Padrão de fratura (%) de acordo com o tipo de substrato dentinário, pré-tratamento da dentina, aplicação do adesivo sob corrente elétrica e período de avaliação.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média (desvio padrão) da dureza Knoop (KgF/mm ²) de acordo com o tipo de substrato dentinário e a profundidade de avaliação.....	49
Tabela 2 - Média (desvio padrão) do ângulo de contato (graus) de acordo com o tipo de substrato dentinário.....	50
Tabela 3 - Média (desvio padrão) da resistência de união (MPa) de acordo com o tipo de substrato dentinário, pré-tratamento da dentina e aplicação do adesivo sob corrente elétrica.....	51
Tabela 4 - Média (desvio padrão) da resistência de união (MPa) de acordo com o período de avaliação.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

#	Número
%	Porcentagem
<	Menor
=	Igual
>	Maior
±	Mais ou menos
μA	Microampere
μm	Micrômetro
CAC	Dentina afetada por cárie pré-tratada com água e aplicação do adesivo sob corrente elétrica
CAS	Dentina afetada por cárie pré-tratada com água e aplicação do adesivo sem corrente elétrica
CDC	Dentina afetada por cárie pré-tratada com DMSO e aplicação do adesivo sob corrente elétrica
CDS	Dentina afetada por cárie pré-tratada com DMSO e aplicação do adesivo sem corrente elétrica
cm	Centímetros
cm ²	Centímetros quadrados
DMSO	Dimetilsulfóxido
et al.	e colaboradores
g	Gramas
HAC	Dentina hígida pré-tratada com água e aplicação do adesivo sob corrente elétrica
HAS	Dentina hígida pré-tratada com água e aplicação do adesivo sem corrente elétrica
HDC	Dentina hígida pré-tratada com DMSO e aplicação do adesivo sob corrente elétrica
HDS	Dentina hígida pré-tratada com DMSO e aplicação do adesivo sem corrente elétrica
KgF	Quilograma-força
LED	<i>Light Emitting Diode</i> (Diodo Emissor de Luz)

mm	Milímetros
MPa	Megapascal
mW/cm ²	Miliwatts por centímetro quadrado
n	Número de espécimes
nm	Nanômetros
°C	Grau Celsius
RPM	Rotações por minuto
RU	Resistência de união
μL	MicroLitro

Sumário

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	31
2 OBJETIVOS.....	35
3 MATERIAIS E MÉTODOS	37
3.1 Delineamento Experimental.....	37
3.2 Obtenção das Amostras	37
3.3 Indução Artificial da Dentina Afetada por Cárie	38
3.4 Análise de Dureza Knoop em Profundidade.....	39
3.5 Análise do Ângulo de Contato	40
3.6 Protocolo Restaurador.....	41
3.7 Resistência de União.....	45
3.8 Ciclagem Térmica.....	46
3.9 Padrão de Fratura.....	46
3.10 Análise Estatística.....	47
4 RESULTADOS	49
5 DISCUSSÃO.....	55
6 CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS	62
ANEXOS.....	66

Introdução

1 INTRODUÇÃO

A evolução e o aprimoramento dos sistemas adesivos propiciaram um grande avanço da Odontologia Adesiva. Os adesivos odontológicos atuais permitem adequada adesão imediata entre os materiais restauradores resinosos e os substratos dentais, sendo rotineiramente usados em procedimentos diretos e indiretos. Desta forma, pesquisas têm focado nesta temática com o objetivo de aumentar a longevidade dos procedimentos adesivos, usando as estratégias adesivas com condicionamento ácido ou autocondicionante, associado ao uso de materiais com baixa contração e tensão de polimerização.^{1,2}

Entretanto, mesmo as restaurações adesivas realizadas dentro de condições ideais falham com o passar dos anos, devido à degradação hidrolítica e enzimática.² A adesão à dentina ainda é considerada crítica, pois para se obter uma camada híbrida adequada, a dentina deve ser mantida levemente úmida para não ocorrer o colapamento das fibrilas colágenas e dificultar a infiltração do adesivo. Entretanto, a presença demasiada de água torna o ambiente propício à degradação. Sendo assim, a volatilização adequada da água residual e dos solventes do sistema adesivo é essencial para uma polimerização mais efetiva, visto que a existência dos mesmos pode induzir a formação de uma camada híbrida inadequada.^{1,3-5}

