

Artigo Original de Pesquisa
Original Research Article

Influência do tempo de aplicação de um sistema adesivo em diferentes substratos dentinários

Influence of the time of application of an adhesive system on different dentinary substrates

Déborah Maria Martins de Paula¹
Talita Arrais Daniel Mendes²
Karlos Eduardo Rodrigues Lima¹
Marcelo Victor Sidou Lemos²
Victor Pinheiro Feitosa³
Diego Martins de Paula³
Luiz Filipe Barbosa Martins^{1, 3}

Autor para correspondência:

Talita Arrais Daniel Mendes
Rua Monsenhor Furtado, s/n – Rodolfo Teófilo
CEP: 60430-355 – Fortaleza – CE – Brasil
E-mail: talita_arrais@hotmail.com

¹ Centro Universitário Católica de Quixadá – Quixadá – CE – Brasil.

² Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal do Ceará – Fortaleza – CE – Brasil.

³ Faculdade Paulo Picanço – Fortaleza – CE – Brasil.

Data de recebimento: 24 jun. 2020. Data de aceite: 28 abr. 2021.

Palavras-chave:

adesivos dentinários;
resistência à tração;
dentina.

Resumo

Introdução: Para alcançar êxito na melhor formação de uma interface de união dentina/adesivo, é necessário que o sistema adesivo utilizado proporcione boa infiltração no substrato dentinário previamente condicionado. **Objetivo:** Avaliar a resistência de união (μ TBS) do sistema adesivo Adper™ Single Bond Plus aplicado em diferentes tempos em dentina afetada por cárie (DAC) e hígida (DH), na forma convencional (20 segundos) e por tempo de aplicação prolongado (60 segundos). **Material e métodos:** A amostra consistiu de 36 terceiros molares humanos extraídos, hígidos; destes, aleatoriamente, foram

preparados de forma artificial 18 amostras de DAC e distribuídos em quatro grupos (n=9) de acordo com a forma de aplicação e o substrato dentinário: (DACM) dentina afetada por cárie com aplicação adesiva modificada; (DHC) dentina hígida com aplicação adesiva convencional; (DACC) dentina afetada por cárie com aplicação adesiva convencional; (DHM) dentina hígida com aplicação adesiva modificada. Realizou-se o procedimento adesivo/restaurador de acordo com os grupos experimentais. Efetuou-se a análise estatística dos resultados por meio de teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, Anova 2-fatores e pós-teste de Tukey, considerando $\alpha=5\%$. **Resultados:** Os maiores valores de μ TBS foram encontrados quando a DH foi associada ao tempo de aplicação de 60 segundos ($p<0,05$); os menores valores, quando a dentina desmineralizada foi associada ao tempo de aplicação de 20 segundos ($p<0,05$). A maior frequência do padrão de fratura encontrada foi do tipo mista/adesiva. **Conclusão:** A μ TBS, em DAC e DH, teve melhores resultados pelo tempo de aplicação de 60 segundos do que com aplicação por 20 segundos.

Keywords:

dentin-bonding agents;
tensile strength; dentin.

Abstract

Introduction: To achieve success in the best formation of a union interface dentin/adhesive it is necessary that the system be used provide good infiltration into the etched dentin. **Objective:** The aim of this study was to evaluate the application time of Adper™ Single Bond Plus adhesive system in dentin affected by caries (DAC) and healthy dentin (DH), comparing immediate adhesion, in conventional form and by prolonged application time, by means of Bond Strength (μ TBS) test. **Material and methods:** The sample consisted of 36 extracted third human molars, of which, randomly, the samples were prepared in an artificial manner and distributed in 4 groups (n=9) according to application form and dentin substrate: (DAM) Dentin affected by caries with modified adhesive application; (DHC) Healthy dentin with conventional adhesive application; (DAC) Dentin affected by caries with conventional adhesive application; (DHM) Healthy dentin with modified adhesive application. The adhesive/restorative procedure was performed according to experimental groups. Statistical analysis of the results was performed by Kolmogorov-Smirnov normality test, two-way ANOVA and Tukey's test, considering $\alpha=5\%$. **Results:** The highest values of μ TBS were found when the DH was associated with application time of 60 seconds ($p<0.05$) and the lowest values when the dentin affected by caries was associated with application time of 20 seconds ($p<0.05$). The highest frequency of the fracture pattern found was of the mixed/adhesive type. **Conclusion:** It is concluded that the μ TBS in DAC gave better results on 60 seconds application time of the adhesive system used, than with application for 20 seconds.

