

Universidade de Lisboa
Faculdade de Medicina Dentária



**Adesão a dentina afetada decídua – uma
revisão da literatura**

Ana Teresa Salvador Pedroso

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2017

Universidade de Lisboa
Faculdade de Medicina Dentária



**Adesão a dentina afetada decídua – uma
revisão da literatura**

Ana Teresa Salvador Pedroso

Dissertação orientada pela
Prof.^a Doutora Alda Reis Tavares

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2017

Agradecimentos

À minha orientadora, Professora Dra. Alda Tavares, por ter aceitado orientar esta dissertação, pela simpatia e disponibilidade que contribuíram para a execução deste trabalho.

À minha mãe, por toda a dedicação, pelo apoio nos momentos de desespero e por todas as vírgulas e remates que fazem deste trabalho o que é.

Ao meu pai por estar sempre presente, pronto na ajuda logística quando necessária.

Ao meu irmão pelo companheirismo e solidariedade.

À restante família pelo apoio incondicional que sempre demonstraram.

À Daniela por ser a amiga de sempre, por todas as saídas e por todas as conversas do outro mundo.

Às amigas de todos os dias que durante os últimos cinco anos tornaram os meus dias mais alegres.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o meu percurso académico, um muito obrigada!

Resumo

Os procedimentos restauradores em dentes decíduos destinam-se à manutenção dos mesmos em função na cavidade oral, até à sua esfoliação. Cada vez mais, tende-se para abordagens ultraconservadoras no tratamento de lesões dentinárias cavitadas.

A dentina cariada possui duas camadas. A camada mais superficial, dentina infetada, é a zona de destruição e é removida aquando do tratamento. Por outro lado, a camada mais profunda, a dentina afetada, é um tecido passível de ser remineralizado. Este é o substrato maioritariamente encontrado após a remoção da lesão de cárie.

A dentina afetada é diferente da dentina saudável, contendo os seus túbulos preenchidos com minerais resistentes a ácidos. Contudo, encontra-se parcialmente desmineralizada devido ao processo cariogénico e apresenta uma maior porosidade do que a dentina saudável devido à perda de mineral. Estas diferenças podem ter implicações na adesão à dentina afetada e comprometer a eficácia das restaurações adesivas. Desta forma, é essencial o uso de um sistema adesivo que se mostre eficaz neste substrato.

O objetivo desta revisão narrativa sobre adesão a dentina afetada na dentição decídua é descrever, através da literatura existente, as estratégias adesivas a aplicar para uma melhor adesão a este substrato.

Estão disponíveis dois sistemas adesivos que podem ser classificados de acordo com a sua interação com o substrato: o *etch-and-rinse* e o *self-etch*.

Quanto à estratégia mais adequada à dentina afetada, os resultados obtidos pelos diversos estudos são controversos. Apesar dos sistemas *self-etch* terem sido propostos como uma escolha atrativa devido à menor sensibilidade da técnica e menor tempo clínico, foram obtidos maioritariamente melhores resultados quando utilizados sistemas *etch-and-rinse*. As explicações propostas divergem entre autores, existindo também aqueles que afirmam que ambos os sistemas produzem resultados semelhantes.

Serão necessários mais estudos, principalmente clínicos, com protocolos uniformizados para se poder aferir a melhor estratégia adesiva para a dentina afetada.

Palavras-chave: dentina decídua, dentina afetada, adesão, sistema adesivo, *etch-and-rinse*, *self-etch*.

Abstract

The restorative procedures in deciduous teeth are intended to keep them in function in the oral cavity until exfoliation. Increasingly, there is a trend towards ultraconservative approaches in the treatment of cavitated dentinal lesions.

Cariou dentin has two layers. The most superficial layer, infected dentin, is the destruction zone and is removed at treatment. On the other hand, the deeper layer, the affected dentin, is a tissue that can be remineralized. This is the substrate mostly found after removal of the caries lesion.

The affected dentin is different from healthy dentin, containing its tubules filled with acid-resistant minerals. However, it is partially demineralized due to the cariogenic process and has a higher porosity than healthy dentin due to mineral loss. These differences may have implications for the adhesion to the affected dentin and compromise the effectiveness of adhesive restorations. Therefore, the use of an adhesive system that is effective on this substrate is essential.

The objective of this narrative review on adhesion to affected dentin in the deciduous teeth is to describe, based on the existing literature, the adhesive strategies to be applied for a better adhesion to this substrate.

Two adhesive systems are available which can be classified according to their interaction with the substrate: etch-and-rinse and self-etch.

Regarding the strategy most appropriate to the affected dentin, the results obtained by the several studies are controversial. Although self-etch systems were proposed as an attractive choice due to the lower sensitivity of the technique and shorter clinical time, better results were obtained when using etch-and-rinse systems. The proposed explanations differ between authors, and there are those who claim that both systems produce similar results.

Further studies, mainly clinical ones, with standardized protocols will be needed to assess the best adhesive strategy for the affected dentin.

Key words: deciduous dentin, affected dentin, adhesion, adhesive system, etch-and-rinse, self-etch.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
1. Introdução.....	1
2. Objetivo.....	4
3. Materiais e Métodos	4
4. Conceitos na adesão a dentina.....	5
5. Sistemas Adesivos	8
6. Substrato dentinário.....	13
6.1 Dentina do dente decíduo	13
6.2 Dentina Afetada	14
7. Discussão	17
8. Conclusão	22
Bibliografia.....	23

1. Introdução

Os procedimentos restauradores em dentes decíduos têm como objetivo principal a sua manutenção em função na cavidade oral até à sua esfoliação (Lenzi et al., 2015), para esse efeito é essencial o uso de um sistema adesivo que se mostre eficaz para com esse substrato permitindo a correta restauração com resina composta.

A tecnologia referente aos adesivos dentários tem evoluído rapidamente com uma vasta gama de sistemas disponíveis comercialmente, podendo suscitar dúvidas quanto ao melhor material adesivo (Lenzi et al., 2015).

A maneira mais eficaz de realizar a adesão de materiais resinosos à dentina consiste na infiltração de monómeros de resina na rede desmineralizada de colagénio, com uma zona de fibrilhas expostas, de forma a estabelecer uma camada híbrida e selar os túbulos dentinários abertos (Ceballos et al., 2003; Hosoya et al., 2007).

Desse modo, estão disponíveis dois sistemas adesivos que podem ser classificados de acordo com sua interação com o substrato.

O *etch-and-rinse*, envolve a remoção completa da *smear layer* e desmineralização da dentina através de um ataque ácido com ácido fosfórico que é aplicado simultaneamente no esmalte e na dentina, sendo este posteriormente lavado com água da superfície dentinária (Peumans et al., 2005).

O outro sistema, *self-etch*, utiliza um *primer* ácido autocondicionante para desmineralizar a *smear layer* e a dentina. O monómero ácido penetra na dentina desmineralizada, seguido do adesivo formando a camada híbrida. Neste sistema a *smear layer* dissolvida permanece no seio da camada híbrida (Hashimoto et al., 2011; Nakornchai et al., 2005). Os sistemas *self-etch* eliminam as etapas de lavagem e secagem do substrato, simplificando a técnica e reduzindo o risco de erros por parte do operador (Ceballos et al., 2003).

