

CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO – UNISAGRADO

JOÃO VICTOR CINTRA DE ALMEIDA

EFEITO DA INTERAÇÃO DO SOLVENTE DIMETILSULFÓXIDO (DMSO) E
MONÔMEROS ÁCIDOS FUNCIONAIS: ANÁLISE DO GRAU DE CONVERSÃO E
MOLHABILIDADE EM DENTINA HÍGIDA E ERODIDA

BAURU

2023

JOÃO VICTOR CINTRA DE ALMEIDA

EFEITO DA INTERAÇÃO DO SOLVENTE DIMETILSULFÓXIDO (DMSO) E
MONÔMEROS ÁCIDOS FUNCIONAIS: ANÁLISE DO GRAU DE CONVERSÃO E
MOLHABILIDADE EM DENTINA HÍGIDA E ERODIDA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como parte dos requisitos
para obtenção do título de bacharel em
Odontologia - Centro Universitário
Sagrado Coração.

Orientadora: Prof.^a Dra Giovanna
Speranza Zabeu.

BAURU

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com
ISBD

A447e

Almeida, João Victor Cintra de

Efeito da interação do solvente dimetilsulfóxido (DMSO) e monômeros ácidos funcionais: análise do grau de conversão e molhabilidade em dentina hígida e erodida / João Victor Cintra de Almeida. -- 2023.

37f. : il.

Orientadora: Prof.^a Dra. Giovanna Speranza Zabeu

Coorientadora: Prof.^a Dra. Linda Wang

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia)
- Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP

1. Adesivos dentinários. 2. Grau de conversão. 3. Ângulo de contato. I. Zabeu, Giovanna Speranza. III. Wang, Linda. IV. Título.

JOÃO VICTOR CINTRA DE ALMEIDA

EFEITO DA INTERAÇÃO DO SOLVENTE DIMETILSULFÓXIDO (DMSO) E
MONÔMEROS ÁCIDOS FUNCIONAIS: ANÁLISE DO GRAU DE CONVERSÃO E
MOLHABILIDADE EM DENTINA HÍGIDA E ERODIDA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como parte dos requisitos
para obtenção do título de bacharel em
Oodontologia - Centro Universitário
Sagrado Coração.

Aprovado em: ___/___/___.

Banca examinadora:

Prof.^a Dra. Giovanna Speranza Zabeu (Orientadora)
Centro Universitário Sagrado Coração

Prof. Dr. Leandro de Andrade Holgado
Centro Universitário Sagrado Coração

Prof.^a Dra. Karin Cristina da Silva Modena
Centro Universitário Sagrado Coração

Dedico este trabalho aos meus pais, avós, em especial a memória de minha avó Maria e a minha namorada e sua família, com amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, expresso minha profunda gratidão a Deus, pois reconheço que sem Sua graça e permissão, nada do que alcancei seria possível. Agradeço por guiar minha trajetória e por colocar pessoas incríveis em minha vida, permitindo-me concluir meu sonho com saúde e êxito.

Minha eterna gratidão a Deus se estende pelos pais que Ele me concedeu. Eles foram não apenas fundamentais em minha formação pessoal e profissional, mas também a base e referência que moldaram quem sou. Fizeram o possível e o impossível para que eu alcançasse meus objetivos. Pai e mãe, meu agradecimento eterno a vocês.

Agradeço a Deus também pela bênção de ter irmãos maravilhosos, que tornaram esses anos mais leves e divertidos. Suas presenças enriqueceram minha jornada e sou grato por cada momento compartilhado.

Ao Senhor, expresso minha gratidão pela namorada maravilhosa que colocou em minha vida, obrigado por essa mulher incrível. Ela não apenas facilitou cada desafio, mas também foi meu porto seguro, amiga, referência e, acima de tudo, meu amor. Agradeço, meu amor, por tornar tudo mais especial. Além de uma namorada incrível, Deus me presenteou com um sogro e uma sogra extraordinários, que se tornaram meus segundos pais. Minha gratidão eterna a vocês.

Agradeço ao Senhor pela presença essencial de meus avós em minha formação. Foram fontes constantes de amor e carinho, ensinando-me os valores de Deus e da família. Infelizmente nem todos estão presentes nesse momento tão especial em minha vida, porém tenho a certeza de que onde estiverem estarão comemorando essa conquista comigo. Em especial, minha avó Maria, uma mulher única e referência de bondade, agradeço a senhora por moldar meus princípios, tudo isso é pela senhora vó, muito obrigado!

De forma geral agradeço a Deus pela minha grande família (tios, primos, tios-avós, cunhado, avós por parte da minha namorada), todos eles, sem exceção,

colaboraram com esses anos, sendo com conselhos, brincadeiras, viagens, experiências, foram fundamentais para mim. Meu sincero obrigado a todos.

Agradeço à Ele também pelos meus queridos professores que, com a transmissão de seus vastos conhecimentos, possibilitaram uma formação profissional única lapidando-nos para alcançar a excelência da odontologia. Um agradecimento especial à minha orientadora Giovanna Zabeu, à minha banca Leandro Holgado e Karin Modena, bem como aos professores Carolina Ortigosa, Guilherme Ferreira, Joel Santiago e Linda Wang.

Por fim, expresso meu profundo agradecimento aos amigos, tanto aqueles feitos durante a graduação quanto aqueles que já estavam comigo. Cada momento compartilhado, seja em clínicas, trabalhos, estágios ou estudos, foi significativo graças à presença de vocês. Em especial, um agradecimento a minha dupla desses 4 anos, Lucas, você foi um presente da faculdade e indispensável em minha formação. Muito obrigado a todos por tornarem essa jornada mais leve, divertida e prazerosa.

Obrigado Senhor por me proporcionar viver esse sonho acompanhado de pessoas maravilhosas.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota” (Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

O avanço na pesquisa de monômeros funcionais e tecnologias bioativas tem se revelado como abordagens promissoras na busca por estabelecer um processo adesivo duradouro à dentina, levando em consideração as características únicas desse substrato. Adicionalmente, agentes de pré-tratamentos dentinários, como o solvente dimetilsulfóxido (DMSO), tem sido recomendados para preservar a estabilidade da interface adesiva, especialmente considerando a alteração do substrato dentinário. Dessa forma, o objetivo deste projeto foi avaliar a interação entre o DMSO e monômeros ácidos funcionais em dentina hígida e erodida em relação ao grau de conversão e a molhabilidade. O estudo envolveu 3 fatores: sistema adesivo em 4 níveis (Clearfil SE Bond [SE], Adper Single Bond Universal [SU], FL Bond II [FL], Beautibond Xtreme [BX]), pré-tratamento dentinário em 2 níveis (controle – água e DMSO a 1%) e substrato dentinário em 2 níveis (dentina hígida e dentina erodida artificialmente). As variáveis de resposta foram o grau de conversão (GC) do adesivo isolado e aplicado sobre a dentina, pela análise no espectrômetro por infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), e o molhamento/ângulo de contato, pela análise no goniômetro. Os dados foram avaliados por meio do teste de ANOVA a 2 critérios (para GC do adesivo puro) e 3 critérios (para GC sobre a dentina e grau de molhamento), seguido de Tukey para comparações individuais, com nível de significância de 5%. Para GC isolado dos sistemas adesivos, os adesivos solvatados (SU e BX) apresentaram maiores valores quando comparados aos não solvatados (SE e FL), independente do tratamento. Quando incorporado DMSO a 1%, os adesivos SE e SU (baseado em MDP) apresentaram melhora no GC, enquanto os adesivos FB e BX mantiveram seus valores. Quando aplicados sobre a dentina, a condição erodida prejudicou os valores para o adesivo SU, enquanto o DMSO foi eficaz em melhorar o GC para os adesivos SE e BX neste substrato alterado. Para o grau de molhamento, a dentina erodida prejudicou o molhamento de todos os sistemas adesivos, com exceção de FL que tiveram seus valores mantidos. O tratamento dentinário com DMSO não prejudicou nenhum sistema adesivo e melhorou o grau de molhamento para FL nos dois substratos avaliados, para SE na dentina hígida e SU na dentina erodida. Em conclusão, enquanto o desempenho dos sistemas adesivos foi prejudicado quando aplicados sobre a dentina erodida, o pré-tratamento DMSO a 1% foi eficaz em

melhorar as propriedades dos sistemas adesivos, principalmente sobre a dentina erodida.