Introdução

A cárie dentária resulta do desequilíbrio DES-RE (desmineralização/remineralização) e está diretamente ligada ao biofilme dentário, como também à composição da saliva, ingestão de alimentos cariogênicos e hábitos inadequados de higiene bucal. Quando a lesão cariosa se apresenta no tecido do esmalte, se nada for feito para interromper sua progressão, a desmineralização vai avançar, podendo ocorrer a formação de uma cavidade e atingir a dentina [13, 23].

A tendência da Odontologia restauradora atualmente está voltada para intervenções minimamente invasivas para dentes cariados, por isso a técnica do tratamento restaurador atraumático é um procedimento baseado na remoção de tecidos de dentes cariados que utiliza instrumentos manuais sozinhos e visa restaurar a cavidade com um material restaurador adesivo [30].

A porção de dentina infectada pode ser caracterizada como bastante desmineralizada e não apresenta capacidade de remineralização fisiologicamente, com fibrilas de colágeno desnaturadas e sem ligações cruzadas na dentina. Já na porção mais interna, na dentina afetada por cárie (DAC), encontra-se menor contaminação de microrganismos, além da capacidade de remineralização, sendo assim, deve ser preservada no momento dos procedimentos clínicos [9].

Os procedimentos adesivos em DAC têm durabilidade limitada, pois a dentina é parcialmente desmineralizada, e isso afeta diretamente a μ TBS das interfaces resina/dentina [3, 6, 22, 29].

O ácido fosfórico tem a capacidade de tornar o esmalte dentário mais suscetível à ligação, melhorando a força de adesão à resina; quando se realiza a aplicação do condicionamento ácido, amplia-se a área microscópica livre que retém a resina. No momento em que o esmalte do dente é condicionado, a superfície deixa de ser lisa e passa a ser irregular, com microporos [31].

O condicionamento ácido desmineraliza o tecido dentinário, deixando as fibras colágenas expostas. O sistema adesivo convencional faz uso de etapas separadas de condicionamento ácido, porém se faz ao mesmo tempo a aplicação no esmalte e na dentina, retirando totalmente a camada de *smear layer*. No sistema convencional de três passos, primeiramente é feita a aplicação do ácido, seguindo na aplicação do *primer* e, por último, as camadas de resina adesiva; o de dois passos foi proposto na intenção de simplificar e

reduzir os passos clínicos da restauração, sendo assim, faz-se a aplicação anteriormente do ácido, depois o *primer* e o adesivo são aplicados juntos, comercializados no mesmo frasco [32].

As ligações dos materiais utilizados nas restaurações e o substrato dentário acontecem graças à força de retenções micromecânica dos sistemas adesivos, ao fazer com que os monômeros entrem na superfície exposta de fibras colágenas na dentina [19]. O estudo da união de restaurações em regiões com mudanças estruturais da dentina, como a DAC, é de grande relevância para o entendimento e aprimoramento das técnicas a serem empregadas. Dessa forma, a busca por restaurações duráveis entre sistemas adesivos e resina composta continua sendo um desafio [3].

Este estudo teve como objetivo avaliar a resistência de união (μ TBS) de um adesivo convencional aplicado em diferentes tempos em DAC ou dentina hígida (DH). As hipóteses testadas foram: 1) o tempo de aplicação do sistema adesivo não altera a μ TBS do adesivo testado; 2) o substrato dentinário não interfere na μ TBS do sistema adesivo.

Material e métodos

Trata-se de um estudo laboratorial *in vitro*, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Católica de Quixadá, com o número de protocolo 2.554.729. A amostra consistiu de 36 terceiros molares humanos livres de cáries. Eles foram armazenados, por 30 dias, em solução de timol 0,1% a 4°C; para separação por grupos dividiu-se por meio de randomização, por um terceiro ao estudo.