Numa tentativa de simplificação do processo adesivo foram desenvolvidos novos sistemas com o objetivo de reduzir o número de passos clínicos. Foram desenvolvidas duas abordagens principais de manuseamento simplificado (Van Meerbeek et al., 1998). A primeira utiliza a técnica de *etch-and-rinse*, com ácido fosfórico, para remover

simultaneamente a *smear layer* da superfície do esmalte e dentina, seguido da aplicação de um agente combinado em apenas um frasco que inclui tanto o *primer* como o próprio adesivo (Ceballos et al., 2003). A segunda, também desenvolvida com o objetivo de simplificar os procedimentos adesivos, utiliza a técnica *self-etch* reduzindo-a de duas para uma etapa. Esta combina no mesmo frasco um *primer* ácido e o adesivo tornando o procedimento adesivo mais rápido, podendo ser benéfico no caso do tratamento pediátrico (Hosoya et al., 2008).

Contudo a ligação à dentina depende não só do sistema adesivo, mas também da qualidade do substrato dentinário (Alves et al., 2013; Nakabayashi et al., 1982; Nakornchai et al., 2005). Perceber as diferentes propriedades mecânicas da dentina é importante para garantir o sucesso dos materiais restauradores adesivos (Angker et al., 2003).

Os dentes decíduos foram assumidos como sendo semelhantes aos dentes permanentes no que diz respeito às suas propriedades mecânicas, contudo alguns estudos sugerem que a dentina dos dentes decíduos difere da dos dentes permanentes em vários parâmetros encontrados na sua estrutura (Angker et al., 2003).

Devido às diferenças entre dentes decíduos e permanentes, questiona-se se a evidência da eficácia de sistemas adesivos nos dentes permanentes deve ser sistematicamente recomendada para dentes decíduos (Lenzi et al., 2015).

A dentina dos dentes decíduos e permanentes é diferente em composição e estrutura. A dureza e a resistência à tração da dentina do dente decíduo são menores do que da dentina permanente saudável (Hosoya & Tay, 2007; Hosoya et al., 2008). A concentração de cálcio e fosfato na dentina peritubular e intertubular é menor nos dentes decíduos do que nos dentes permanentes (Nakornchai et al., 2005). Quando comparadas, a dentina dos dentes decíduos apresenta uma menor dureza que a dos dentes permanentes. Esta é dada pelo grau de mineralização da mesma, tendo-se assim, que a dentina dos dentes permanentes apresenta um maior grau de mineralização (Johnsen, 2002). No entanto, as informações sobre a dureza da dentina decídua e das suas camadas híbridas são escassas (Hosoya & Tay, 2007). Estas diferenças podem eventualmente interferir com o desempenho das restaurações adesivas a resina composta (Lenzi et al., 2015).

A cárie dentária é o processo mais comum que leva à necessidade de procedimentos restauradores em dentisteria.

A dentina cariada consiste em duas camadas (Marshall et al., 1997). Na camada mais superficial, a dentina infetada, podem ser encontradas bactérias dentro dos túbulos dentinários. A camada de dentina infetada chama-se também zona de destruição, uma vez que perde qualquer tipo de característica dentinária existindo a degeneração das fibras de colagénio o que indica uma desnaturação irreversível da matriz. Esta camada é sempre removida aquando do tratamento da lesão de cárie (Pinna et al., 2015). Pelo contrário, a camada mais profunda do processo cariogénico na dentina, a dentina afetada, é um tecido passível de ser remineralizado. No entanto, as alterações de estrutura e composição presentes nesta camada podem comprometer a eficácia das restaurações adesivas (Alves et al., 2013).

Quando se trata de lesões dentinárias cavitadas, em situação clínica, o substrato encontrado após a remoção da lesão de cárie consiste, maioritariamente, em dentina afetada (Lenzi et al., 2015). A dentina afetada é bastante diferente da dentina saudável, contendo os seus túbulos preenchidos com minerais resistentes ao ácido como a whitlockite, produzidos por ciclos de desmineralização e remineralização (Alves et al., 2013), no entanto, ao contrário da dentina infetada, esta é livre de bactérias. A dentina afetada contudo, foi parcialmente desmineralizada devido ao processo de cárie e assim apresenta um maior grau de porosidade do que a dentina intertubular devido à perda de mineral (Deshmukh & Nandlal, 2012; Tosun et al., 2008). Esta característica poderá ser mais crítica nos dentes decíduos uma vez que a sua dentina já possui uma menor quantidade mineral quando comparados com os dentes permanentes (Alves et al., 2013). Assim, ter-se-ão as camadas híbridas infiltradas com resina em dentina afetada mais espessas do que as da dentina saudável, sugerindo uma difusão mais fácil de condicionadores ácidos e monómeros adesivos (Tosun et al., 2008). Inversamente, a infiltração de resina é dificultada pela presença de minerais resistentes a ácidos, dentro dos túbulos dentinários, que interferem com a infiltração dos monómeros dos sistemas adesivos (Alves et al., 2013). Estas diferenças podem ter implicações importantes na adesão à dentina afetada (Tosun et al., 2008).

2. Objetivo

O objetivo desta revisão bibliográfica narrativa sobre adesão a dentina afetada na dentição decídua é descrever, através da literatura existente, as estratégias adesivas a aplicar para uma melhor adesão a este substrato.

3. Materiais e Métodos

No âmbito desta dissertação, foi realizada uma pesquisa, anterior a 1 de Junho de 2017 nas bases de dados da *Pubmed* (www.pubmed.com), *B-on* (www.b-on.pt) e *Cochrane Library* (www.cochranelibrary.com) com as palavras-chave *affected dentin*, *deciduous teeth*, *primary teeth*, *adhesive methods*, *bonding procedure*.

Foram também incluídos artigos pesquisados manualmente por serem artigos referenciados em bibliografia resultante da pesquisa efetuada e obtidos os textos disponíveis na biblioteca da FMDUL e disponíveis online no motor de busca *Google* (www.google.pt).

4. Conceitos na adesão a dentina

Os conceitos e técnicas de dentisteria restauradora têm vindo continuamente a sofrer alterações, levando a que a técnica adesiva tenha cada vez mais um papel preponderante para obtenção de um bom resultado final, quer a nível funcional, quer a nível estético (Van Meerbeek et al., 2001). Assim, a tecnologia referente a sistemas adesivos tem também sofrido uma rápida evolução. A principal desvantagem desta abordagem é que as técnicas adesivas acarretam uma maior complexidade de execução e sensibilidade da técnica devido a eventuais erros ou lapsos de manipulação por parte do operador (Van Meerbeek et al., 2003).

Apesar dos bons resultados obtidos com a adesão ao esmalte, a adesão à dentina foi considerada mais difícil e menos previsível. O principal obstáculo neste substrato é a sua natureza heterogénea, com hidroxiapatite depositada sobre uma malha de fibras de colágeno (Cardoso et al., 2011). Também a presença da *smear layer*, uma camada de raspas dentinárias criada durante a preparação do dente, demonstrou ter um efeito adverso sobre a adesão à dentina. Este efeito foi descrito como devendo-se a fraca adesão desta camada à dentina intacta (Nakabayashi & Saimi, 1996).