Palavras-chave: Adesivos dentinários. Grau de conversão. Ângulo de contato.

ABSTRACT

The breakthrough in research regarding functional monomers and bioactive technologies has proven to be promising approaches in the pursuit of establishing a durable adhesive process to dentin, taking into consideration the unique characteristics of this substrate. Additionally, dentin pre-treatment agents, such as the solvent dimethyl sulfoxide (DMSO), have been recommended to preserve the stability of the adhesive interface, especially considering the alteration of the dentin substrate. Thus, the aim of this project was to evaluate the interaction between DMSO and acidic functional monomers on sound and artificially eroded dentin in terms of degree of conversion and wettability. The study involved 3 factors: adhesive system at 4 levels (Clearfil SE Bond [SE], Adper Single Bond Universal [SU], FL BondII [FL], Beautibond Xtreme [BX]), dentin pre-treatment at 2 levels (control - water and 1% DMSO), and dentin substrate at 2 levels (sound dentin and artificially eroded dentin). The response variables were the degree of conversion (DC) of the adhesive, both isolated and applied to dentin, analyzed using Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), and wettability/contact angle, analyzed using a goniometer. The data were evaluated using a two-way ANOVA (for the DC of the pure adhesive) and a three-way ANOVA (for DC on dentin and wettability), followed by Tukey's post hoc test for individual comparisons, with a significance level of 5%. For the isolated DC of the adhesive systems, the solvent-containing adhesives (SU and BX) showed higher values when compared to the non-solvent-containing adhesives (SE and FL), regardless of the treatment. When 1% DMSO was incorporated, adhesives SE and SU (MDP-based) enhanced the DC, while the adhesives FL and BX maintained their values. Once applied to dentin, the eroded dentin condition impaired the values for SU, while DMSO was effective in improving the DC for adhesives SE and BX on this altered substrate. In terms of wettability, eroded dentin hampered the wettability of all adhesive systems, except for FL, which maintained its values. DMSO dentin treatment did not damaged any adhesive system, while it improved the wettability for FL on both evaluated substrates, for SE on sound dentin, and for SU on eroded dentin. In conclusion, while the performance of adhesive systems was compromised when applied to eroded dentin, the 1% DMSO pre-treatment was effective to enhance the properties of adhesive systems, in particular on eroded dentin.

KEY- WORDS: Dentin-bonding agents. Degree of conversion. Contact angle.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Composição dos adesivos utilizados de acordo com o fabricante.....	17
Figura 1 - Espectro de absorbância do sistema adesivo FL isolado.....	22
Figura 2 - Espectro de absorbância do sistema adesivo FL aplicado sobre dentina hígida.	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de média e desvio padrão (%) para os valores de grau de conversão dos sistemas adesivos isolados.	21
Tabela 2: Valores de média e desvio padrão do grau de conversão (%) dos sistemas adesivos aplicados sobre dentina hígida e erodida.	22
Tabela 3: Valores de média e desvio padrão do grau de molhamento (Θ) dos sistemas adesivos gotejados sobre dentina hígida e erodida.	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

(Em ordem alfabética)

10-MDP	10-metacrilóiloxidecil di-hidrogênio fosfato
S-PRG	Surface Pre Reacted Glass ionomer (partícula vítrea com superfície pré-ativada)
DMSO	Dimetilsulfóxido
SO	Óxido de enxofre
SE	Clearfil SE Bond
SU	Adper Single Bond Universal
FL	FL Bond II
BX	Beautibond Xtreme
H	Dentina hígida
E	Dentina erodida artificialmente
GC	Grau de conversão
FTIR	Espectrômetro por infravermelho com transformada de Fourier
GM	Grau de molhamento/ângulo de contato
HEMA	2-hidroxietil metacrilato
Bis-GMA	Bis-fenol A-glicidil metacrilato
DMA	Dimetacrilato
UDMA	Uretano dimetacrilatos
TEGDMA	Trietilenoglicol dimetacrilato
ATR	Dispositivo de refletância total atenuada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	16
3	METODOLOGIA	17
4	RESULTADOS	21
5	DISCUSSÃO	24
6	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIAS	28
	ANEXO A – TERMO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ..	32

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da estrutura dentinária e suas propriedades é fundamental para a adequada adesão dos sistemas adesivos a esse tecido, sendo este, hígido ou alterado. Disbioses e patologias ocasionam e/ou aceleram a perda da integridade das estruturas dentárias, dentre elas a erosão dentária, sendo um grande desafio clínico que atinge cada vez mais a população jovem estando atrelado aos hábitos comportamentais (MAGALHÃES et al., 2009; RIOS et al., 2019). O fator diferencial entre o processo de erosão dentária e a cárie dentária (FEJERSKOV et al., 2003; PITTS, 2004) é a ausência de microrganismos no processo de desmineralização no biofilme, potencializado pela presença de açúcar fermentável como ocorre na cárie, sendo o processo erosivo um modelo abiótico (MAGALHÃES et al., 2009; HUYSMANS et al., 2011; LUSSI et al., 2014).

As lesões relacionadas ao desgaste dentário erosivo têm se tornado cada vez mais frequente, por conta dos hábitos alimentares dos indivíduos, como o consumo de refrigerantes, alimentos ácidos, entre outros, determinado pelos agentes extrínsecos (SCHLUETER et al., 2018). Dentre os agentes intrínsecos, a regurgitação, o refluxo ou vômito e outras questões gástricas que levam o suco gástrico à cavidade bucal são os fatores mais comuns, podendo estar relacionado também com situações como anorexia e bulimia (LUSSI et al., 2014; MAGALHÃES et al., 2009). Independente da origem do ácido, promove-se a perda mineral progressiva, determinando alteração na disponibilidade de cálcio e do arranjo molecular da superfície de dentina. Estruturalmente, o desgaste dentário erosivo é observado como um amolecimento da camada superficial, seguido de exposição de camada mais interna de forma sucessiva do esmalte (HUYSMANS et al., 2011). Na dentina, esse processo inicia-se com a perda mineral superficial, porém o estímulo ao odontoblasto aciona a formação de dentina esclerosada, hipermineralizada como o tempo, determinando assim, cenários variados com distintas interações com os materiais restauradores adesivos (OLIVEIRA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2018).

Com este desgaste e as consequências possíveis, em muitas ocasiões, procedimentos restauradores se tornam necessários com base em procedimentos de odontologia adesiva. Nesta abordagem, quando do uso de sistemas adesivos convencionais, a camada híbrida é obtida através do condicionamento ácido, que expõe matriz dentinária que será impregnada por monômeros adesivos durante a

aplicação do primer/adesivo no processo restaurador. Essa interface comporta-se de maneira instável na presença de água, devido ao fenômeno de degradação hidrolítica (MAZZONI et al., 2015). Esse fenômeno ocorre de forma semelhante para a dentina alterada, embora apresentem particularidades que podem ocasionar maior fragilidade dada às mudanças decorrentes, potencializando o processo. Na dentina erodida, a desmineralização em decorrência de ataques ácidos frequentes, de origem não bacteriana, resulta em determinado momento, a perda mineral irreversível de sua estrutura com progressiva mineralização como resposta de defesa (LUSSI et al., 2014).