Delineamento experimental

O estudo foi desenvolvido em um esquema a x b, levando em consideração os seguintes fatores de investigação: 1.º fator: tempo de aplicação de adesivo; 2.º fator: tipo de substrato dentinário. Os grupos foram divididos com aplicação de adesivo por: 20 segundos na dentina hígida (DHC), 20 segundos em dentina afetada (DACC), 60 segundos em dentina hígida (DHM) e 60 segundos em afetada (DACM). O experimento realizado foi o teste de μ TBS à microtração (n=9), com o auxílio de uma máquina de ensaios mecânicos universais (EMIC DL 2000, São José dos Pinhais, Brasil), analisados quantitativamente.

Preparo das amostras e procedimento restaurador

Trinta e seis amostras de terceiros molares livres de cárie foram limpas removendo os debris orgânicos com o auxílio de curetas periodontais. Cada dente foi seccionado, para expor uma superfície de dentina média (removendo o terço oclusal e a porção da raiz), com um disco de diamante com irrigação de água em baixa velocidade (Isomet 4000; Buehler, Lake Bluff, EUA).

Submeteram-se à ciclagem de pH 18 espécimes, a fim de criar uma DAC artificial. A superfície de dentina oclusal foi polida com lixas de carbetto de silício, de granulação 1200, para criar uma superfície lisa. Todas as outras superfícies foram protegidas com verniz ácido-resistente para as unhas. Uma camada de dentina parcialmente desmineralizada, com espessura de aproximadamente 200 μm , foi criada na superfície não revestida pela ciclagem de pH usando solução desmineralizante contendo 1,5 Mm de CaCl_2 , 0,9 mM de KH_2PO_4 , 50 mM de ácido acético e 5 mM de NaN_3 , ajustada para pH 4,8. A solução remineralizante foi constituída de 1,5 mM de CaCl_2 , 0,9 mM de NaH_2PO_4 , 0,13 M de KCl e 5 mM de NaN_3 , tamponada a pH 7,0 com tampão HEPES. Cada amostra foi imersa em 10 ml de solução durante 8 horas; em seguida fez-se imersão em 10 ml de solução remineralizante durante 16 horas, com soluções frescas utilizadas para cada ciclo de desmineralização. Esse procedimento foi realizado durante 14 dias a temperatura ambiente.

Todas as amostras (com DH e DAC) foram condicionadas usando um gel de ácido fosfórico 37% (Condac 37%, FGM, Joinville, Brasil), durante 15 segundos; depois foi feita lavagem com água abundante durante 30s. As superfícies de dentina condicionadas foram suavemente secas com o auxílio de papel absorvente, para remover o excesso de água. Todos os espécimes foram unidos com o adesivo convencional de dois passos Adper™ Single Bond Plus (3M ESPE, St. Paul, MN, USA). Para o grupo com aplicação adesiva modificada, esta foi realizada de forma ativa em 5 aplicações por 60 segundos cada, porém no grupo de aplicação convencional aplicou-se o agente de união de forma ativa em 2 aplicações de 20 segundos cada, assim como recomenda o fabricante. Todos os grupos foram suavemente secos com jato de ar leve, por 2 segundos, entre cada aplicação, e fotopolimerizados, após a última, por 40 segundos usando o LED aparelho fotopolimerizador DB-685 (1100 mW / cm^2 ; Dabi Atlante, Ribeirão Preto, Brasil). Para a restauração utilizou-se a resina composta Filtek Z350 XT (3M ESPE, St. Paul, MN, USA).

Resistência de união ao teste de microtração (μTBS)

Todos os dentes restaurados foram imersos em água destilada durante 24 horas a 37°C. Os espécimes foram seccionados perpendicularmente à interface para produzir vigas de resina de dentina, com 1 mm^2 de área transversal, com um disco de diamante de baixa velocidade (ISOMET 1000, Buehler Ltd., Lake Buff, IL, EUA). Seguindo o protocolo de Yamauti *et al.* [35], em que os palitos foram fixados com cola de cianoacrilato e testados até a falha sob tração em uma máquina universal de ensaios com uma velocidade de 1,0 mm/min, com uma célula de carga de 500N. A média das μTBS dos palitos do mesmo dente serviu como unidade estatística. Os palitos que falharam prematuramente foram incluídos como 0 MPa. Para a análise do padrão de fratura, recorreu-se a uma lupa estereoscópica (StereoZoom® Leica S8 APO, Leica Microsystems®, Wetzlar, Alemanha) na interface adesiva; foram utilizados os palitos da análise anterior em função de cada grupo. Os palitos foram fixados na plataforma da lupa de forma vertical, com a interface fraturada voltada para cima. Concluída a etapa de preparação, os espécimes foram examinados e os dados analisados de forma descritiva.