O mecanismo através do qual se processa a adesão quer ao esmalte, quer à dentina baseia-se essencialmente num processo de substituição dos minerais removidos dos tecidos dentários por monómeros de resina (Cardoso et al., 2011), que irão ficar micromecanicamente interligados nas microrugosidades criadas (Peumans et al., 2005). Este processo envolve essencialmente duas fases. Uma primeira fase consiste em remover os minerais de fosfato de cálcio dando, desta forma, origem às microrugosidades na superfície dentária do esmalte e da dentina. Numa segunda fase, denominada por fase de hibridização, vai existir a infiltração e subsequente polimerização de monómeros de resina dentro das microrugosidades criadas previamente (Van Meerbeek et al., 2003).

O condicionamento da dentina, pode ser definido como qualquer alteração química da sua superfície por um ácido com o objetivo de remover a *smear layer* e desmineralizar a superfície dentinária. Vários tipos de ácidos, em diversas concentrações, como por exemplo ácido cítrico, maleico, nítrico e fosfórico foram propostos com diferentes sistemas adesivos comercializados. A profundidade de desmineralização depende de vários fatores como o tipo

de ácido, concentração e tempo de aplicação (Van Meerbeek et al., 2001). Hoje o ácido mais utilizado para o condicionamento da dentina é o ácido fosfórico numa concentração de 30 a 40%, sendo este lavado após a aplicação, de forma a remover restos de ácido e restos de fosfato de cálcio dissolvido (Peumans et al., 2005). Para além de remover a smear layer este processo de desmineralização expõe a rede de colagénio integrante da matriz dentinária, que fica desta forma quase totalmente desprovida de hidroxiapatite, podendo conduzir ao seu colapso (Van Meerbeek et al., 2003). Este procedimento leva também à alteração da energia de superfície da dentina diminuindo-a, o que dificulta o molhamento da superfície por parte do adesivo. Assim, é necessário a aplicação de um *primer* de modo a reverter a diminuição da energia de superfície (Van Meerbeek et al., 2001).

O *primer* serve como promotor da adesão. Este integra na sua constituição monómeros hidrofílicos, como 2-hidroxietilo de metacrilato (HEMA), que têm afinidade com as fibrilhas de colagénio da matriz dentinária expostas, devido ao condicionamento da dentina, possuindo também propriedades hidrofóbicas para a interação com o adesivo (Cardoso et al., 2011).

O *primer* encontra-se normalmente dissolvido em solventes orgânicos como o álcool ou a acetona que, por serem compostos voláteis, possibilitam a saída de água da superfície dentinária assim como da matriz de colagénio, promovendo a infiltração de monómeros na rede de colagénio desmineralizada. Quando não completamente evaporada, a água remanescente pode afetar a polimerização da resina do adesivo ou ocupar espaço idealmente destinado a este (Van Meerbeek et al., 2001). A presença de água dentro da camada híbrida pode causar hidrólise, um processo químico que quebra as ligações covalentes entre os polímeros por adição de água em ligações éster, resultando na degradação da resina, o que compromete a resistência da adesão. (Souza Junior et al., 2010)

O adesivo propriamente dito é constituído essencialmente por monómeros hidrofóbicos de bis-GMA (bisfenol-A glicidil metacrilato) e UDMA (uretano dimetacrilato), podendo possuir monómeros hidrofílicos como o TEG-DMA (trietileno glicol dimetacrilato), assumindo um papel de regulador de viscosidade. A principal função desta resina adesiva é preencher os espaços deixados entre as fibrilhas de colágeno, estabelecendo assim a camada híbrida e promovendo a formação de extensões de resina para dentro do lúmen dos túbulos dentinários (Van Meerbeek & Lambrechts, 2005).

A formação da camada híbrida ocorre após o condicionamento da dentina, quando a matriz de colagénio desmineralizada se interliga com monómeros de resina. Esta camada é constituída pelas fibrilhas de colagénio contendo monómeros de resina entre si. A sua base é caracterizada por uma transição gradual para a dentina inalterada (Van Meerbeek et al.,2001).

Foram, no entanto, levantadas algumas questões relativas ao tipo de condicionamento da dentina. Nomeadamente, quando este é de tal forma agressivo que pode causar uma desmineralização demasiado profunda, inacessível a uma impregnação completa pela resina. Uma camada de colagénio não infiltrado por resina irá reduzir bastante a adesão (Anchieta et al., 2015).

Outro fator com influência na estabilidade da camada híbrida e, conseqüentemente na adesão, é o grau de conversão de polimerização da resina no seio da matriz de colagénio. Monómeros de resina não polimerizados no interior da matriz desmineralizada podem também comprometer a adesão (Van Meerbeek et al.,2001).

Contudo, a verdadeira ligação química entre os monómeros de resina e as fibras de colagénio é bastante improvável, porque os grupos funcionais de monómeros apenas aparentam ter uma fraca afinidade com o colagénio desmineralizado. Essa fraca interação entre os monómeros e as fibrilhas de colagénio pode ser a principal razão para o que foi descrito como fenómenos de nanoinfiltração (Van Meerbeek et al., 2003).

Permanecem assim, várias questões sobre qual o parâmetro essencial para garantir a eficácia do adesivo (Van Meerbeek et al.,2001).

5. Sistemas Adesivos

O primeiro método de classificação dos sistemas adesivos consiste numa classificação cronológica geracional, sendo hoje mais usada a classificação que tem por base o método pelo qual é conseguida essa mesma adesão e o seu modo de interação com o substrato dentinário (Van Meerbeek et al., 2001).

Assim, são usados essencialmente duas estratégias adesivas: o método *etch-and-rinse* e o método *self-etch*.

Os adesivos *etch-and-rinse*, na sua forma mais convencional, possuem três etapas (Van Meerbeek et al., 2003). Caracterizam-se por um passo inicial de condicionamento ácido da dentina seguido da lavagem do mesmo. Este procedimento visa a remoção completa da smear layer. Da mesma forma o condicionamento ácido promove a desmineralização da dentina numa profundidade de 5-8 μm (Pashley et al., 2011) expondo a rede de fibrilhas de colagénio da matriz dentinária (Cardoso et al., 2011).

A sensibilidade técnica dos sistemas de *etch-and-rinse* está geralmente relacionada com a fase de condicionamento ácido e lavagem do mesmo. A sensibilidade técnica pode também, em parte, ser atribuída à susceptibilidade da rede de colagénio, podendo esta sofrer colapso, impedindo assim a infiltração adequada do adesivo (Van Meerbeek & Lambrechts, 2005).

O passo seguinte à etapa de condicionamento consiste na aplicação de um *primer*. Este é o passo mais crítico quando se emprega este tipo de adesivos (Van Meerbeek et al., 2003). Com o objetivo de melhorar o molhamento da dentina, o *primer* também possui a função de prevenir o colapso da rede de colagénio desmineralizada e promover a deslocação de água da superfície dentinária (Cardoso et al., 2011). No entanto, devido à presença de solvente residual e devido ao movimento do fluido para fora dos túbulos dentinários, a substituição de água por resina nunca é ideal (Pashley et al., 2011). Apesar da limitação apontada, após a aplicação do *primer*, a rede de colagénio fica preparada para a posterior infiltração de resina.