Além disso, em uma perspectiva contemporânea de mínima intervenção a remoção seletiva do tecido cariado tem sido cada vez mais aceita e realizada rotineiramente nos consultórios odontológicos. Desta forma, a condição clínica encontrada após a remoção da lesão de cárie é a manutenção da dentina afetada na parede pulpar para a realização do procedimento adesivo,⁴ sendo que as propriedades físicas e químicas da dentina afetada por cárie são distintas da dentina hígida. A dentina afetada por cárie é hipomineralizada, porosa e possui consistência amolecida devido à desmineralização, a maior parte dos túbulos estão obstruídos por resíduos de minerais e esses depósitos de minerais no interior dos túbulos dentinários podem prejudicar a infiltração do adesivo e diminuir a adesão.⁶ Devido a estas alterações a dentina afetada por cárie é mais suscetível ao processo de condicionamento com ácido fosfórico, já que há menos mineral a ser removido, o que resulta na formação de uma zona desmineralizada mais profunda. Com uma área de desmineralização mais profunda, o adesivo tem mais dificuldade de se infiltrar na

matriz de colágeno desmineralizada. Essa penetração do adesivo pode ser ainda mais complexa caso haja alteração no colágeno correlacionado ao desenvolvimento da cárie, uma vez que os ácidos produzidos podem diminuir as ligações cruzadas do colágeno, o que faz com que colágeno fique com uma consistência gelatinosa e diminui a permeabilidade da dentina afetada por cárie.^{1,7,8}

Com a infiltração incompleta de monômeros na rede de colágeno da dentina desmineralizada, essa rede de colágeno não sendo preenchida pelo sistema adesivo pode propiciar a degradação da interface adesiva, com isso há maior chance de ocorrer falha na adesão ao substrato dental, diminuindo a longevidade das restaurações adesivas. A aplicação do sistema adesivo sob corrente elétrica tem sido reportada por aumentar a infiltração resinosa pelo princípio da iontoforese, que induz elétrons através do tecido dentinário, onde a dentina carregada positivamente (ânodo) repele substâncias químicas carregadas positivamente, enquanto o dispositivo de aplicação do adesivo, carregado negativamente (cátodo), repele substâncias químicas carregadas negativamente. Desta forma, pelo fluxo de elétrons gerado, a corrente elétrica propulsiona os monômeros polares do adesivo para a dentina e o efeito eletrostático favorece a evaporação da água, além de diminuir o ângulo de contato entre o adesivo e a dentina.^{9,10}

Ademais, o uso do dimetilsulfóxido (DMSO) no protocolo adesivo, seja como pré-tratamento da dentina ou incorporado ao adesivo, aumenta a resistência imediata de união à dentina hígida, com a manutenção dessa adesão ao longo do tempo devido à melhor penetração do adesivo na matriz de colágeno dentinária.¹¹⁻¹³ O DMSO exibe habilidade de miscibilidade em solventes e na maioria dos monômeros resinosos, além de desagregar as fibras colágenas reticuladas da dentina, alterando assim os espaços na matriz colágena. O uso de uma solução contendo DMSO em 50% em volume, diluída em etanol para pré-tratamento da dentina, não apenas aumenta a adesão e sua durabilidade, mas também reduz a extensão da nanoinfiltração quando comparada à solução de DMSO à base de água.¹⁴

Entretanto, a literatura é escassa em pesquisas acerca do efeito do pré-tratamento da dentina afetada por cárie com DMSO associado à aplicação do sistema adesivo sob corrente elétrica, o que poderia aumentar a infiltração do sistema adesivo e consequentemente reduzir a degradação da interface de união dente-restauração,

o que poderia propiciar uma melhora na qualidade da interface adesiva com possível aumento na longevidade de restaurações adesivas.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que:

- 1) A dentina hígida apresentou maior dureza Knoop, independente da profundidade de avaliação, e menor ângulo de contato comparada à dentina afetada por cárie;
- 2) Para a dentina hígida, a associação do pré-tratamento da dentina com DMSO e aplicação do adesivo sob corrente elétrica foi mais efetivo para aumentar a resistência de união comparado ao pré-tratamento da dentina com água e aplicação do adesivo sem corrente elétrica;
- 3) Para a dentina afetada por cárie, todas as estratégias adesivas (a pré-tratamento da dentina com DMSO, aplicação do adesivo sob corrente elétrica, bem como a associação de ambas) foram efetivas para aumentar a adesão comparado ao pré-tratamento da dentina com água e aplicação do adesivo sem corrente elétrica;
- 4) A ciclagem térmica reduziu a resistência de união comparada à avaliação de 24 h, independente dos demais fatores.

Referências

REFERÊNCIAS

1. Yoshiyama M, Tay FR, Doi J, Nishitani Y, Yamada T, Itou K, et al. Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *J Dent Res*. 2002;81(8):556-60. doi: 10.1177/154405910208100811.
2. Carvalho RM, Manso AP, Geraldeli S, Tay FR, Pashley DH. Durability of bonds and clinical success of adhesive restorations. *Dent Mater*. 2012;28(1):72-86. doi: 10.1016/j.dental.2011.09.011.
3. Loguercio AD, Uceda-Gomez N, Carrilho MR, Reis A. Influence of specimen size and regional variation on long-term resin-dentin bond strength. *Dent Mater*. 2005;21(3):224-31. doi: 10.1016/j.dental.2004.03.012.
4. Erhardt MC, Toledano M, Osorio R, Pimenta LA. Histomorphologic characterization and bond strength evaluation of caries-affected dentin/resin interfaces: effects of long-term water exposure. *Dent Mater*. 2008;24(6):786-98. doi: 10.1016/j.dental.2007.09.007.
5. Stape THS, Uctasli M, Cibelik HS, Tjäderhane L, Tezvergil-Mutluay A. Dry bonding to dentin: broadening the moisture spectrum and increasing wettability of etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater*. 2021;37(11):1676-87. doi: 10.1016/j.dental.2021.08.021.
6. Nakajima M, Kitasako Y, Okuda M, Foxton RM, Tagami J. Elemental distributions and microtensile bond strength of the adhesive interface to normal and caries-affected dentin. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2005;72(2):268-75. doi: 10.1002/jbm.b.30149.
7. Haj-Ali R, Walker M, Williams K, Wang Y, Spencer P. Histomorphologic characterization of noncarious and caries-affected dentin/adhesive interfaces. *J Prosthodont*. 2006;15(2):82-8. doi: 10.1111/j.1532-849X.2006.00079.x.
8. Mazzoni A, Tjäderhane L, Checchi V, Di Lenarda R, Salo T, Tay FR, et al. Role of dentin MMPs in caries progression and bond stability. *J Dent Res*. 2015;94(2):241-51. doi: 10.1177/0022034514562833.
9. Maciel CM, Souto TCV, Pinto BA, Silva-Concilio LR, Baroudi K, Vitti RP. Adhesive systems applied to dentin substrate under electric current: systematic review. *Restor Dent Endod*. 2021;46(4):e55. doi: 10.5395/rde.2021.46.e55.

