

SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES

Autoconditioning systems

Valmari Ceris Gaspar Ferreira¹

RESUMO

Os sistemas adesivos autocondicionantes foram desenvolvidos com a finalidade de simplificar o procedimento de adesão junto à dentina. O objetivo deste estudo foi avaliar suas vantagens e desvantagens na resistência de união à dentina. Para tanto buscou-se referências com base na revisão bibliográfica de diversos periódicos científicos. O estudo possibilitou fazer um panorama da utilização dos sistemas adesivos autocondicionantes utilizados na prática odontológica e verificou-se, diante das vantagens e desvantagens apresentadas, apesar da eficiência adesiva comprovada em dentina normal, mais estudos devem ser realizados para comprovar a durabilidade clínica e a eficiência da adesão em esmalte promovida por estes sistemas.

Palavras-chave: Sistemas adesivos. Vantagens. Desvantagens.

ABSTRACT

The self-etching adhesive systems were developed with the purpose of simplifying the adhesion procedure to the dentin. The purpose of this study was to evaluate its advantages and disadvantages in dentin bond strength. For that, we searched for references based on the bibliographic review of several scientific journals. The study provided an overview of the use of self-etching adhesive systems used in dental practice and it was verified, in view of the advantages and disadvantages presented, despite the proven adhesive efficiency in normal dentin, further studies must be carried out to prove clinical durability and efficiency of enamel adhesion promoted by these systems.

Keywords: Adhesive systems. Benefits. Disadvantages.

¹ Concludente do Curso de Dentística, Graal Pós-Graduação, chancelado pela Faculdade de Sete Lagoas – FACSETE, e-mail: valceris10@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

No elemento dental o esmalte e a dentina são estruturas que apresentam características físicas diferentes. Essas estruturas interagem para formar uma estrutura única que suporta as mais adversas situações desde estresse físico a variações térmicas.¹

O condicionamento da estrutura dental como pré-tratamento para utilização em procedimentos restauradores é conhecido há mais de cinquenta anos e os sistemas adesivos autocondicionantes foram desenvolvidos com a finalidade de simplificar o procedimento de adesão junto à dentina, o que sempre se apresentou como um grande desafio.²

Os adesivos autocondicionantes são utilizados para evitar o colapso das fibras colágenas durante a secagem após o condicionamento ácido, formando, com isso, fibras não envolvidas pelo sistema adesivo podendo acarretar o insucesso da adesão.³

Alguns adesivos dentinários empregam dois métodos diferentes para obter retenção entre resina e dentina. O primeiro método remove *Smear Layer* e desmineraliza a superfície da dentina pelo condicionamento ácido. Após a remoção do ácido com água, segue-se a aplicação do adesivo e da resina adesiva;^{4,5} já o segundo método utiliza a *Smear Layer* como um substrato adesivo. Conhecidos como autocondicionantes, são aplicados em dentina coberta pela *Smear Layer* por um determinado período de tempo. Não utiliza lavagem adicional, trata a dentina com a *Smear Layer* incorporado à camada híbrida.^{6,7}

Novos sistemas autocondicionantes são frequentemente introduzidos no mercado, tendo-se conhecimento de lançamentos de adesivos de sexta e sétima geração. Diferem de seus antecessores pela ausência da etapa isolada de aplicação do ácido, visto que o passo do condicionamento ácido foi agregado à aplicação dos monômeros adesivos.⁸

O adesivo pode ser considerado eficiente, quando proporciona a camada híbrida uniforme e contínua, isolando totalmente a polpa do meio externo e evitando a sensibilidade pós-operatória, que pode também ser decorrente da utilização clínica inadequada.⁹

O objetivo deste estudo foi avaliar as vantagens e desvantagens dos sistemas adesivos autocondicionantes na resistência de união à dentina. Para tanto

buscou-se referências com base na revisão bibliográfica de diversos periódicos científicos, que estão relacionados ao tema. Foram selecionados artigos publicados nos últimos anos. Os meios utilizados para o levantamento da revisão de literatura foram os bancos de dados oficiais, tais como Scielo (*Scientific Electronic Library Online*), Pubmed (*Public Medline*) e Google Acadêmico, que permitem o acesso a artigos publicados em periódicos de alta qualidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Conceitos de adesão