Por outro lado, em dentina hipermineralizada, em termos de processo de adesão ao substrato no caso de restaurações adesivas, a união do sistema adesivo pode ser limitada devido à dificuldade de formação da camada híbrida, com menor grau de infiltração do primer e adesivo é possibilitado (OLIVEIRA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2018; GIACOMINI et al., 2017; JACOMINE et al., 2021; PERDIGÃO J., 2010).

Dessa forma, os sistemas adesivos, a fim de aprimorar sua afinidade com o substrato dentinário, evoluíram ao decorrer dos anos em que simultaneamente reduziam passos evitando chances de erros técnicos bem como propuseram mecanismos de interação com o mineral (OWENS; JONSON, 2007). Assim, a melhor compreensão do mecanismo do processo adesivo permitiu a introdução de sistemas que se conciliem apropriadamente à dinâmica do substrato dentinário, complexo e úmido (KOMORI et al., 2009; PERDIGÃO, 2010; PASHLEY et al., 2011). Os sistemas adesivos autocondicionantes surgiram como uma categoria promissora dada à capacidade de adesão aliada às características operacionais interessantes e redução de sensibilidade pós-operatória. Estes sistemas são fortemente marcados pela presença de monômeros funcionais (YOSHIDA et al., 2004; YOSHIHARA et al., 2018). Dentre estes monômeros, o 10-MDP (10-metacrilóiloxidecil di-hidrogênio fosfato) tem sido cada vez mais empregado na formulação de sistemas adesivos comerciais (YOSHIDA et al., 2004; YOSHIHARA et al., 2018). O grupo di-hidrogênio fosfato se dissocia na presença de água formando prótons que permitem a desmineralização e a união química ao cálcio das estruturas dentárias, enquanto a cadeia de carbono fornece a parte hidrofóbica necessária para o componente adesivo (YOSHIDA et al., 2004; YOSHIHARA et al., 2018).

Recentemente outras tecnologias, como os materiais bioativos ou multiiônicos, foram introduzidas no mercado, como a tecnologia S-PRG, em que partículas pré-reativas da superfície de vidros permitem a liberação de 6 íons principais, como o flúor (FUJIMOTO, Y. et al, 2010; KITAGAWA, H. et al., 2018). Dentre alguns dos benefícios prometidos, está sua capacidade de neutralizar o pH ácido, prevenindo a desmineralização de novas lesões subsuperficiais de cárie ao seu redor (FUJIMOTO et al, 2010; KITAGAWA et al., 2018). Além de apresentar a tecnologia bioativa, também apresenta uma composição de monômeros funcionais que é direcionado a interagir com as fibrilas de colágeno, de acordo com dados do fabricante, porém sem evidências ainda esclarecidas na literatura. As bases monoméricas principais desses sistemas são o monômero carboxílico e o monômero fosfônico (IKEMURA et al., 2011; IKEMURA et al.; 2012).

Além da união ao substrato, outras propriedades como o molhamento tem revelado melhor distribuição monomérica. Para melhor molhabilidade do sistema adesivo e da interação polimérica na interface adesiva, o solvente dimetilsulfóxido (DMSO) tem sido investigado como pré-tratamento dentinário. O DMSO é considerado um solvente polar aprótico (permite ligações de hidrogênio com oxigênio ou nitrogênio de amina) que apresenta um grupo hidrofílico (polar) de óxido de enxofre (SO) e dois grupamentos hidrofóbicos (CH₃) (MARREN, 2011). É capaz de se difundir em tecidos e superfícies biológicas e atuar como transportador de compostos polares e apolares dissolvidos, além de dissociar fibrilas de colágeno, que estão altamente entrelaçadas, em uma rede menor de colágeno, de fibras mais aparentes (ZIMMERLEY et al. 2009). Esse processo decorre da supressão das forças de atração de hidrogênio sobre o colágeno, permitindo que este solvente penetre com eficiência nas superfícies biológicas (MARREN, 2011). Estudos prévios mostraram que o DMSO pode ser capaz de aumentar as propriedades do sistema adesivo (CARDENAS et al. 2021), sendo eficaz em melhorar a resistência de união (SIQUEIRA et al., 2021), assim como sua estabilidade, aumentar a molhabilidade da superfície e a penetração de agentes resinosos, grau de conversão de monômeros de resina e inativação de enzimas proteolíticas, otimizando a ligação (TJADERHANE et al., 2013; STAPE et al.; 2015, STAPE et al.; 2016, STAPE et al.; 2018, ZABEU et al.; 2022, ZABEU et al.; 2023).

Segundo Siqueira et al. (2021), a penetração dos sistemas adesivos universais, em ambos os modos de aplicação em dentina erodida pré-tratada com

DMSO, apresentou aumento significativo quando comparada à dentina sem o tratamento, assim como a resistência de união para as mesmas situações. Além disso, os grupos de dentina pré-tratados com DMSO apresentaram aumento no grau de conversão quando comparados ao grupo de dentina erodida. Estudo de Cardenas et al. (2021) mostrou também que para o substrato de dentina hígida e erodida em que foram aplicados o DMSO, houve um aumento na resistência de união. Quanto ao grau de conversão, para os substratos de dentina hígida e erodida pré-tratadas com DMSO houve melhora no grau de conversão quando comparados aos mesmos grupos sem o tratamento. Szesz et al. (2021), por meio de análise de microtração e de nanoinfiltração, demonstraram que o DMSO a 0,2 e 2% foram capazes de estabilizar a resistência de união de sistemas adesivos convencionais simplificados. Dessa forma, a concentração de 1%, também testada por Zabeu et al., 2022 é sugerida como uma concentração no intervalo de concentrações testadas anteriormente para as análises neste estudo. Em todos os trabalhos citados, a ação do DMSO associados a sistemas convencionais ou universais neste modo se mostraram efetivos, enquanto para o modo autocondicionante não está tão elucidado.

Além de uma análise mais apurada do mecanismo químico estabelecido na interação entre os monômeros funcionais e o solvente, propriedades diretamente associadas às propriedades dos sistemas adesivos como polímeros precisam ser investigadas, havendo ainda uma falta de entendimento de seu mecanismo e sua interação em substratos dentinários alterados bem como com sistemas adesivos de distintas bases monoméricas.

2 OBJETIVOS

Avaliar a interação entre o dimetilsulfóxido (DMSO) e monômeros ácidos funcionais em dentina hígida e erodida em relação ao grau de conversão e a molhabilidade.

3 METODOLOGIA

Este projeto se dividiu em 3 etapas:

1. Avaliação do grau de conversão dos adesivos incorporados com DMSO na concentração de 1%;
2. Avaliação do grau de conversão dos sistemas adesivos aplicados sobre a dentina hígida e erodida artificialmente pré-tratadas com DMSO a 1%;
3. Avaliação do molhamento dos sistemas adesivos aplicados sobre a dentina hígida e erodida artificialmente pré-tratadas com DMSO a 1%.