Análise de dados

Realizou-se a análise estatística dos resultados por meio de teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, Anova 2-fatores e pós-teste de Tukey, considerando $\alpha=5\%$.

Resultados

Houve interação entre os fatores estudados (tempo de aplicação e tipo de substrato) ($p<0,05$), demonstrando que, com o aumento do tempo de aplicação do sistema adesivo, a μTBS apresentou valores superiores. Os maiores valores de μTBS foram achados quando a DH foi associada ao tempo de aplicação de 60 segundos ($p<0,05$) e menores valores de μTBS foram encontrados quando a dentina desmineralizada esteve associada ao tempo de aplicação de 20 segundos ($p<0,05$). Ainda, notou-se que, associando um maior tempo de aplicação, a dentina desmineralizada mostrou valores maiores em comparação ao tempo de 20 segundos ($p<0,05$) (tabela I).

Tabela 1 - Médias dos valores de μ TBS resina/dentina (MPa) e desvio padrão, considerando o tempo de aplicação e os substratos

Tempo	Substrato	
	Dentina hígida	Dentina afetada por cárie
20 segundos	21,33 \pm 7,41 Ba	16,23 \pm 9,14 Bb
60 segundos	31,88 \pm 9,89 Aa	24,40 \pm 8,75 Ab

Letras maiúsculas mostram diferenças estatisticamente significantes entre colunas pelos testes ($p < 0,05$)
Letras minúsculas mostram diferenças estatisticamente significantes entre linhas ($p < 0,05$). Estatística feita pelos testes Anova 2-fatores e pós-teste Tukey

Pode-se notar que a maior frequência do padrão de fratura encontrada foi do tipo mista/adesiva, demonstrando que o presente estudo testou adesão e não a coesão dos materiais empregados (gráfico 1).

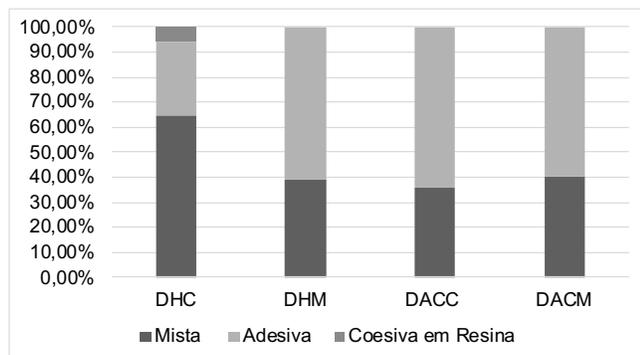


Gráfico 1 - Representação de fratura da interface de união adesivo/material restaurador

Porcentagens dos padrões de fratura dos palitos utilizados na μ TBS em função do tempo de aplicação e substrato utilizado

Discussão

A composição principal dos sistemas adesivos é um fator importantíssimo a ser considerado na escolha para determinado procedimento clínico. Neste estudo empregou-se o Adper™ Single Bond Plus, que tem como composição: BisGMA, HEMA, dimetacrilatos, etanol, água, um novo sistema fotoiniciador e um copolímero de metacrilato funcional de poliacrílico e ácidos poliacetônicos. Segundo Feitosa *et al.* [8], quando se utilizaram adesivos contendo a combinação de água e etanol, proporcionou-se um tempo correto para a completa infiltração dos monômeros na dentina, fazendo com que, após leves jatos de ar, o solvente seja evaporado com menor intensidade.

Dentre as diversas razões que podem acometer a μ TBS de um sistema adesivo ao substrato dentinário, vale ressaltar as características estruturais, físicas e químicas [2, 3, 15, 22, 29]. O presente estudo analisou se haveria alteração na μ TBS do adesivo restaurador em dentina hígida e em dentina afetada por cárie, por tempo prolongado de aplicação. Considerando o grupo de dentina desmineralizada, notou-se que o aumento no tempo de aplicação (60s) trouxe melhores resultados em comparação ao tempo convencional (20s), utilizando o mesmo sistema adesivo.