O fenômeno adesão é definido como sendo o estado no qual duas superfícies de composição molecular diferentes, se unem por forças de atração, as quais podem ser químicas, mecânicas ou físicas.¹⁰

A adesão mecânica se dá quando há o aprisionamento físico do material dentro de cavidades naturais ou artificiais, em outro corpo. A dentina hibridizada é considerada como uma força de adesão mecânica, de forma que os polímeros ficam aprisionados com as fibras colágenas. A adesão química é representada pelas forças de valência primária, como ocorre nas ligações iônicas covalentes e metálicas e ainda pelas forças de valências secundárias, que são as forças de Van der Waals. Para que ocorra uma adesão química é necessário que haja uma proximidade de mais ou menos $2A$, e esta, em tecidos dentais, está diretamente relacionada com a superfície aderente e com a capacidade de umedecimento do adesivo. Um líquido "molha" um sólido, quando o ângulo de contato formado entre eles é menor que noventa graus. Por sua vez, a adesão física, depende das forças de valência secundária. Essas forças ocorrem em dipolos moleculares, e na interação da nuvem de elétrons desprotegidos.¹¹

Uma condição fundamental para se obter adesão é que o líquido adesivo deva estar em contato com o substrato para facilitar a atração molecular e propiciar adesão química ou mecânica. Os líquidos conseguem íntimo contato quando umedecem a superfície, ou seja, espalham-se rapidamente sobre a superfície.¹⁰

Os protocolos de adesão podem, atualmente, ser facilmente conseguidos através do simples condicionamento ácido do esmalte, transformando a sua superfície suave e lisa numa superfície altamente irregular, aumentando sua energia

de superfície. Quando um material resinoso é aplicado na superfície do esmalte, condicionada com ácido, os monômeros são levados para dentro das irregularidades por atração capilar, estabelecendo assim, a adesão.¹⁰

O fluxo de penetração dos adesivos nas áreas porosas resulta na formação de "tags" de resina que se unem mecanicamente à resina composta e ao esmalte previamente condicionado. Estes "tags" de resina podem penetrar de dez a vinte micrômetros na porosidade do esmalte, porém seu comprimento dependerá do tempo de condicionamento.¹²

Deve-se considerar que a profundidade de desmineralização do esmalte está diretamente relacionada à concentração e tempo de aplicação do ácido. Contudo, uma maior profundidade de desmineralização não implica necessariamente em maior retenção.^{13,14}

Uma contaminação momentânea com saliva ou sangue reduz a energia de superfície do esmalte, impedindo uma molhabilidade efetiva pelo agente adesivo e interferindo na formação de uma adesão efetiva.¹⁵

A adesão à dentina representa um desafio maior do que a adesão ao esmalte, embora se suponha um "embricamento" similar entre as resinas e a dentina.¹⁶

Vários fatores contribuem para essa diferença de adesão entre esmalte e dentina; suas diferenças de composição são o primeiro fator. O esmalte, predominantemente, composto de mineral (hidroxiapatita), enquanto a dentina contém maior percentagem de água e material orgânico, principalmente colágeno tipo I. A dentina é um tecido úmido, constituído por uma rede tubular, contendo extensões dos odontoblastos, os processos odontoblásticos, que se comunicam com a polpa. Cada túbulo é preenchido com fluido e cercado por uma bainha de dentina hipermineralizada, chamada de dentina peritubular. A dentina menos mineralizada e mais fibrosa entre os túbulos é chamada de dentina intertubular. A área ocupada pela dentina peritubular aumenta em direção à polpa ao contrário da dentina intertubular que diminui sua área de ocupação quanto mais próximo da polpa.¹⁶

Quando preparamos cavidades cada vez mais profundas em dentina, encontramos um substrato cada vez mais poroso, com uma quantidade maior de túbulos dentinários e com diâmetro cada vez maior, o que torna a dentina profunda um substrato mais permeável e úmido. A natureza dinâmica da dentina é

responsável pela infiltração marginal que ocorre em todos os adesivos à base de resina.¹⁷

2.2 Sistemas adesivos autocondicionantes

Nas últimas décadas a busca por um sorriso mais natural e harmônico tem ensejado estudiosos das mais diferentes áreas na pesquisa de técnicas e materiais que proporcionem o mínimo de desgaste da estrutura dental, o emprego do material mais adequado e a satisfação do paciente.