Delineamento experimental

O delineamento propôs um estudo *in vitro*, paralelo e cego, realizado por um único operador durante os testes. Três fatores de variação foram testados: sistema adesivo em 4 níveis Clearfil SE Bond, [SE] Adper Single Bond Universal [SU], FL Bond II [FL], Beautibond Xtreme [BX]), pré-tratamento dentinário em 2 níveis (controle – água e DMSO a 1%) e substrato dentinário em 2 níveis (dentina hígida [H] e dentina erodida artificialmente [E]). As variáveis de resposta foram o grau de conversão (GC) do adesivo isolado e aplicado sobre a dentina, pela análise no espectrômetro por infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), e o grau de molhamento/ângulo de contato (GM), pela análise no goniômetro. A composição dos sistemas adesivos estão presentes no quadro 1.

Quadro 1 - Composição dos adesivos utilizados de acordo com o fabricante

SISTEMA ADESIVO	COMPOSIÇÃO
Clearfil SE Bond - SE (Kuraray, Osaka, Japão)	Primer: MDP; HEMA; DMA; NN – dietanol-p-toluidina, Água
	Adesivo: MDP; HEMA; Bis-GMA; DMA hidrófobo; Canforoquinona; NN – dietanol-p-toluidina; Sílica coloidal silanizada
Adper Single Bond Universal - SU (3M ESPE, St Paul, EUA)	Bis-GMA; MDP; HEMA; Copolímero do Vitrebond™; Ácido itacônico; Canforoquinona; Álcool etílico; Água; Sílica tratada com silício; Silano
FL Bond II - FL (Shofu, Kyoto, Japão)	Primer: Água, Etanol, Monômero de ácido carboxílico, Monômero ácido fosfônico e iniciadores
	Adesivo: Partículas de S-PRG baseados em vidro de flúor-boro-alumínio silicatos UDMA, TEGDMA, HEMA e iniciadores

Beautibond Xtreme - BX (Shofu, Kyoto, Japão)	Bis-GMA, TEGDMA, Monômero de ácido carboxílico, Monômero ácido fosfônico, Acetona, Água e Iniciadores
-------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: elaborada pelo autor

HEMA: 2-hidroxietil metacrilato, Bis-GMA: bis-fenol A-glicidil metacrilato, 10-MDP: 10- metacriloiloxidecil di-hidrogênio fosfato, DMA: dimetacrilato, S-PRG: partícula vítrea com superfície pré-ativada, UDMA: uretano dimetacrilatos, TEGDMA: trietilenoglicol dimetacrilato.

1. GRAU DE CONVERSÃO DOS ADESIVOS ISOLADOS

O GC foi medido através de Espectroscopia de Infravermelho Transformada de Fourier (FTIR) utilizando o espectrofotômetro IRPrestige-21 (Shimadzu, Tokyo, Japão). Nesta etapa, os testes foram realizados por um único operador e seguiram as recomendações da ISO 4049:2019, com o $n = 3$, cálculo amostral baseado nos trabalhos de Brianezzi et al. (2017) e Collares et al. (2013). Nesta etapa, não foi possível cegar o operador totalmente, uma vez que para o adesivo FL a banda para observação diferia dos outros adesivos, dada a ausência de BisGMA ou outro componente que apresentasse o anel aromático na região da banda de 1608 cm^{-1} como referência. As amostras dos adesivos com os respectivos tratamentos foram analisadas por absorvância pelo dispositivo de refletância total atenuada (ATR) MIRacle com placa de cristal de diamante de ZnSe (PIKE Technologies, Madison, WI, EUA). Para os grupos tratados com DMSO, os sistemas adesivos foram misturados com o DMSO na concentração de 1% em volume.

Para a análise, foi colocado sobre o cristal do ATR $3\mu\text{L}$ do adesivo com auxílio de uma pipeta (Lambda™ Plus, Corning Co., Corning, NY, EUA) e foram coletados os dados de absorvância, com os parâmetros de intervalo de onda de 1560cm^{-1} a 1760cm^{-1} , resolução de 4cm^{-1} e 32 capturas. Em seguida, essa mesma amostra de adesivo foi fotoativada com o fotopolimerizador Radii-Cal (SDI, Bayswater, Victoria, Austrália) a 1000mW/cm^2 a distância de 5mm. Após 5 minutos, os dados foram coletados novamente, gerando os espectros de antes e depois de polimerizados.

Para gerar o valor de GC, esses espectros foram comparados e analisados na mudança do espectro nas bandas de absorção próximas a 1638cm^{-1} , onde se encontra a ligação dupla de carbono presente nos grupos metacrilatos

polimerizáveis do adesivo. As bandas de absorção que não sofreram grandes alterações foram utilizadas como referência interna da matéria. Para os materiais contendo BisGMA, a banda utilizada foi próxima a 1608cm^{-1} , enquanto as que não apresentam esse componente (FL Bond II), a banda de referência foi próxima a 1715cm^{-1} .

Por fim, esses valores de cada amostra foram calculados através da fórmula:

$$GC(\%) = \frac{[1 - (1638\text{ cm}^{-1}/1608\text{ cm}^{-1})\text{ polimerizado}] \times 100}{(1638\text{ cm}^{-1}/1608\text{ cm}^{-1})\text{ não polimerizado}}$$

2. GRAU DE CONVERSÃO DOS SISTEMAS ADESIVOS APLICADOS SOBRE A DENTINA

Os parâmetros de análise foram iguais ao explicado no item 1. Inicialmente, terceiros molares humanos hígidos ($n=5$) foram coletados após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da FOB-USP (CAAE: 68812023.4.0000.5417). Para isso, 80 dentes foram coletados e, após a limpeza e remoção de tecido mole, foram fixados com cera pegajosa em máquina de cortes seriados (Isomet™ LowSpeedSaw® Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), em que tiveram o terço de dentina superficial exposta em corte perpendicular ao longo eixo do dente. Após a limpeza, a dentina foi tratada com lixa de SiC de granulação 600, 1200 e disco de feltro com pasta diamantada (Laboratory Grade Extec®, Einfield, CT, EUA) com a finalidade de deixar a superfície polida para a análise no ATR.

Para padronização e aleatorização, os espécimes puros foram inicialmente posicionados paralelamente ao cristal e pressionados com o auxílio de uma prensa, para que houvesse um preenchimento total da área do cristal para realização da leitura. As bandas de amida I, II e III correspondentes à matriz orgânica e as bandas de carbonato e fosfato a parte mineral foram aferidas (BOTTA et al., 2012; TARTARI et al., 2016).

Na sequência, os espécimes foram submetidos ao tratamento com DMSO a 1% ou água (controle) por 30 segundos de forma passiva e tiveram os excessos removidos com papel absorvente. Os sistemas adesivos foram aplicados conforme a orientação do fabricante.

Para a análise do GC, logo após a aplicação da etapa do adesivo, os espécimes foram posicionados no cristal do ATR e coletados os dados de absorbância, nos parâmetros de intervalo de onda de 1560cm^{-1} a 1760cm^{-1} , resolução de 4cm^{-1} e 32

capturas. Em seguida, a mesma amostra foi fotopolimerizada com o fotopolimerizador Rádii-Cal. Após 5 minutos, os dados foram coletados novamente, gerando os espectros de antes e depois de polimerizados. Os valores de GC foram obtidos como descrito no item 1.

3. MOLHAMENTO/ÂNGULO DE CONTATO

O ângulo de contato de cada material resinoso foi realizado em espécimes de dentina (n=6), totalizando 96 espécimes, cortados com espessura de aproximadamente 5mm e polidas com lixa de granulação de 600. Como controle do melhor molhamento, foi realizada uma análise de um substrato liso ($R_a=0,01\mu\text{m}$), em lâmina vítrea como referência. Seis leituras para cada grupo foram avaliadas, em que uma gota de cada espécime foi dispensada de forma padronizada com aproximadamente 3-4 μL do adesivo, incluído em uma seringa acoplada ao goniômetro com uma agulha de calibre 22. A leitura foi efetuada em temperatura controlada de 24°C, livre de interferência da luz e imediatamente após a dispensação da gota formada em cada substrato de leitura. A captura da imagem foi realizada por uma câmera acoplada na mesa e os ângulos direito e esquerdo foram medidos em grau de ângulo de contato, sendo a média calculada pelo software.