Por último, têm-se a aplicação do adesivo resinoso na superfície preparada previamente, levando à infiltração dos monómeros hidrofóbicos, não só nos espaços

interfibrilares da rede de colágeno desmineralizada, mas também nos túbulos dentinários. Depois da infiltração, estes monómeros são polimerizados, resultando na formação da camada híbrida. Esta em combinação com a presença de rolhões de resina dentro dos túbulos da dentina fornece retenção micromecânica à restauração em resina composta (Cardoso et al., 2011).

Como resultado, o mecanismo de adesão primária dos adesivos *etch-and-rinse* à dentina é baseado principalmente na difusão dos monómeros de resina e depende da hibridização ou infiltração de resina dentro da matriz de fibrilhas de colágeno exposto, o que deve ser o mais completo possível (Van Meerbeek et al., 2003).

Cada vez mais tem-se vindo a observar uma tendência no que respeita ao desenvolvimento de adesivos com um procedimento de aplicação mais simples, com menos passos clínicos e, dessa forma, reduzindo o tempo clínico (Peumans et al., 2005). Derivado dos três passos tradicionais do método *etch-and-rinse*, foram desenvolvidos adesivos simplificados de dois passos que combinam o *primer* e a resina adesiva numa única solução. Apesar de apresentar uma técnica mais amigável para o operador, estes adesivos simplificados tendem a apresentar resultados de qualidade inferior quando comparados com o método tradicional de três etapas. Ao misturar o *primer* com o adesivo numa única solução, os adesivos simplificados de *etch-and-rinse* apresentam uma menor capacidade de infiltrar o substrato de dentina desmineralizada, produzindo assim hibridização inferior. Para além disso, o solvente presente neste adesivos é também mais difícil de evaporar, permanecendo frequentemente aprisionado dentro da camada híbrida após polimerização, sendo mais suscetível aos efeitos da degradação hidrolítica (Cardoso et al., 2011).

Estudos *in-vitro* e *in-vivo* apontaram que os adesivos *etch-and-rinse* podem alcançar uma adesão de alta qualidade tanto para o esmalte quanto para a dentina (Van Meerbeek & Lambrechts, 2005). Além disso, após procedimentos de envelhecimento em estudos de durabilidade, a integridade da adesão dos adesivos *etch-and-rinse* de três etapas está melhor mantida. Portanto, os adesivos *etch-and-rinse* de três etapas são frequentemente considerados como o *gold standart* entre adesivos (Van Meerbeek & Lambrechts, 2005).

Quanto aos adesivos *self-etch*, no que diz respeito à facilidade de utilização e sensibilidade da técnica clínica, são provavelmente a abordagem mais promissora (Van Meerbeek et al., 2003). Estes dispensam a fase de condicionamento e posterior lavagem, pois

contêm monómeros acídicos que atuam simultaneamente como condicionador e primer no substrato dentinário (Van Meerbeek et al., 2011). Como resultado, a *smear layer* dissolvida e os produtos resultantes da desmineralização da dentina não são removidos, mas incorporados na resina adesiva (Van Meerbeek & Lambrechts, 2005). Consequentemente, fica diminuída a sensibilidade da técnica e reduzido o risco de erros por parte do operador durante a aplicação e manipulação. Fica também reduzido o tempo de aplicação clínico, o que constitui um fator importante.

Outro benefício clínico importante dos adesivos *self-etch* é a ausência de, ou uma menor incidência de sensibilidade pós-operatória reportada pelos pacientes quando comparados com os adesivos *etch-and-rinse*. Isto pode ser atribuído, em grande medida, à sua menor agressividade para com a dentina relativamente ao condicionamento com ácido (Van Meerbeek et al., 2011).

A composição básica dos adesivos *self-etch* consiste numa solução aquosa de monómeros funcionais acídicos, com um pH relativamente maior que o de agentes fosfóricos. O papel da água é fornecer o meio para ionização e ação desses mesmos monómeros. Os sistemas adesivos *self-etch* também contêm o monómero HEMA com o objetivo de aumentar a molhabilidade da superfície dentinária. (Giannini et al., 2015)

Os atuais sistemas adesivos *self-etch* são classificados com base no número de etapas de aplicação clínica, assim podemos ter adesivos de dois passos ou de um passo.

Os adesivos *self-etch* de duas etapas incluem numa primeira fase o uso de monómeros acídicos hidrofílicos que simultaneamente condicionam e infiltram o *primer* no substrato dentinário. Após a evaporação do solvente, é aplicada uma camada do adesivo hidrofóbico (Giannini et al., 2015). Os adesivos *self-etch* de uma etapa são chamados “tudo-em-um” (*all-in-one*), combinando num único frasco monómeros acídicos, responsáveis pelo condicionamento, *primer* e adesivo. Assim, contêm monómeros funcionais ácidos, monómeros hidrofílicos e hidrofóbicos, água e solventes orgânicos numa única solução (Van Meerbeek et al., 2011).

Existem ainda sistemas adesivos *self-etch* de uma etapa denominados "adesivos universais" ou “multi-modais”, que podem ser aplicados em esmalte e dentina com condicionamento prévio ou não (Giannini et al., 2015).

A eficácia da adesão dos adesivos *self-etch* foi, em grande parte, atribuída à sua capacidade de desmineralizar e infiltrar a superfície da dentina simultaneamente à mesma profundidade, evitando teoricamente a penetração incompleta do adesivo na rede de colágeno exposta (Cardoso et al., 2011).

Um fator que pode interferir com a eficácia de um adesivo *self-etch* é o tipo de *smear layer* produzida sobre o substrato. Dependendo da técnica e do instrumento utilizado para a preparação da cavidade, a *smear layer* pode variar em espessura, densidade e grau de fixação ao substrato subjacente. Como os adesivos *self-etch* interagem com a *smear layer* em vez de eliminá-la, o seu potencial ácido pode ser tamponado por um conteúdo mineral denso (Cardoso et al., 2011).

As características morfológicas da camada híbrida produzidas por adesivos *self-etch* dependem assim, em grande medida, da capacidade dos seus monómeros funcionais para desmineralizar o substrato dentinário. De acordo com sua agressividade por acidez ou corrosão, os adesivos *self-etch* podem ser classificados como fortes ($\text{pH} \leq 1$), intermédios ($\text{pH} \approx 1,5$) e fracos ($\text{pH} \geq 2$) (Cardoso et al., 2011).

Os adesivos fortes produzem efeitos de desmineralização bastante profundos tanto no esmalte quanto na dentina. As características produzidas por estes adesivos no substrato dentinário apresentam semelhanças com aquelas produzidas com adesivos *etch-and-rinse*, apesar de os produtos provenientes da desmineralização não serem removidos através de lavagem. Por outro lado, os adesivos *self-etch* fracos desmineralizam a dentina apenas parcialmente, deixando uma quantidade substancial de cristais de hidroxiapatite em redor das fibrilhas de colágeno (Peumans et al., 2005). A camada híbrida formada por tais adesivos não aparenta ter mais do que 1 μm e rolhões dos túbulos dentinários são praticamente inexistentes. No entanto, nem a espessura da camada híbrida, nem o comprimento das rolhões dentinários parecem ser importantes para a concretização da eficácia e estabilidade da união (Cardoso et al., 2011).