O primeiro impulso para a era da Odontologia foi dado a partir do surgimento da técnica do condicionamento ácido em esmalte proposta por Buonocore em 1955, a qual é utilizada até hoje para restaurações estéticas, conservadoras e preventivas.¹⁸

O principal componente inorgânico do esmalte é a apatita, que se apresenta nas formas de hidroxiapatita, fluorapatita e carbonatoapatita.¹⁹ Os elementos químicos que compõem a base desse tecido são o cálcio e o fosfato; variações secundárias ocorrem na composição do esmalte, nas quais encontra-se elementos químicos como alumínio, bário, estrôncio, rádio e vanádio também.¹⁸

O esmalte possui um alto módulo de elasticidade e uma resistência à tração relativamente baixa, conferindo-lhe características de friabilidade. Essa inter-relação estrutural e física entre um tecido friável e um tecido resiliente (dentina) proporciona ao dente um comportamento biomecânico característico em que a dentina protege o esmalte.²⁰

Atualmente, a maioria dos sistemas adesivos é composta de um condicionador ácido e uma solução de monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos. Após a remoção do ácido do esmalte e dentina, a solução de monômeros é aplicada sobre os tecidos duros em uma ou várias camadas, de acordo com o fabricante. Para alguns sistemas adesivos, o solvente utilizado é a acetona ou álcool, que pode deslocar água da superfície dentinária e da rede colágena umedecida. As moléculas adesivas apresentam dois diferentes grupos funcionais, um com afinidade com a superfície, que proporciona o aumento a energia livre de superfície da dentina, e um outro grupo com afinidade para a resina composta.^{16,21}

Sobre o esmalte dental define-se como um tecido mineralizado poroso de estrutura basicamente prismática (96% de fosfato de cálcio) na forma de hidroxiapatita e o restante de sua estrutura é constituída por água e material orgânico (principalmente proteínas). A adesão à estrutura do esmalte não é crítica

como na dentina e é considerada eficiente e estável ao longo do tempo, sendo os resultados previsíveis e pouco influenciados pelas variações de técnica.²²

Já a dentina é composta por 70% de substância inorgânica (hidroxiapatita); 20% de substância orgânica (colágeno) e 10% de água. A adesão à dentina é um procedimento menos previsível do que o esmalte, por ela possuir uma complexa morfologia com túbulos dentinários contendo fluido, redes de fibras de colágeno e matriz mineralizada. A sua característica morfológica também pode mudar conforme a profundidade. Além disso, pode haver variações da dentina como a esclerótica, reparadora e afetada por cárie. Tudo isso se reflete diretamente na permeabilidade, molhabilidade e capacidade dos monômeros resinosos obterem adesão a esse substrato. A penetração do primer e do adesivo pode ser afetada pela morfologia do tecido dentário nas diferentes localizações da dentina.²³

Para eliminar a discrepância entre a área desmineralizada e a infiltrada pelo monômero,²⁴ simplificar o número de passos clínicos e permitir que se forme uma camada híbrida mais homogênea, foi proposta a criação de um sistema adesivo autocondicionante, no qual a concentração de monômeros ácidos foi aumentada, tornando o "primer" uma mistura com valores de pH baixos permitindo o condicionamento da superfície dentinária através da lama de dentina superposta e ao mesmo tempo hibridizá-la formando um único complexo.^{25,26}

Portanto, os sistemas adesivos autocondicionantes foram desenvolvidos com a finalidade de simplificar o procedimento adesivo, reduzindo o número de passos operatórios e com isso, diminuir a possibilidade de erros de aplicação. Portanto, a aplicação da técnica de utilização dos sistemas adesivos autocondicionantes consiste em promover a desmineralização ao mesmo tempo em que viabiliza a infiltração na dentina subjacente formando uma camada híbrida que contém a *smear layer*.