Análise Estatística

Os pressupostos de distribuição normal e igualdade de variâncias foram verificados para todas as variáveis por meio dos testes Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente. Como as condições foram satisfeitas, os dados de GC dos sistemas adesivos isolados foram submetidos à análise de variância ANOVA a 2 critérios, seguidos de teste de Tukey para comparações individuais ($p<0,05$), por meio do software Statistica (Statsoft®, Tulsa, OK, EUA). Para GC dos sistemas adesivos aplicados em dentina e o grau de molhamento, os dados foram submetidos ao teste ANOVA a 3 critérios, seguido de teste de Tukey para comparações individuais, adotando o nível de significância de $p<0,05$, utilizando o mesmo software.

4 RESULTADOS

Os resultados de grau de conversão para os sistemas adesivos isolados estão presentes na tabela 1. Todos os fatores apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,00001$), assim como para a interação dos fatores ($p < 0,00001$). Com relação ao fator adesivo, os adesivos solvatados, aqui representados pelos sistemas universais SU e BX, apresentaram maiores valores de grau de conversão quando comparados com os não solvatados, independente do tratamento realizado. Com relação ao fator tratamento, a incorporação do solvente melhorou o GC para os adesivos SE e SU, que apresentam o monômero funcional 10-MDP, enquanto manteve para os adesivos FL e BX, que apresentam o monômero do ácido carboxílico e ácido fosfônico na composição.

Tabela 1: Valores de média e desvio padrão (%) para os valores de grau de conversão dos sistemas adesivos isolados.

Tratamento	Sistema Adesivo			
	SE	SU	FL	BX
Controle	82,15 (0,19) d	94,60 (0,72) bc	80,02 (0,99) d	95,76 (1,20) abc
DMSO a 1%	94,46 (0,52) c	97,92 (0,58) a	80,00 (0,26) d	96,83 (1,19) ab

Letras distintas indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($n=3$, $p < 0,05$).

Fonte: elaborada pelo autor

Para a etapa do grau de conversão dos sistemas adesivos aplicados sobre as dentinas hígida e erodida pré-tratadas ou não com o DMSO, os dados estão expostos na tabela 2. Os fatores substrato ($p=0,00099$), adesivo ($p=p < 0,000001$) e tratamento ($p=0,00072$), assim como a interação dos 3 fatores ($p=0,01464$), apresentaram diferenças significantes. Na dentina hígida, o SU apresentou os maiores valores quando aplicado sem pré-tratamento dentinário. Entretanto, esse sistema foi o único prejudicado pela aplicação do pré-tratamento com o DMSO, enquanto os adesivos SE e BX se mantiveram estáveis. Para a dentina erodida os valores de inverteram, SU apresentou uma queda com relação a dentina hígida, entretanto apresentou valores semelhantes independente do pré-tratamento. Para o

adesivo SE, o pré-tratamento dentinário foi eficaz em melhorar o GC apenas na dentina erodida, enquanto BX teve queda nos valores na dentina erodida sem pré-tratamento e obteve uma melhora no GC quando aplicado o DMSO.

Com relação ao adesivo FL, uma dificuldade na metodologia foi observada. Quando este adesivo foi aplicado em dentina, o pico do comprimento de onda de 1715 foi modificado, tendo seu valor de pico marcado na região do 1705, impossibilitando o cálculo do GC. Um exemplo da alteração do pico pode ser observado nas figuras 1 e 2. Os dados de leitura nesse caso, não se apresentaram precisos e confiáveis.

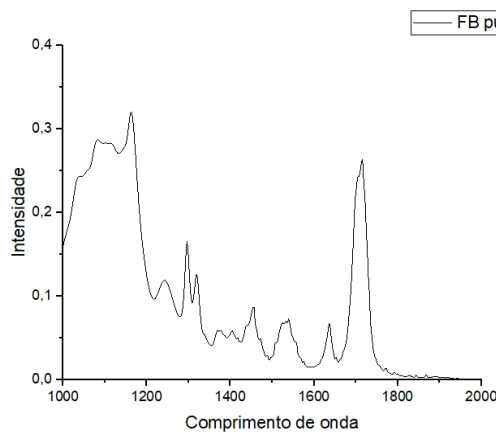
Tabela 2: Valores de média e desvio padrão do grau de conversão (%) dos sistemas adesivos aplicados sobre dentina hígida e erodida.

	Dentina hígida		Dentina erodida	
	Controle - água	DMSO a 1%	Controle - água	DMSO a 1%
SE	50,16 (2,49) cd	47,94 (8,59) d	43,27 (4,26) d	69,72 (4,68) b
SU	85,00 (4,84) a	72,85 (1,05) b	65,93 (5,07) b	63,18 (8,49) b
BX	61,51 (4,65) bc	66,86 (8,91) b	47,84 (4,65) d	64,24 (2,00) b

Letras distintas indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (n=5, p<0,05).

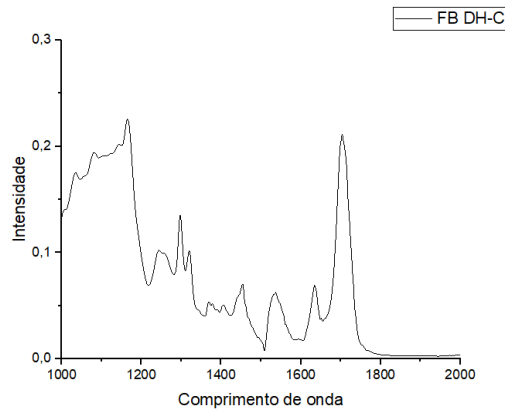
Fonte: elaborada pelo autor

Figura 1: Espectro de absorbância do sistema adesivo FL isolado.



Fonte: elaborada pelo autor

Figura 2: Espectro de absorvância do sistema adesivo FL aplicado sobre dentina hígida.



Fonte: elaborada pelo autor

Os dados da terceira etapa (grau de molhamento) estão presentes na tabela 3. Todos os fatores isolados apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,00001$), assim como para a interação dos 3 fatores ($p = 0,00055$). Com relação ao substrato, a dentina erodida prejudicou o molhamento de todos os sistemas adesivos, com exceção de FB que tiveram seus valores mantidos. O tratamento dentinário com DMSO não prejudicou nenhum sistema adesivo e melhorou o grau de molhamento para FB nos dois substratos avaliados, para SE na dentina hígida e SU na dentina erodida.

Tabela 3: Valores de média e desvio padrão do grau de molhamento (Θ) dos sistemas adesivos gotejados sobre dentina hígida e erodida.

	Dentina hígida		Dentina erodida	
	Controle - água	DMSO a 1%	Controle - água	DMSO a 1%
SE	27,97 (3,51) efg	13,69 (2,32) ab	36,54 (4,12) h	32,36 (4,49) fgh
FL	34,91 (5,23) gh	7,78 (1,68) a	40,03 (4,20) h	18,55 (6,42) bcd
SU	23,80 (3,44) cde	21,59 (2,64) bcde	35,62 (3,77) gh	24,76 (5,92) def
BX	14,63 (3,60) ab	16,51 (3,45) bc	16,51 (2,21) bc	16,74 (3,09) bcd

Letras distintas indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($n = 6$, $p < 0,05$).