Além do pH da solução, outros fatores, como a agitação durante a aplicação, a espessura da *smear layer* após a preparação dentária, a viscosidade e as características de molhabilidade também influenciam a profundidade de infiltração e desmineralização obtida pelos adesivos *self-etch* (Van Meerbeek & Lambrechts, 2005).

A adesão é obtida micromecanicamente através de hibridização superficial e por interação química adicional de grupos específicos carboxilo/fosfato de monómeros funcionais com hidroxiapatite residual (Cardoso et al., 2011; Peumans et al., 2005).

6. Substrato dentinário

A força e a durabilidade do adesivo dependem de vários fatores como as propriedades do adesivo, as propriedades físico-químicas do substrato ao qual vai aderir o sistema adesivo e as próprias características estruturais do substrato (Alves et al., 2013; Cardoso et al., 2011).

Existem dois substratos fundamentais: o esmalte e a dentina. No âmbito deste trabalho apenas se aborda a adesão ao substrato dentina.

Compreender as características e propriedades mecânicas da dentina é importante na medida em que o sucesso dos materiais restauradores adesivos depende da integridade da *interface* entre o material restaurador e o substrato (Angker et al., 2003).

A dentina é constituída principalmente por hidroxiapatite (70%), contendo também uma elevada quantidade de água (12%) e compostos orgânicos (18%). Os compostos orgânicos possuem uma distribuição desequilibrada pelo substrato, sendo diferente a sua concentração na dentina intertubular e na dentina peritubular. O tecido dentinário é considerado por isso, um substrato bastante heterogêneo (Van Meerbeek et al., 2001). Essa heterogeneidade é ainda mais pronunciada quando são comparados diferentes tipos de substratos de dentina, como dentina de dentes primários *versus* permanentes ou dentina saudável *versus* da dentina afetada (Lenzi et al., 2013).

6.1 Dentina do dente decíduo

Foram identificadas diferenças morfológicas entre a dentina do dente decíduo e permanente.

A dentina do dente decíduo é mais delgada na coroa e nas raízes que a dentina dos dentes permanentes (Johnsen, 2002). Os dentes decíduos têm também uma menor área de dentina intertubular do que os dentes permanentes devido à maior densidade e maior diâmetro dos seus túbulos dentinários (Lenzi et al., 2013). Foi também demonstrado que a dentina peritubular dos dentes decíduos pode ser duas a cinco vezes mais espessa que a dos dentes

permanentes (Ricci et al., 2010). No entanto, uma comparação da dureza da dentina revela que a dentina decídua é ligeiramente menos dura do que a dentina permanente, isto deve-se ao menor conteúdo mineral da dentina decídua relativamente à permanente (oral hystology). Esta redução do conteúdo mineral, pode diminuir a capacidade de tamponamento de soluções ácidas e aumentar a sua reatividade. O facto de que a dentina decídua aparenta ser mais reativa aos condicionadores ácidos do que a permanente foi aceite como explicação para a formação de camadas híbridas 25-30% mais espessas nos dentes decíduos quando a dentina é condicionada durante o mesmo tempo que o recomendado para dentes permanentes (Nör et al., 1997 citado por Lenzi et al., 2014 e Ricci et al., 2010).

Segundo Ricci e colaboradores (Ricci et al., 2010) os resultados dos estudos que comparam a força de adesão na dentina decídua e na dentina permanente não são consensuais e são encontradas divergências quanto ao desempenho adesivo de diferentes sistemas para esses substratos.

Em resumo, podemos concluir que a dentina do dente decíduo quando comparada com a do dente permanente:

- é mais fina na coroa e nas raízes;
- apresenta uma dureza inferior;
- é mais reativa aos condicionadores ácidos;
- apresenta uma dentina peritubular mais espessa;
- tem menor área de dentina intertubular.

6.2 Dentina Afetada

O substrato mais vantajoso para testar o desempenho de adesão de sistemas adesivos dentários em estudos laboratoriais é a dentina saudável. No entanto, esta dentina difere do tipo de dentina que clinicamente permanece após a remoção do tecido cariado (Cardoso et al., 2011).

A dentina cariada é classicamente descrita como consistindo em duas camadas: dentina infetada e dentina afetada, sendo este o substrato maioritariamente encontrado após a preparação de uma cavidade. (Marshall et al., 2001).

A dentina infetada é a zona de destruição do processo de cárie perdendo completamente as características da dentina saudável. Os minerais são dissolvidos pelos produtos ácidos gerados pelas bactérias, podendo estas ser encontradas nos túbulos dentinários. Existe degeneração das fibras de colágeno levando a uma desnaturação irreversível da matriz (Pinna et al., 2015).

Ao contrário da dentina infetada, a dentina afetada, não é geralmente removida durante o tratamento, podendo ser subdividida em zonas com base em características estruturais. As informações sobre a verdadeira estrutura dessas zonas são escassas e há evidências contraditórias sobre as suas propriedades (Marshall et al., 1997; Pinna et al., 2015). Um aspeto passível de ser observado neste tipo de dentina é a presença de oclusões tubulares pela formação de depósitos minerais de beta fostato tricálcico ou depósitos de *whitlockite* produzidos por ciclos de mineralização e desmineralização, que interferem com a adequada infiltração dos sistemas adesivos e evitam a formação de rolhões de resina nos túbulos durante a hibridização (Alves et al., 2013). As oclusões alteram o índice de refração do lúmen dos túbulos, tornando-se semelhante ao da dentina intertubular. Por esta razão, a camada de dentina com túbulos ocluídos com minerais recém formados em dentina afetada foi denominada zona transparente (Pinna et al., 2015).

Considera-se que a dentina transparente é uma dentina esclerótica ou mais dura do que a normal devido à hipermineralização que esta apresenta. Esta hipermineralização, como foi anteriormente referido, deve-se à oclusão dos túbulos com mineral que atua como uma barreira à penetração de substâncias. No entanto, foi demonstrado que a zona transparente pode apresentar uma menor dureza do que a dentina normal (Marshall et al., 2001). Esta zona, apesar de possuir os lúmenes dos túbulos preenchidos com depósitos minerais resistentes a ácidos, a sua dentina intertubular esteve exposta a ácidos provenientes de bactérias da camada de dentina infetada e como resultado foi alvo de uma desmineralização parcial (Pinna et al., 2015), sendo esta no entanto passível de ser remineralizada (Alves et al., 2013). Resultados semelhantes foram observados na dentina afetada decídua (Marshall et al., 2001).

Deste modo, a camada de dentina afetada resulta num substrato de propriedades inferiores quando comparada com a dentina sã, havendo um aumento da suscetibilidade aos efeitos do condicionamento ácido devido à aumentada porosidade da dentina intertubular (Cardoso et al., 2011). Este aspeto pode revelar-se especialmente crítico para a dentina dos dentes decíduos devido ao seu menor conteúdo mineral (Alves et al., 2013).