As hipóteses nulas foram rejeitadas, pois se observou estatisticamente que houve ligação do material ao substrato tanto em DH como em DAC e que o tempo de aplicação melhorou a μ TBS dos adesivos.

Diante da tentativa de padronizar as condições já existentes em DAC fisiologicamente, vários métodos *in vitro* já são utilizados, como modelos químicos e biológicos [3, 12, 20]. O presente estudo usou diferentes soluções desmineralizante/remineeralizante (modelo de ciclagem de pH), na tentativa de simular tais circunstâncias e testar as interfaces adesivas. Embora a indução artificial da cárie seja respaldada na literatura, deve-se considerar que, para estudos *in vitro*, não é possível simular todas as alterações fisiológicas que ocorrem numa situação clínica [20]. Os estudos de Marquezan *et al.* [14], Joves *et al.* [10], Pacheco *et al.* [20], Lenzi *et al.* [12] empregaram uma metodologia semelhante para criar artificialmente DAC, concordando com os resultados do presente estudo, que demonstrou ser inferior a μ TBS em DAC, em comparação à DH, porém o modelo de desenvolvimento de cárie não foi fator influenciador, pois houve alteração da μ TBS.

O primeiro passo durante o processo restaurador com resina é o condicionamento ácido, que se faz presente para melhorar a adesão ao substrato através de microrretenções, todavia é importante o controle da umidade dentinária que será condicionada, para melhor durabilidade das restaurações; essa umidade vai divergir de acordo com o solvente utilizado [4, 11, 26]. Aqui recorreu-se à técnica recomendada pela maioria dos fabricantes, consistindo na adesão levemente úmida com adesivos de condicionamento e lavagem para melhor infiltração, sendo realizadas aplicações vigorosas do adesivo, procedimento que concorda com as pesquisas de Reis *et al.* [24] e Zander-Grande *et al.* [37].

Após o condicionamento da dentina é necessária a aplicação de um adesivo, porém deve-se levar em consideração um fator primordial que pode favorecer

a μ TBS e a longevidade da restauração: a evaporação do solvente. O solvente é um componente usado apenas para favorecer a absorção de monômeros, que não têm afinidade com a umidade do substrato, ou seja, os monômeros hidrófobos, melhorando assim a evaporação da água presente nas fibrilas de colágeno já expandidas anteriormente [16, 25]. Os solventes normalmente empregados são à base de água, acetona e etanol, no entanto estudos comprovam que os melhores adesivos em teor de longevidade, que garantem uma μ TBS adequada, são os à base de água e etanol [17, 32]. O adesivo utilizado no presente estudo é à base de água e etanol, o que concorda com os bons resultados encontrados.

Estudos realizados por Van Meerbeek *et al.* [33] e Reis e Loguercio [27] concordam com os resultados do presente estudo, pois mostram que tendo como base a acetona tais solventes têm capacidade de evaporação com maior rapidez, o que dificultaria a infiltração dos monômeros na dentina condicionada.

Uma das finalidades de um protocolo adesivo é ter uma adesão satisfatória. Alguns estudos clínicos buscando tal objetivo lançam mão de sistemas adesivos convencionais com agitação e aplicação vigorosa com duas ou três camadas. No presente estudo efetuaram-se 5 aplicações por 60 segundos cada, na tentativa de melhor infiltração da resina no substrato condicionado, o que contribuiu para uma resposta efetiva. O resultado vai ao encontro dos achados de Van Meerbeek *et al.* [33] e Munoz *et al.* [17], em que se usou uma resina hidrófoba sem solvente, em camadas adicionais. Mesmo que no presente estudo tenha se utilizado um adesivo com solvente (à base de água e etanol), é necessário que ocorra a sua evaporação adequada, para melhor infiltração e absorção dos monômeros pelas fibrilas de colágeno [1].