Fonte: elaborada pelo autor

5 DISCUSSÃO

O desempenho geral dos sistemas adesivos dentinários testados em relação aos testes propostos à associação ao pré-tratamento apresentaram desempenhos interessantes. A interação dos sistemas adesivos variou de acordo com os testes quando aplicados sobre os substratos hígido ou erodido. É esperado que essas alterações de substrato dentinário possam impactar a interação dos sistemas adesivos com a dentina e esse processo pode variar de acordo com o conteúdo e mecanismo de ação das diferentes categorias de materiais (PERDIGÃO et al., 2010). De forma geral, os adesivos apresentaram uma queda de desempenho quando aplicados sobre a dentina erodida e o pré-tratamento com DMSO foi eficaz em melhorar o desempenho nesse substrato, deixando os valores semelhantes ao substrato hígido.

Quando os sistemas adesivos foram avaliados de forma isolada, os adesivos a base de 10-MDP apresentaram melhora no GC, enquanto os adesivos a base de ácido fosfônico e carboxílico se mantiveram estáveis. Este comportamento é interessante, pois sugere que os sistemas à base de 10-MDP, mesmo o solvatado (SU), sofreram a ação positiva do DMSO, que, como mencionado na justificativa, é capaz de penetrar melhor por meio das fibrilas de colágeno e melhorar a interação do adesivo com a trama da matriz orgânica. No caso da combinação de monômeros fosfônico e carboxílico, esta ação parece não ser potencializada sugerindo também que o peso molecular destes monômeros e a capacidade de interação (hidrofilia) destes monômeros poderia ser suficiente.

Quando os adesivos foram aplicados sobre a dentina o comportamento foi modificado. Para SU, o melhor desempenho foi no substrato hígido, sem o uso do solvente DMS, enquanto na dentina erodida os valores foram estáveis independente do tratamento. Enquanto para o SE, adesivo que também contém 10-MDP, seu desempenho foi prejudicado na dentina erodida e o DMSO foi capaz de melhorar o GC nessa situação, sem prejudicar na dentina hígida. Este resultado se deve provavelmente a melhora na dissolução dos agentes monoméricos que apresentam menor deslocamento molecular (YOSHIDA et al., 2004, TJADERHANE et al., 2013; YOSHIHARA et al., 2019., ZABEU et al., 2023). A presença de solvente facilita este deslocamento, melhorando o grau de conversão. Entretanto, a quantidade e a concentração podem interferir negativamente, já que quantidades maiores podem levar a um grau de hidrofilia que dilua o agente de forma deletéria e seja um fator

prejudicial na interface adesiva. Especula-se que este possa ser o motivo do comprometimento no GC para o sistema SU, uma vez que por apresentar união de fases, pode ter ocorrido um excesso de solventes na interface, aumentando o grau de hidrofília.

Enquanto os monômeros com ácido fosfônico e carboxílico (FL e BX) não sofreram nenhuma alteração significativa, quando aplicados isolados, no modo aplicado em dentina, estes apresentaram modificações. O BX apresentou uma queda significativa no GC quando aplicado sobre a dentina erodida, que foi melhorada sobre o pré-tratamento com DMSO. Uma vez que esses monômeros apresentam interação com a dentina, era esperado que houvesse mudanças quando aplicado sobre os substratos (IKEMURA et al., 2011, IKEMURA et al., 2012). Entretanto, uma dificuldade na metodologia impossibilitou a análise do grau de conversão do agente FL sobre a dentina. Com relação a este adesivo, uma dificuldade na metodologia foi observada, pois ao ser aplicado em dentina, o pico do comprimento de onda de 1715 foi modificado, tendo seu valor de pico marcado na região do 1715, impossibilitando o cálculo do GC. Essa dificuldade pode estar possivelmente associada a dois fatores. O primeiro pode estar relacionado com a interação dos monômeros presentes com o colágeno na dentina, o que poderia interferir na formação do pico nessa região de avaliação. Outro fator relacionado pode ser a sobreposição de estruturas, que poderiam estar impedindo a leitura correta do comprimento de onda. Como o FL é o único agente que apresenta a partícula bioativa S-PRG, e o pico na região do 1715, não existe na análise da dentina pura (BOTTA et al., 2012; TARTARI et al., 2016), possivelmente essa sobreposição pode estar associada à presença desta partícula. Novos estudos investigando a partícula isolada e incorporada em outros produtos serão realizadas para verificar essa interação, assim como avaliação da possível sobreposição com equipamentos que podem isolar os diferentes comprimentos de onda, como o software Origin.

Com relação ao grau de molhamento, todos os sistemas adesivos, com exceção do FL, apresentaram queda no grau de molhamento na dentina erodida quando comparada à dentina hígida e o tratamento dentinário com DMSO não prejudicou nenhum sistema adesivo e melhorou o grau de molhamento para FB nos dois substratos avaliados, para SE na dentina hígida e SU na dentina erodida. O grau de molhamento dos sistemas adesivos é uma propriedade importante que afeta

a eficácia da adesão entre duas superfícies e é influenciado pela tensão superficial do líquido adesivo e pelas características da superfície do substrato. Superfícies mais rugosas e porosas podem dificultar o molhamento adequado, enquanto superfícies lisas tendem a facilitar o molhamento. Nossos resultados vão de acordo com essas características, uma vez que a dentina erodida é um substrato rugosa, com amolecimento superficial e perda mineral (MAGALHÃES et al., 2009; HUYSMANS et al., 2011).

Para melhorar o grau de molhamento em sistemas adesivos, podem ser utilizados aditivos para reduzir a tensão superficial do líquido adesivo, tornando-o mais propenso a se espalhar sobre a superfície do substrato. O ajuste das propriedades do adesivo e o tratamento da superfície do substrato são estratégias comuns para otimizar o molhamento e garantir uma adesão eficaz. Nesse sentido, o DMSO é uma excelente opção, por ser um solvente que permite a difusão facilitada dos monômeros resinosos, principalmente os de alto peso molecular (hidrofóbicos). Nossos resultados estão de acordo com esses achados, uma vez que o FB foi o agente que teve uma melhora positiva com o uso do DMSO para os dois substratos e o SE para o substrato hígido. Novos estudos levando em consideração propriedades mecânicas, como resistência de união, e propriedades biológicas, como análise da interface por microscopia e zimografia in situ, podem ser complementares para uma análise completa do mecanismo de ação do DMSO.

6 CONCLUSÃO

Baseados nos resultados obtidos, o desempenho dos sistemas adesivos foi prejudicado quando aplicados sobre a dentina erodida, indicando que as alterações estruturais e de composição afetam a interação química e mecânica dos sistemas adesivos. O agente de pré-tratamento DMSO a 1% foi eficaz em melhorar as propriedades dos sistemas adesivos, principalmente sobre dentina erodida.