7. Discussão

A abordagem da cárie dentária mudou dramaticamente nas últimas décadas devido a uma melhor compreensão de sua patogênese (Franzon et al., 2014).

Os conceitos atuais de dentisteria operatória pediátrica de intervenção mínima são baseados em tratamentos ultraconservadores, com a máxima conservação da estrutura dentária, no que respeita à terapêutica das lesões dentinárias cavitada. (Lenzi et al., 2015).

O uso de adesivos *self-etch* em odontopediatria aparenta ser uma escolha atrativa, uma vez que possuem uma menor sensibilidade da técnica relativamente aos *etch-and-rinse*, que exigem a lavagem e respetiva secagem do substrato, enquanto os *self-etch* permitem a simultânea desmineralização e infiltração dos monómeros no substrato dentinário. Assim, ao reduzir o número de passos, está-se também a reduzir o tempo de consulta favorecendo a cooperação da criança (Franzon et al., 2014; Lenzi et al., 2015). No entanto, segundo a revisão sistemática e meta-análise de Lenzi e colaboradores (Lenzi et al., 2015), foi concluído que no que respeita à dentina sã, os sistemas *etch-and-rinse* mostraram possuir melhores resultados adesivos que aqueles produzidos pelos *self-etch*. Verifica-se, contudo, que em contexto clínico a superfície mais frequentemente encontrada após a remoção da lesão de cárie não é dentina sã, mas sim dentina afetada. Esta, como visto anteriormente, é remodelada por sequências repetidas de desmineralização e remineralização, que geralmente produzem oclusão dos túbulos com cristais minerais resistentes a ácidos (Nakajima et al., 1995).

Este substrato é difícil de examinar nos dentes decíduos devido às suas pequenas dimensões e à proximidade da polpa, existindo assim poucos estudos sobre a temática na dentição decídua (Alves et al., 2013).

Com o objetivo de avaliar a força de adesão à dentina decídua afetada, utilizando diferentes métodos adesivos, quando comparada com a dentina saudável, Ceballos e colaboradores (Ceballos et al., 2003) testaram dois sistemas adesivos *etch-and-rinse* (de dois passos) e dois sistemas *self-etch*, em molares extraídos decíduos sãos e cariados. Nos dentes que apresentavam cárie a dentina infetada foi removida com brocas utilizando corante de cárie para evidenciar a dentina infetada. Todos os adesivos avaliados neste estudo apresentaram maior força de adesão à dentina sã do que na dentina afetada. Na dentina

afetada os adesivos *etch-and-rinse* apresentaram melhores resultados que os sistemas de *self-etch*.

A dentina afetada contém túbulos dentinários que são preenchidos com minerais resistentes a ácidos que podem interferir na infiltração das resinas adesivas e na formação de rolhões de resina no interior dos túbulos. Assim, foi proposto que a aplicação de ácido fosfórico (37-40%) associado aos adesivos *etch-and-rinse* poderia solubilizar esses mesmos depósitos minerais intratubulares na dentina afetada pela cárie contribuindo para uma melhor retenção da resina. Foi também proposto que o *primer* ácido dos sistemas *self-etch* utilizados poderá não ter sido suficientemente ácido para dissolver os minerais dentro dos túbulos, dificultando a difusão do *primer* ácido do sistema *self-etch* na dentina subjacente. Do mesmo modo, estes minerais podem interferir com a polimerização do adesivo tornando-a deficiente (Nakajima et al., 1995). Contrariamente a dentina intertubular afetada é parcialmente desmineralizada devido ao processo de cárie e é mais porosa, permitindo uma penetração mais profunda dos monómeros. Essa ocorrência reflete-se no estabelecimento de camadas híbridas mais espessas (Ceballos et al., 2003).

Estas conclusões estão de acordo com os resultados de Marquezan e colaboradores (Marquezan et al., 2010) que reportaram que a perda de mineral da dentina intertubular juntamente com a adicional perda de minerais aquando do condicionamento ácido resulta numa camada desmineralizada mais profunda que, após a penetração do adesivo, permite a formação de camadas híbridas que são muito mais espessas na dentina afetada quando comparada à dentina normal. No entanto, a espessura da camada híbrida não aparenta estar relacionada com as forças de adesão na dentina (Nakajima et al., 1995). Foi sugerindo, no entanto, que o aumento na profundidade da dentina desmineralizada pode contribuir para forças de adesão mais baixas para a dentina afetada, uma vez que os monómeros de resina podem não penetrar tão profundamente quanto o ácido (Marquezan et al., 2010).

Num estudo semelhante com o mesmo objetivo Nakornchai e colaboradores (Nakornchai et al., 2005) chegaram a resultados bastante díspares. Neste estudo o adesivo *self-etch* resultou em forças de adesão semelhantes tanto à dentina sã como à afetada. No entanto, o adesivo *etch-and-rinse* apresentou menores valores de adesão à dentina intacta do que à dentina afetada, tendo os autores concluindo que ambos os sistemas podem ser usados eficazmente na dentina afetada decídua. Os sistemas *self-etch* foram apontados como sendo

de maior interesse visto possuírem uma técnica menos sensível, o que pode torná-los mais adequados para uso em pacientes pediátricos.

Na dentina intacta, a explicação apresentada para a melhor força de adesão do adesivo *self-etch* do que do adesivo *etch-and-rinse* foi que a infiltração de resina seria mais completa no adesivo *self-etch* uma vez que neste, o adesivo é infiltrado ao mesmo tempo que o primer acídico desmineraliza o substrato.

Contrariamente, num estudo conduzido por Hosoya e colaboradores (Hosoya et al., 2008) para investigação do comportamento da dentina afetada no que diz respeito à força de adesão quando utilizado um sistema adesivo *self-etch* de um passo, foi demonstrado que a dentina afetada, por ser um substrato bastante mais poroso que a dentina sã, torna praticamente impossível que os monómeros de resina do sistema *self-etch* se difundam em toda a extensão de dentina desmineralizada. Assim, a adesão fica comprometida na sua base.

Ainda no estudo de Nakornchai, quanto à dentina afetada, verificou-se que as forças de adesão foram significativamente maiores nesta do que na dentina sã, quando se usava o adesivo *etch-and-rinse* não sendo significativamente diferentes ao usar o adesivo *self-etch*. O porquê da ocorrência não é claro uma vez que não existiram diferenças aparentes na morfologia das camadas híbridas da dentina sã e afetada, visto que os depósitos de minerais existentes nos túbulos da dentina afetada aparentaram ter sido solubilizados com o condicionamento com ácido fosfórico, assim como pelos monómeros acídicos do sistema *self-etch*.

Ao comparar dois sistemas adesivos *etch-and-rinse*, de dois passos, de marcas comerciais diferentes em dentina afetada e sã, Tosun e colaboradores (Tosun et al., 2008) observaram que uma das marcas apresentava maior força de adesão à dentina afetada do que à dentina saudável, estando de acordo com o estudo de Nakornchai et al., 2005, sendo que a outra não apresentava diferenças significativas entre substratos. Tosun e colaboradores verificaram também que não existiram diferenças morfológicas na espessura da camada híbrida entre a dentina saudável e a dentina afetada em ambos os grupos adesivos, não existindo assim correlação entre a espessura da camada híbrida e a força da adesão.