A água presente na dentina apresenta um papel muito importante na adesão, pois mantém a trama de colágeno permeável facilitando a infiltração dos monômeros resinosos na área desmineralizada pelo agente condicionador,^{27,28,29} obtendo-se, dessa forma, uma camada híbrida densa e uniforme.^{30,31}

2.3 Evolução e classificação dos sistemas adesivos dentinários

A adesão a estruturas dentárias está relacionada com o adesivo, a força de adesão e a durabilidade. O adesivo é um material geralmente líquido que se solidifica entre dois substratos, sendo capaz de transferir carga de um substrato para outro. A força de adesão mede a capacidade de uma união adesiva suportar uma carga. O período durante o qual essa adesão permanece estável é a durabilidade.³²

Atualmente os adesivos dentários podem ser classificados de acordo com a estratégia utilizada durante o procedimento. Em uma classificação proposta por Van Meerbeek et al. (2003)³³ as estratégias foram divididas em três grandes grupos: I - condicione e lave; II - autocondicionante e III - cimento de ionômero de vidro.³⁴

Embora os sistemas adesivos autocondicionantes promovam a formação de uma camada híbrida de menor espessura e comprimento de prolongamentos resinosos quando comparados aos sistemas condicione e lave, geralmente além da retenção mecânica, alguns destes adesivos proporcionam uma adesão química com o conteúdo mineral do substrato parcialmente desmineralizado. Esta interação ocorre graças à presença de monômeros funcionais específicos na composição dos adesivos, tais como 10-MDP, 4-META e Fenil-P. Estes monômeros contêm grupos carboxílicos e fosfato, que são capazes de criar uma ligação iônica com cálcio da hidroxiapatita. No entanto, tem sido demonstrado que a ligação química promovida pelo 10-MDP não é só mais eficaz, mas também mais estável em um ambiente aquoso do que atingido pelos monômeros 4-META e Fenil-P.^{35,36}

As técnicas que utilizam sistemas adesivos são baseadas na utilização de monômeros ácidos que ao mesmo tempo condicionam e preparam a dentina, conhecidos por adesivos autocondicionantes.³³

Esses sistemas adesivos foram desenvolvidos na tentativa de criar uma técnica menos sensível e com menor número de passos clínicos. Diferentemente da estratégia condicione e lave, a estratégia adesiva autocondicionante não requer um passo clínico separado de condicionamento do substrato dental. O condicionamento do tecido dental mineralizado ocorre pela aplicação de um primer ácido que promoverá, além da desmineralização do substrato, a modificação e incorporação da camada de esfregaço no interior da camada híbrida. Estes sistemas podem ser divididos em sistemas autocondicionante de 2 passos (*primer* e *bond* aplicados separadamente) e autocondicionante de 1 passo também chamados *all-in-one* (ambos os componentes, *primer* e *bond*, associados em um único frasco ou aplicados em um único passo clínico).³⁴

Na Figura 1 observa-se o sistema multicomponente da técnica condicione e lave em 3 e em 2 passos. E na Figura 2 o sistema adesivo autocondicionante em 2 e 1 passo:

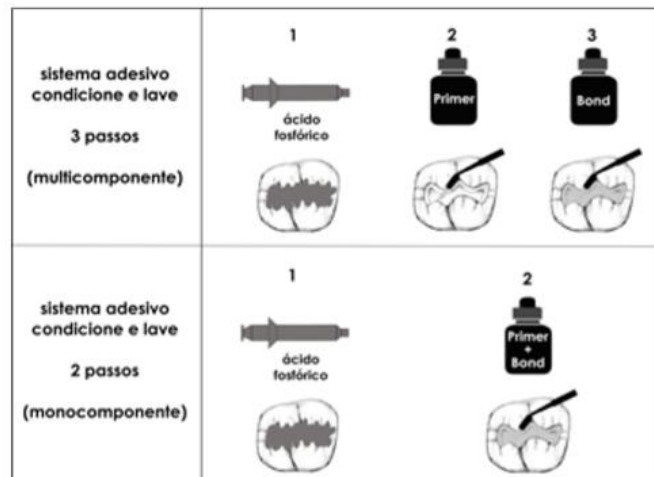


Figura 1 – Sistema adesivo condicione e lave segundo o número de passos
Fonte: Matos et al.³⁴

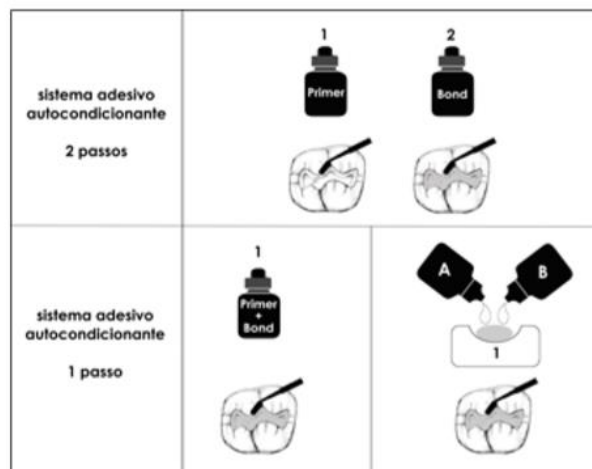


Figura 2 – Sistema adesivo autocondicionante em 2 e 1 passo.
Fonte: Matos et al.³⁴