REFERÊNCIAS

- BOTTA, S. B. *et al.* Effect of dental tissue conditioners and matrix metalloproteinase inhibitors on type I collagen microstructure analyzed by Fourier transform infrared spectroscopy. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater**, v. 100, n. 4, p. 1009-1016, May. 2012. Doi:10.1002/jbm.b.32666. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jbm.b.32666>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- BRIANEZZI, L. F. F. *et al.* Does laser diode irradiation improve the degree of conversion of simplified dentin bonding systems? **J Appl Oral Sci**, v. 25, n. 4, p. 381-386, Jul-Aug. 2017. DOI: 10.1590/1678-7757-2016-0461. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2016-0461>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- CARDENAS, A. F. M. *et al.* Influence of application of dimethyl sulfoxide on the bonding properties to eroded dentin. **J Adhes Dent**, v. 23, n. 6, p. 589-598, Dec. 2021. DOI: 10.3290/j.jad.b2287671. Disponível em: <https://doi.org/10.3290/j.jad.b2287671>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- COLLARES, F. M. *et al.* Discrepancies in degree of conversion measurements by FTIR. **Braz Oral Res**, v. 27, n. 6, p. 453-454, Nov-Dec. 2013. DOI: 10.1590/S1806-83242013000600002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-83242013000600002>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- FEJERSKOV, O. *et al.* **Dental caries: the disease and its clinical management**. Copenhagen: Blackwell Monksgaard, 2003.
- FUJIMOTO, Y. *et al.* Detection of ions released from S-PRG fillers and their modulation effect. **Dent Mater J**, v. 29, n. 4, p. 392-397, Aug. 2010. DOI: 10.4012/dmj.2010-015. Disponível em: <https://doi.org/10.4012/dmj.2010-015>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- GIACOMINI, M. C. *et al.* Role of proteolytic enzyme inhibitors on carious and eroded dentin associated with a universal bonding system. **Oper Dent**, v. 42, n. 6, p. E188-E196, Nov-Dec. 2017. DOI: 10.2341/16-178-L. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/16-178-L>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- HUYSMANS, M. C.; CHEW, H. P.; ELLWOOD, R. P. Clinical studies of dental erosion and erosive wear. **Caries Res**, v. 45, n. Suppl 1, p. 60-68. 2011. DOI: 10.1159/000325947. Disponível em: <https://doi.org/10.1159/000325947>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- IKEMURA, K.; ENDO, T.; KADOMA, Y. A review of the developments of multi-purpose primers and adhesives comprising novel dithiooctanoate monomers and phosphonic acid monomers. **Dent Mater J**, v. 31, n. 1, p. 1-25, Feb. 2012. DOI: 10.4012/dmj.2011-139. Disponível em: <https://doi.org/10.4012/dmj.2011-139>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- IKEMURA, K.; KADOMA, Y.; ENDO, T. A review of the developments of self-etching primers and adhesives- Effects of acidic adhesive monomers and polymerization

initiators on bonding to ground, smear layer-covered teeth. **Dent Mater J**, v. 30, n. 6, p. 769-789, Nov. 2011. DOI: 10.4012/dmj.2011-110. Disponível em: <https://doi.org/10.4012/dmj.2011-110>. Acesso em: 24 nov. 2023.

JACOMINE, J. C. *et al.* Performance of a universal bonding system associated with 2% digluconate chlorhexidine in carious and eroded dentin. **Oper Dent**, v. 46, n. 1, p. E1-E10, Jan. 2021. DOI: 10.2341/19-123-L. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/19-123-L>. Acesso em: 24 nov. 2023.

KITAGAWA, H. *et al.* Inhibitory effect of resin composite containing S-PRG filler on *Streptococcus mutans* glucose metabolism. **J Dent**, v. 70, p. 92-96, Mar. 2018. DOI: 10.1016/j.jdent.2017.12.017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.12.017>. Acesso em: 24 nov. 2023.

KOMORI, P. C. *et al.* Effect of 2% chlorhexidine digluconate on the bond strength to normal versus caries-affected dentin. **Oper Dent**, v. 34, n. 2, p. 157-165, Mar-Apr. 2009. DOI: 10.2341/08-55. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/08-55>. Acesso em: 24 nov. 2023.

LUSSI, A.; CARVALHO, T. S. Erosive tooth wear: a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. **Monogr Oral Sci**, v. 25, p. 1-15. 2014. DOI: 10.1159/000360380. Disponível em: <https://doi.org/10.1159/000360380>. Acesso em: 24 nov. 2023.

MAGALHÃES, A. C. *et al.* Insights into preventive measures for dental erosion. **J Appl Oral Sci**, v. 17, n. 2, p. 75-86, Mar-Apr. 2009. DOI: 10.1590/S1678-77572009000200002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-77572009000200002>. Acesso em: 24 nov. 2023.

MARREN, K. Dimethyl sulfoxide: an effective penetration enhancer for topical administration of NSAIDs. **Phys Sportsmed**, v. 39, n. 3, p. 75-82, Sep. 2011. DOI: 10.3810/psm.2011.09.1923. Disponível em: <https://doi.org/10.3810/psm.2011.09.1923>. Acesso em: 24 nov. 2023.

MAZZONI, A. *et al.* Role of dentin MMPs in caries progression and bond stability. **J Dent Res**, v. 94, n. 2, p. 241-251, Feb. 2015. DOI: 10.1177/0022034514562833. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0022034514562833>. Acesso em: 24 nov. 2023.

OLIVEIRA, B. *et al.* Chemical interaction and interface analysis of self-etch adhesives containing 10-mdp and methacrylamide with the dentin in noncarious cervical lesions. **Oper Dent**, v. 43, n. 5, p. E253-E265, Sep-Oct. 2018. DOI: 10.2341/17-366-L. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/17-366-L>. Acesso em: 24 nov. 2023.

OLIVEIRA, B. *et al.* Chemical interaction analysis of an adhesive containing 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP) with the dentin in noncarious cervical lesions. **Oper Dent**, v. 42, n. 4, p. 357-366, Jul-Aug. 2017. DOI: 10.2341/16-062-L. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/16-062-L>. Acesso em: 24 nov. 2023.

OWENS, B. M.; JOHNSON, W. W. Effect of single step adhesives on the marginal permeability of Class V resin composites. **Oper Dent**, v. 32, n. 1, p. 67-72, Jan-Feb. 2007. DOI: 10.2341/06-17. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/06-17>. Acesso em: 24 nov. 2023.

PASHLEY, D. H. *et al.* State of the art etch-and-rinse adhesives. **Dent Mater**, v. 27, n. 1, p. 1-16, Jan. 2011. DOI: 10.1016/j.dental.2010.10.016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.016>. Acesso em: 24 nov. 2023.

PERDIGÃO, J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. **Dent Mater**, v. 26, n. 2, p. e24-37, Feb. 2010. DOI: 10.1016/j.dental.2009.11.149. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.149>. Acesso em: 24 nov. 2023.

PITTS, N. B. Are we ready to move from operative to non-operative/preventive treatment of dental caries in clinical practice? **Caries Res**, v. 38, n. 3, p. 294-304, May-Jun. 2004. DOI: 10.1159/000077769. Disponível em: <https://doi.org/10.1159/000077769>. Acesso em: 24 nov. 2023.

RIOS, D.; WANG, L.; AGULHARI, M. A. S.; JACOMINE, J. C.; HONÓRIO, H. M. Prevenção e controle do desgaste dental [Internet]. In: **Lesões não cariosas e HMI: o que precisamos saber!**. Nova Odessa: Napoleão, 2019.

SCHLUETER, N.; LUKA, B. Erosive tooth wear - a review on global prevalence and on its prevalence in risk groups. **Br Dent J**, v. 224, n. 5, p. 364-370, Mar. 2018. DOI: 10.1038/sj.bdj.2018.167. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2018.167>. Acesso em: 24 nov. 2023.

SIQUEIRA, F. S. F. *et al.* Collagen cross-linking agents + dimethyl sulfoxide improving the adhesive properties of erosive lesion dentin. **Braz Dent J**, v. 32, n. 6, p. 93-106, Nov-Dec. 2021. DOI: 10.1590/0103-6440202104595. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6440202104595>. Acesso em: 24 nov. 2023.

ZABEU, G. S. *et al.* Gelatinolytic activity after dentin pretreatment with dimethyl sulfoxide (DMSO) combined to dental bonding systems: Perspectives for biological responses. **J Mech Behav Biomed Mater**, v. 130, p. 105188, Jun. 2022. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2022.105188. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2022.105188>. Acesso em: 24 nov. 2023.