Propuseram então que a diferença apresentada, por uma das marcas de sistemas adesivos testada, relativamente à força de adesão à dentina afetada e à dentina saudável poderia ser resultado da técnica utilizada de acordo com as instruções fornecidas pelo

fabricante. Sugeriram ainda que a adesão depende não só do substrato como do sistema adesivo utilizado.

Num outro estudo de Alves e colaboradores (Alves et al., 2013), que também pretendeu avaliar a adesão a dentina afetada por vários sistemas adesivos, nomeadamente *etch-and-rinse* (dois passos) e *self-etch* (um e dois passos), estes diferiram dos estudos anteriores quanto à fonte do substrato da dentina afetada. Enquanto os estudos anteriores recolheram dentes decíduos cariados extraídos, o estudo de Alves e colaboradores induziu o processo de cárie laboratorialmente, afirmando que ao induzir artificialmente o processo de cárie cria-se um substrato padronizado, permitindo melhores comparações entre materiais e técnicas. No entanto as comparações de resultados com estudos cujo substrato não tenha sido adquirido da mesma maneira poderão não ser válidas.

Contudo, os resultados adquiridos revelaram-se de acordo com aqueles obtidos por Ceballos e colaboradores (Ceballos et al., 2003), as forças de adesão de ambos os sistemas adesivos *etch-and-rinse* e *self-etch* (um passo) foram menores para a dentina afetada do que na dentina sã, sendo o sistema *etch-and-rinse* a obter os melhores resultados. Porém, quando testados em dentina afetada não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois sistemas. Quanto ao sistema *self-etch* de dois passos, este não revelou diferença estatisticamente significativa na força de adesão entre os dois substratos, dentina sã e afetada, o que foi explicado por parte dos autores pelo facto de este já ter apresentado o pior resultado entre os vários sistemas no que respeita a dentina sã.

Os autores referem, no entanto, que os resultados poderão diferir quando for adicionado o fator tempo e as agressões a que a interface adesiva terá de estar exposta, pelo que serão necessários mais estudos a longo prazo.

Com o objetivo de avaliar qual a melhor abordagem no uso de um adesivo universal aplicado utilizando diferentes estratégias, *etch-and-rinse* ou *self-etch*, na dentina afetada, Lenzi e colaboradores (Lenzi et al., 2015) à semelhança de Alves e colaboradores (Alves et al., 2013), utilizaram a indução do processo de cárie laboratorialmente para obtenção do substrato de cárie afetada. A adesão das diferentes estratégias no uso do adesivo universal foi comparada com controlos *standard*, sistema adesivo *etch-and-rinse* e *self-etch*, ambos de dois passos. Verificaram que o adesivo universal, em ambas as estratégias não apresentou diferenças estatisticamente significativas na adesão à dentina afetada quando comparados

com os resultados dos controlos no mesmo substrato, obtendo, no entanto, à semelhança de estudos anteriores, resultados superiores na dentina sã. A única exceção no uso do adesivo universal verificou-se quando este foi utilizado segundo a estratégia *self-etch*, não se tendo obtido diferenças significativas entre os diferentes substratos. Este facto foi justificado pelos autores por este ter obtido também o pior resultado em dentina sã.

De forma a justificar os piores resultados na dentina afetada, os autores afirmaram que, devido à maior porosidade desta relativamente à dentina sã, a difusão dos condicionantes ácidos estava facilitada. Como consequência, uma camada desmineralizada mais profunda poderá ter contribuído para valores inferiores na força de adesão, uma vez que os monómeros de resina podem não penetrar tão profundamente quanto a desmineralização existente. O mesmo já tinha sido sugerido anteriormente por Marquezan e colaboradores (Marquezan et al., 2010). Contrariamente, os autores reconhecem que o substrato induzido laboratorialmente, apesar de produzir um substrato com uma camada superficial de desmineralização, simulando a perda de mineral por cárie, não permite reproduzir respostas biológicas, como oclusão tubular cujos minerais além de serem resistentes a ácidos também podem evitar a progressão dos monómeros de resina e impedir a formação de rolhões de resina nos túbulos dentinários (Nakajima et al., 1995).

Neste estudo (Lenzi et al., 2015) foi também sugerindo que a aplicação do adesivo universal após a estratégia de *etch-and-rinse* poderia comprometer a adesão à dentina afetada devido à possível agressividade para com o substrato da aplicação preliminar de ácido fosfórico combinada com o primer ácido do adesivo. No entanto, isso não foi observado, propondo-se que poderia estar relacionado com a fraca ação desmineralizante por parte do primer ácido.

Todos os resultados apresentados são de estudos *in vitro*, pelo que não podem ser transpostos diretamente para a situação *in vivo*. Outras limitações para a elaboração de conclusões consistentes, relacionam-se com o facto de existirem bastantes diferenças, tanto ao nível dos protocolos, como das marcas comerciais dos sistemas adesivos utilizados nos estudos.

Os resultados aparentam ser semelhantes a estudos efetuados nos dentes permanentes nas não foram encontrados estudos que comparem os dois diretamente.

8. Conclusão

A abordagem da cárie dentária tem vindo a mudar consideravelmente nas últimas décadas, não só na sua remoção como também na posterior restauração da função das peças dentárias. Cada vez mais, especialmente em pacientes pediátricos, tende-se para abordagens ultraconservadoras no tratamento de lesões dentinárias cavitadas. Nestas o substrato mais frequentemente encontrado, em contexto clínico, é a dentina afetada.

A dentina afetada demonstrou, na maioria dos estudos, apresentar piores resultados no que diz respeito à adesão, quando comparada com a dentina sã. Nas explicações oferecidas para estes resultados encontram-se essencialmente as propriedades mecânicas inferiores na dentina afetada, derivadas de uma maior porosidade dentinária devida aos vários ciclos de desmineralização e remineralização a que esteve sujeita.

Quanto à estratégia adesiva, que produz melhores resultados na dentina afetada, os resultados obtidos pelos diversos estudos são ainda controversos. Apesar dos sistemas *self-etch* terem sido propostos como uma escolha atrativa no âmbito da odontopediatria devido à menor sensibilidade da técnica e menor tempo clínico, foram obtidos maioritariamente melhores resultados quando utilizados sistemas adesivos *etch-and-rinse* ao invés de sistemas *self-etch*. As explicações propostas divergem de autor para autor, existindo também aqueles que afirmam que ambos os sistemas produzem resultados semelhantes, sendo que nenhum estudo utilizou o sistema *etch-and-rinse* de três passos considerado o *gold standard*.

De notar que os protocolos utilizados variam bastante de estudo para estudo, não só no modo de obtenção do substrato de dentina afetada, remoção de dentina infetada de dentes extraídos *versus* substrato criado *in vitro*, mas também nas diferentes marcas comerciais dos vários sistemas adesivos e instruções de aplicação. Outra limitação reside no facto de todos os estudos apresentados serem laboratoriais, não podendo as suas conclusões ser diretamente transpostas para a realidade clínica. Serão necessários mais estudos, principalmente clínicos, com protocolos uniformizados para se poder aferir qual ao certo a melhor estratégia adesiva para a dentina afetada.