10. Guarda MB, Pacheco RR, Silva ID, Brandt WC, Sinhoreti MAC, Vitti RP. Microtensile bond strength of resin composite to dentin using different adhesive systems and directions of electric current. *Braz Dent J.* 2022;33(6):86-93. doi: 10.1590/0103-6440202204870.
11. Stape TH, Tezvergil-Mutluay A, Mutluay MM, Martins LR, Prado RL, Pizi EC, et al. Influence of dimethyl sulfoxide used as a solvent on the physical properties and long-term dentin bonding of hydrophilic resins. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2016;64:220-8. doi: 10.1016/j.jmbbm.2016.07.003.
12. Salim Al-Ani AA, Mutluay M, Stape THS, Tjäderhane L, Tezvergil-Mutluay A. Effect of various dimethyl sulfoxide concentrations on the durability of dentin bonding and hybrid layer quality. *Dent Mater J.* 2018;37(3):501-5. doi: 10.4012/dmj.2017-213.
13. Szesz AL, Pereira GMA, Siqueira FSF, Cardenas AFM, Bandeca MC, Armas-Vega A, et al. Effect of addition of dimethyl sulfoxide to simplified adhesives on dentin bond durability after three years of water storage. *J Adhes Dent.* 2021;23(2):159-65. doi: 10.3290/j.jad.b1079585.
14. Stape THS, Mutluay MM, Tjäderhane L, Uurasjärvi E, Koistinen A, Tezvergil-Mutluay A. The pursuit of resin-dentin bond durability: Simultaneous enhancement of collagen structure and polymer network formation in hybrid layers. *Dent Mater.* 2021;37(7):1083-95. doi: 10.1016/j.dental.2021.03.010.
15. Stape THS, Wik P, Mutluay MM, Al-Ani AAS, Tezvergil-Mutluay A. Selective dentin etching: a potential method to improve bonding effectiveness of universal adhesives. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2018;86:14-22. doi: 10.1016/j.jmbbm.2018.06.015.
16. Lenzi TL, Soares FZ, Tedesco TK, Rocha RO. Is it possible to induce artificial caries-affected dentin using the same protocol to primary and permanent teeth? *J Contemp Dent Pract.* 2015;16(8):638-42. doi: 10.5005/jp-journals-10024-1734.
17. Stape TH, Tjäderhane L, Marques MR, Aguiar FH, Martins LR. Effect of dimethyl sulfoxide wetbonding technique on hybrid layer quality and dentin bond strength. *Dent Mater.* 2015;31(6):676-83. doi: 10.1016/j.dental.2015.03.008.
18. Toledano M, Osorio R, Osorio E, Aguilera FS, Yamauti M, Pashley DH. Durability of resin-dentin bonds: effect of direct/indirect exposure and storage media. *Dent Mater.* 2007;23(7):885-92. doi: 10.1016/j.dental.2006.06.030.

19. Guarda MB, Di Nizo PT, Abuna GF, Catelan A, Sinhoreti MAC, Vitti RP. Effect of electric current assisted application of adhesives on their bond strength and quality. *J Adhes Dent*. 2020;22(4):393-8. doi: 10.3290/j.jad.a44870.
20. 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;54(12):1111-7. doi: 10.1016/j.archoralbio.2009.09.007.
21. Perdigão J. Dentin bonding: variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater*. 2010;26(2):e24-37. doi: 10.1016/j.dental.2009.11.149.
22. Zabeu GS, Scaffa PMC, Giacomini MC, Vidal CMP, Tjäderhane L, Wang L. Gelatinolytic activity after dentin pretreatment with dimethyl sulfoxide (DMSO) combined to dental bonding systems: perspectives for biological responses. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2022;130:105188. doi: 10.1016/j.jmbbm.2022.105188.
23. Mehtälä P, Pashley DH, Tjäderhane L. Effect of dimethyl sulfoxide on dentin collagen. *Dent Mater*. 2017;33(8):915-22. doi: 10.1016/j.dental.2017.04.018.
24. Zhang M, Sun Z, Zhang B, Peng W, Guo L. Effects of dimethyl sulfoxide pretreatment on the bonding properties of fluorotic dentin of different severity: an in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2024;131(3):508-17. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.01.033.
25. Mazzoni A, Visintini E, Vita F, Pasquantonio G, Saboia VP, Ruggeri A Jr, et al. ElectroBond improves immediate dentin microtensile bond strength of two etch-and-rinse adhesives. *J Adhes Dent*. 2009;11(1):27-33.
26. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*. 1999;27(2):89-99. doi: 10.1016/s0300-5712(98)00037-2.