Os monômeros são substâncias que existem nos sistemas adesivos participando ativamente da ligação ao substrato. Para que se tenha uma união inicial ao substrato úmido da dentina, o ideal é que existam monômeros hidrófilos. O HEMA (2-hidroxietilmetacrilato) do grupo monofuncional de baixo peso molecular é encontrado na composição dos *primers*; estes contêm um radical hidrófilo e um radical hidrófobo, para ajudar na polimerização com outros, contudo por si só não possibilitam a formação da rede de polímeros ideais para a adesão ao substrato dentinário [24].

Os resultados da μ TBS em DAC foram estatisticamente positivos com o sistema adesivo

testado neste estudo. Assim, discorda de outros estudos realizados, que afirmam que a μ TBS foi melhor em DAC com aplicação adesiva convencional em comparação à dentina hígida com aplicação convencional [5, 28, 29, 36]. No entanto acredita-se que os resultados do presente estudo possam ter sido influenciados pelo meio de superfícies lisas, utilizado para obter os espécimes finais dos substratos afetados e hígidos. No estudo Shibata *et al.* [29] as superfícies não eram lisas (padronizadas), já na presente pesquisa utilizaram-se superfícies lisas, concordando com os trabalhos de Nakajima *et al.* [18], Yoshiyama *et al.* [36], Ceballos *et al.* [5], Pereira *et al.* [21], Erhardt *et al.* [7] e Xuan *et al.* [34], que também empregaram o meio padronizado.

Diante das limitações do presente estudo, fazem-se necessárias novas pesquisas, que avaliem ao longo do tempo a estabilidade das interfaces adesivas, como proposto neste trabalho, a curto prazo.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos e dentro das limitações da pesquisa, conclui-se que a utilização do sistema adesivo Adper™ Single Bond Plus em DAC e DH com aplicação de 5 camadas por 60 segundos teve melhores resultados de μ TBS resina/dentina nos espécimes, quando avaliados imediatamente, em comparação à aplicação do sistema adesivo em dentina afetada por cárie em 2 camadas por 20 segundos.

Referências

1. Albuquerque M, Pegoraro M, Mattei G, Reis A, Loguercio AD. Effect of double-application or the application of a hydrophobic layer for improved efficacy of one-step self-etch systems in enamel and dentin. *Oper Dent.* 2008 Sep;33(5):564-70.
2. Bahari M, Oskoe SS, Kimyai S, Pouralibaba F, Farhadi F, Norouzi M. Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate treatment on microtensile bond strength to carious affected dentin using two adhesive strategies. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2014 Sep;8(3):141-7.
3. Barbosa-Martins LF, Sousa JP, Castilho ARF, Puppim-Rontani J, Davies RP, Puppim-Rontani RM. Enhancing bond strength on demineralized dentin by pre-treatment with selective remineralising agents. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2018 Mar;81:214-21.

4. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849-53.
5. Ceballos G, Camejo DG, Victoria-Fuentes H, Osorio R, Toledano H, Carvalho RM *et al.* Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine. *J Dent.* 2003 Sep;31(7):469-77.
6. De-Melo MAS, Goes DDC, De-Moraes MDR, Santiago SL, Rodrigues LKA. Effect of chlorhexidine on the bond strength of a self-etch adhesive system to sound and demineralized dentin. *Braz Oral Res.* 2013 May-Jun;27(3):218-24.
7. Erhardt MCG, Toledano H, 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 Jun;24(6):786-98.
8. Feitosa VP, Higashi C, Loguercio AD, Reis A. Adesão e sistemas adesivos: O que realmente mudou depois de 30 anos? *Pro-Odonto Estética.* 2015;4(8).
9. Fusayama T. Two layers of carious dentin: diagnosis and treatment. *Oper Dent.* 1979;4:63-70.
10. Joves GJ, Inoue G, Nakashima S, Sadr A, Nikaido T, Tagami J. Mineral density, morphology and bond strength of natural versus artificial caries-affected dentin. *Dent Mater J.* 2016;32(1):138-43.
11. Kanca J. Improving bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. *J Am Dent Assoc.* 1992 Sep;123(9):35-43.
12. Lenzi TL, Tedesco TK, Calvo AF, Ricci HÁ, Hebling J, Raggio DP. Does the method of caries induction influence the bond strength to dentin of primary teeth? *J Adhes Dent.* 2014 Jul;16(4):333-8.
13. Maltz M, Jardim JJ, Alves LS. Health promotion and dental caries. *Braz Oral Res.* 2010 Aug;24:18-25.
14. Marquezan M, Osorio R, Ciamponi AL, Toledano M. Resistance to degradation of bonded restorations to simulated caries-affected primary dentin. *Am J Dent.* 2010 Feb;23(1):47-52.
15. Marshall-JR GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent.* 1997 Nov;25(6):441-58.
16. Meier MM, Loguercio AD, Reis A, Klein-Junior CA, Zander-Grande C, Amaral R *et al.* Evaporating solvents with a warm air-stream: effects on adhesive layer properties and resin-dentin bond strengths. *J Dent.* Aug;36(8):618-25.
17. Munoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez I, Szesz AL, Reis A, Loguercio AD *et al.* Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives. *J Dent.* 2014 May;42(5):595-602.
18. Nakajima M, Sano H, Toca MF, Tagami J, Yoshiyama H, Ebisu S. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *J Dent Res.* 1995 Oct;74(10):1679-88.
19. Niu LN, Zhang W, Pashley DH, Breschi L, Mao J, Chen JH *et al.* Biomimetic remineralization of dentin. *Dent Mater.* 2014 Jan;30(1):77-96.
20. Pacheco LF, Banzi ECF, Rodrigues E, Soares LES, Pascon FM, Correr-Sobrinho L. Molecular and structural evaluation of dentin caries-like lesions produced by different artificial models. *Braz Dent J.* 2013 Nov-Dec;24(6):610-8.
21. Pereira PNR, Nunes MF, Miguez PA, Swift-Júnior EJ. Bond strengths of a 1-step self-etching system to caries-affected and normal dentin. *Oper Dent.* 2006 Nov;31(6):677-81.
22. Pinna R, Maioli M, Eramo S, Mura I, Milia E. Carious affected dentine: its behaviour in adhesive bonding. *Aust Dent J.* 2015 Mar;60(3):276-93.
23. Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, Eksstrand K, Weintraub JÁ, Ramos-Gomez F *et al.* Dental caries. *Nat Rev Dis Primers.* 2017 May;3:17030.
24. Reis AF, Pereira PNR, Giannini M. *Sistemas adesivos: atualidades e perspectivas.* São Paulo: Procedimentos Odontológicos; 2007.
25. Reis A, Klein-Junior CA, Souza FH, Stanislawczuk R, Loguercio AD. The use of warm air stream for solvent, evaporation: effects on the durability of resin-dentin bonds. *Oper Dent.* 2010 Jan;35(1):29-36.
26. Reis A, Loguercio AD, Azevedo CL, Carvalho RM, Singer M, Grande RH. Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. *J Adhes Dent.* 2003;5(3).
27. Reis A, Loguercio AD. 36-month clinical evaluation of ethanol/water and acetone-based etch-and-rinse adhesives in non-carious cervical lesions. *Oper Dent.* 2009 Jul;34(4):384-91.
28. Sano H, Ciucchi B, Matthews WG, Pashley DH. Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. *J Dent Res.* 1994 Jun;73(6):1205-11.

29. 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. *Dent Mater J.* 2016;35(2):166-73.
30. Simon AK, Bhumika TV, Nair NS. Does atraumatic restorative treatment reduce dental anxiety in children? A systematic review and meta-analysis. *Eur J Dent.* 2015;9(2):304-9.
31. Swift EJ. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatr Dent.* 2002;24(5):456-61.
32. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2011 Jan;27(1):17-28.
33. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater.* 2010;26(2):e100-e121.
34. Xuan W, Hou B, Lu Y. Bond strength of different adhesives to normal and caries-affected dentins. *Chin Med J.* 2010 Feb;123(3):332-6.
35. Yamauti M, Hashimoto M, Sano H, Ohno H, Carvalho RM, Kaga M et al. Degradation of resin-dentin bonds using NaOCl storage. *Dent Mater.* 2003;19(5):399-405.
36. Yoshiyama H, 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 Aug;81(8):556-60.
37. Zander-Grande C, Amaral RC, Loguercio AD, Barroso L, Reis A. Clinical performance of one-step self-etch adhesives applied actively in cervical lesions: 24-month clinical trial. *Oper Dent.* 2014 May-Jun;39(3):228-38.