Bibliografia

1. Alves FB, Lenzi TL, Reis A, Loguercio AD, Carvalho TS, Raggio DP. Bonding of simplified adhesive systems to caries-affected dentin of primary teeth. *The Journal of Adhesive Dentistry*. 2013; 15(5), 439–45.
2. Anchieta RB, Machado LS, Sundfeld RH, Reis AF, Giannini M, Luersen MA, Janal M, Rocha EP, Coelho PG. Effect of partially demineralized dentin beneath the hybrid layer on dentin-adhesive interface micromechanics. *Journal of Biomechanics*. 2015; 48(4), 701–707.
3. Angker L, Swain MV, Kilpatrick N. Micro-mechanical characterisation of the properties of primary tooth dentine. *Journal of Dentistry*. 2003; 31(4), 261–267.
4. Cardoso MV, De Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Van Meerbeek B. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Australian Dental Journal*. 2011; 56(SUPPL. 1), 31–44.
5. Ceballos L, Camejo DG, Fuentes MV, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, Pashley DH. Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine. *Journal of Dentistry*. 2003; 31(7), 469–477.
6. Deshmukh S, Nandlal B. Evaluation of the Shear Bond Strength of Nanocomposite on Carious and Sound Deciduous Dentin. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2012; 5(1):25-28.
7. Franzon R, Guimarães LF, Magalhães CE, Haas AN, Araujo FB. Outcomes of one-step incomplete and complete excavation in primary teeth: A 24-month randomized controlled trial. *Caries Research*. 2014; 48(5), 376–383.
8. Giannini M, Makishi P, Almeida Ayres AP, Moreira Vermelho P, Marin Fronza B, Nikaido T, Tagami J. Self-Etch Adhesive Systems: A Literature Review. *Brazilian Dental Journal*, 2015; 26(1), 3–10.

9. Hashimoto M, Nagano F, Endo K, Ohno H. A review: Biodegradation of resin—dentin bonds. *Japanese Dental Science Review*. 2011; 47(1):5—12
10. Hosoya Y, Tay FR, García-Godoy F, Pashley D. Ultrastructural examination of one-step self-etch adhesive bonded primary sound and caries-affected dentin. *Am J Dent*. 2008; 21(6): 368–372.
11. Hosoya Y, Tay FR. Hardness, Elasticity, and Ultrastructure of Bonded Sound and Caries-Affected Primary Tooth Dentin. *Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials*. 2007; 83(2), 340–344.
12. Hosoya Y, Tay FR, Miyakoshi S, Pashley DH. Hardness and elasticity of caries-affected and sound primary tooth dentin bonded with 4-META one-step self-etch adhesives. *American Journal of Dentistry*. 2008; 21(4), 223–228.
13. Johnsen DC. Comparison of primary and permanent teeth. Em: Avery, JA. *Oral development and histology* 3 ed. Philadelphia: B.C. Decker; 2002.
14. Lenzi TL, Braga MM, Raggio DP. Shortening the Etching Time for Etch-and-Rinse Adhesives Increases the Bond Stability to Simulated Caries-affected Primary Dentin. *The journal of adhesive dentistry*. 2014; 16 (3): 235–241.
15. Lenzi TL, Gimenez T, Tedesco TK, Mendes FM, Rocha RO, Raggio DP. Adhesive systems for restoring primary teeth: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *International Journal of Paediatric Dentistry / the British Paedodontic Society [and] the International Association of Dentistry for Children*. 2015; 364–375.
16. Lenzi TL, Guglielmi CAB, Arana-Chavez VE, Raggio DP. Tubule density and diameter in coronal dentin from primary and permanent human teeth. *Microscopy and Microanalysis*. 2013; 19(6), 1445–1449.
17. Lenzi TL, Raggio DP, Soares FZM, Rocha RO. Bonding Performance of a Multimode Adhesive to Artificially-induced Caries-affected Primary Dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 2015; 17(2), 125–31.

18. Marquezan M, Osorio R, Clamponi AL, Toledano M. Resistance to degradation of bonded restorations to simulated caries-affected primary dentin. *American Journal of Dentistry*. 2010; 23(1), 47–52.
19. Marshall GW, Habelitz S, Gallagher R, Balooch M, Balooch G, Marshall SJ. Nanomechanical Properties of Hydrated Carious Human Dentin. *Journal of Dental Research*. 2001; 80(8), 1768–1771.
20. Marshall GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of Dentistry*. 1997; 25(6), 441–458.
21. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *Journal of Biomedical Materials Research*. 1982; 16(3), 265–273.
22. Nakabayashi N, Saimi Y. Bonding to intact dentin. *Journal of Dental Research*. 1996; 75(9), 1706–1715.
23. Nakajima M, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, Ciucchi B, Russell CM, Pashley DH. Tensile Bond Strength and SEM Evaluation of Caries-affected Dentin Using Dentin Adhesives. *Journal of Dental Research*. 1995; 74(10), 1679–1688.
24. Nakornchai S, Harnirattisai C, Surarit R, Thiradilok S. Microtensile bond strength of a total-etching versus self-etching adhesive to caries-affected and intact dentin in primary teeth. *Journal of the American Dental Association*. 2005; 136(4), 477–483.
25. Nör J, Feigal R, Dennison J, Edwards C. Dentin bonding: SEM comparison of the dentin surface in primary and permanent teeth. *J Dent Res*. 1997; 75(6):1396-403.
26. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, Tezvergil-Mutluay A. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental Materials*. 2011; 27(1), 1–16.

27. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dental Materials*. 2005; 21(9), 864–881.
28. Pinna R, Maioli M, Eramo S, Mura I, Milia E. Carious affected dentine: its behaviour in adhesive bonding. *Australian Dental Journal*. 2015; 60(3), 276–293.
29. Ricci HA, Sanabe ME, Souza Costa CA, Hebling J. Bond Strength of Two-Step Etch-and-Rinse Adhesive Systems to the Dentin of Primary and Permanent Teeth. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2010; 35(2), 163–168.
30. Souza Junior MHS, Carneiro KGK, Lobato MF, Silva e Souza PAR, Góes MF. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *Journal of Applied Oral Science*. 2010; 18(3), 207–214.
31. Tosun G, Koyuturk AE, Sener Y, Sengun A. Bond strength of two total-etching bonding systems on caries-affected and sound primary teeth dentin. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2008; 18(1), 62–69.
32. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Vanherle G, Van Landuyt K, Lambrechts P. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative Dentistry*. 2003; 28(3), 215–235.
33. Van Meerbeek B, Inoue S, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. Enamel and dentin adhesion. Em: Summitt JB, Robins JW, Hilton TJ, Schwartz RS. *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach 2 ed*. Chicago: Quintessence Publishing Co Inc.; 2001.
34. Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *Journal of Dentistry*. 1998; 26(1), 1–20.
35. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, Yoshida Y, Inoue S, Suzuki K. Technique-Sensitivity of Contemporary Adhesives. *Dental Materials Journal*. 2005; 24(1), 1–13.

36. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials*. 2011; 27(1), 17–28.