STAPE, T. H. S. *et al.* Effect of dimethyl sulfoxide wet-bonding technique on hybrid layer quality and dentin bond strength. **Dent Mater**, v. 31, n. 6, p. 676-683, Jun. 2015. DOI: 10.1016/j.dental.2015.03.008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.03.008>. Acesso em: 24 nov. 2023.

STAPE, T. H. S. *et al.* Dentin bond optimization using the dimethyl sulfoxide-wet bonding strategy: A 2-year in vitro study. **Dent Mater**, v. 32, n. 12, p. 1472-1481, Dec. 2016. DOI: 10.1016/j.dental.2016.09.015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.09.015>. Acesso em: 24 nov. 2023.

STAPE, T. H. S. et al. A novel dry-bonding approach to reduce collagen degradation and optimize resin-dentin interfaces. **Sci Rep**, v. 8, n. 1, p. 16890, Nov. 2018. DOI: 10.1038/s41598-018-34726-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34726-8>. Acesso em: 24 nov. 2023.

SZESZ, A. L. et al. Effect of addition of dimethyl sulfoxide to simplified adhesives on dentin bond durability after three years of water storage. **J Adhes Dent**, v. 23, n. 2, p. 159-165, Apr. 2021. DOI: 10.3290/j.jad.b1079585. Disponível em: <https://doi.org/10.3290/j.jad.b1079585>. Acesso em: 24 nov. 2023.

TARTARI, T. et al. Tissue dissolution and modifications in dentin composition by different sodium hypochlorite concentrations. **J Appl Oral Sci**, v. 24, n. 3, p. 291-298, May-Jun. 2016. DOI: 10.1590/1678-775720150524. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-775720150524>. Acesso em: 24 nov. 2023.

TJÄDERHANE, L. et al. The effect of dimethyl sulfoxide (DMSO) on dentin bonding and nanoleakage of etch-and-rinse adhesives. **Dent Mater**, v. 29, n. 10, p. 1055-1062, Oct. 2013. DOI: 10.1016/j.dental.2013.07.014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.07.014>. Acesso em: 24 nov. 2023.

YOSHIDA, Y. et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. **J Dent Res**, v. 83, n. 6, p. 454-458, Jun. 2004. DOI: 10.1177/154405910408300604. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/154405910408300604>. Acesso em: 24 nov. 2023.

YOSHIHARA, K. et al. Etching efficacy of self-etching functional monomers. **J Dent Res**, v. 97, n. 9, p. 1010-1016, Aug. 2018. DOI: 10.1177/0022034518763606. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0022034518763606>. Acesso em: 24 nov. 2023.

ZIMMERLEY, M. et al. Following dimethyl sulfoxide skin optical clearing dynamics with quantitative nonlinear multimodal microscopy. **Appl Opt**, v. 48, n. 10, p. D79-87, Apr. 2009. DOI: 10.1364/ao.48.000d79. Disponível em: <https://doi.org/10.1364/ao.48.000d79>. Acesso em: 24 nov. 2023.

ZABEU, G. S. et al. Solvation role of dimethyl sulfoxide on the interaction with dentin bonding systems after 30 months. **Dent Mater**, v. 39, n. 5, p. 478-484, May. 2023. DOI: 10.1016/j.dental.2023.03.010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2023.03.010>. Acesso em: 24 nov. 2023.

ANEXO A – TERMO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - USP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise das propriedades mecânicas e biológicas da interação do solvente dimetilsulfóxido (DMSO) com monômeros ácidos funcionais sobre dentina hígida, cariada e erodida

Pesquisador: Giovanna Speranza Zabeu

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 68812023.4.0000.5417

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia de Bauru

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.060.561

Apresentação do Projeto:

O projeto tem lietratura atualizada e objetivos bem definidos, porém deixa o relator com dúvidas em vários momentos quanto ao número de dentes necessários e o local de obtenção dos mesmos.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a interação entre o dimetilsulfóxido (DMSO) e monômeros ácidos funcionais em dentina hígida, cariada e erodida em relação ao grau de conversão dos sistemas adesivos, molhabilidade, resistência de união por meio do teste de microtração, e atividade enzimática por meio da zimografia in situ. Para isso, o estudo será dividido em 4 etapas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Uma vez que o pesquisador propõe a coleta de dentes recém extraídos, o mesmo deve citar os riscos envolvidos no processo cirurgico e a minimização destes quando da realização da cirurgia por especialista. Os benefícios estão descritos de forma satisfatória.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa está bem desxcrita, possui objetivos claros e no que tange a participação dos voluntários na mesma alguns itens de destaque necessitam ser corrigidos.

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA **CEP:** 17.012-901
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)3235-8356 **Fax:** (14)3235-8356 **E-mail:** cep@fob.usp.br

**FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - USP**



Continuação do Parecer: 6.060.561

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos apresentados estão de acordo com o preconizado pelo CEP.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto, bem como a documentação apresentada estão de acordo com o preconizado pelo CEP, podendo o mesmo ser considerado aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Esse projeto foi considerado APROVADO na reunião ordinária do CEP de 03/05/2023, com base nas normas éticas da Resolução CNS 466/12. Ao término da pesquisa o CEP-FOB/USP exige a apresentação de relatório final. Os relatórios parciais deverão estar de acordo com o cronograma e/ou parecer emitido pelo CEP. Alterações na metodologia, título, inclusão ou exclusão de autores, cronograma e quaisquer outras mudanças que sejam significativas deverão ser previamente comunicadas a este CEP sob risco de não aprovação do relatório final. Quando da apresentação deste, deverão ser incluídos todos os TCLEs e/ou termos de doação assinados e rubricados, se pertinentes.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2109235.pdf	23/03/2023 15:57:18		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoCEP_Giovanna_Zabeu.docx	23/03/2023 15:57:01	Giovanna Speranza Zabeu	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	23/03/2023 15:56:19	Giovanna Speranza Zabeu	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Instrumento_cessao_dentes_participant_e_da_pesquisa.docx	22/03/2023 19:41:59	Giovanna Speranza Zabeu	Aceito
Outros	TermoCessaoDentesCirurgiaoDentista.docx	22/03/2023 19:41:21	Giovanna Speranza Zabeu	Aceito
Outros	IntencaoCessaoDentesCirurgiaoDentista.docx	22/03/2023 19:40:27	Giovanna Speranza Zabeu	Aceito
Outros	Check_listCEP_2019.docx	22/03/2023 19:39:27	Giovanna Speranza Zabeu	Aceito
Orçamento	Orcamento.docx	22/03/2023 19:38:38	Giovanna Speranza Zabeu	Aceito
Declaração de	DeclaracaoCompromissoPesquisador	22/03/2023	Giovanna Speranza	Aceito

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA **CEP:** 17.012-901
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)3235-8356 **Fax:** (14)3235-8356 **E-mail:** cep@fob.usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - USP



Continuação do Parecer: 6.060.561

Pesquisadores	ResultadosPesquisa.doc	19:38:25	Zabeu	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	cep_docs_proj_pesquisa_carta_de_encaminhamento_termo_de_aquiescencia.doc	22/03/2023 19:38:05	Giovanna Speranza Zabeu	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	22/03/2023 19:37:37	Giovanna Speranza Zabeu	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BAURU, 15 de Maio de 2023

Assinado por:
CASSIA MARIA FISCHER RUBIRA
(Coordenador(a))

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA **CEP:** 17.012-901
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)3235-8356 **Fax:** (14)3235-8356 **E-mail:** cep@fob.usp.br