O *primer*, conforme a definição utilizada por indústrias, é uma solução de monômeros em solventes orgânicos, quando ocorre a evaporação do solvente (água, etanol/acetona), uma película fina de monômero fica aderida fortemente à superfície do substrato. O primer aumenta a energia de superfície, interage com a parte úmida da dentina e retira o excesso de umidade, preparando a superfície para infiltração do monômero hidrófobo do adesivo. No esmalte os *primers* não são

necessários e podem até causar uma diminuição na adesão, principalmente se a composição do solvente for exclusivamente água.³⁷

Os adesivos são basicamente monômeros hidrófobos, como o Bis-GMA e o TEGDMA que raramente contém monômeros hidrófilos e que devem ser capazes de penetrar nas irregularidades criadas pelo ácido e infiltradas pelo primer e copolimerizar com o material restaurador.³⁷

Com o objetivo de descomplicar o entendimento em relação aos inúmeros tipos de sistemas adesivos, surgidos no mercado nos últimos tempos e suas diversas técnicas de aplicação, os pesquisadores e fabricantes tentaram agrupá-los em métodos e categorias. Uma das primeiras classificações que surgiram foi a "cronológica", que reúne os adesivos de primeira a quinta gerações. A classificação também pode levar em conta o número de frascos utilizados, ou seja, multifrascos ou frasco único; pode considerar também o caráter hidrofílico de cada produto, sendo classificados em hidrófilos ou hidrofóbicos.¹⁸

Levando em conta o tipo de veículo presente no material, podem ser classificados como contendo álcool, acetona ou água; e se fossem classificados quanto ao tipo de polimerização, seriam classificados de fotoativados ou com presa dual. A maior dificuldade de classificá-los em categorias é devido às diversas características que cada sistema adesivo possui, o que desperta e exige da classe odontológica o domínio da técnica e da situação clínica para poder determinar, satisfatoriamente, o produto a ser utilizado em cada situação específica.

2.3.1 Adesivos dentinários de primeira geração

Os adesivos dentinários surgiram nos anos oitenta, e compunham-se de ácido glicerofosfórico dimetacrilato (GPDM); cianocrilatos; poliuretanos; N-fenilglicina-glicidil metacrilato (NPG-GMA).

O ácido glicerofosfórico dimetacrilato provê uma molécula bifuncional ao grupo fosfato hidrofílico, capaz de interagir com os íons cálcio da hidroxiapatita da dentina e o grupo metacrilato aderiu-se ao grupo metacrilato da resina acrílica restauradora. Porém esta união química era fraca. Exemplo: Cavit Seal (Amalgamated Dental & Trade Distributors Ltda.), usado com a resina acrílica Sevitron.¹⁸

Com a resina de união composta pelo NPG-GMA composto, desenvolvido por Bowen, em 1965, com mecanismo de unido por quelação entre o NPG e o Cálcio, surgiu o primeiro sistema adesivo para dentina lançado no mercado, chamava-se Cervident (SSWhite) nos Estados Unidos e Cosmic Bond (Cosmic Detray, Brighton), na Europa. Ele preconizava o condicionamento da dentina com ácido clorídrico a 7%, por 60 segundos, com a finalidade de facilitar o contato do agente resinoso de unido com a superfície da dentina e interior dos túbulos dentinários, pela remoção da *smear layer*.³⁸

O condicionamento ácido da dentina abria a embocadura dos túbulos dentinários, aumentando o fluxo de fluido no interior destes e, em consequência, aumentava a umidade superficial da dentina; o NPG-GMA possuía natureza hidrofóbica, e a adesão ficava comprometida. Ocorria então a queda da restauração ou infiltração marginal, com o aumento da permeabilidade dentinária e invasão de bactérias e produtos irritantes ao complexo dentino-pulpar. O produto foi retirado rapidamente do mercado. Esta geração de adesivos se caracterizou por conseguir adesão efetiva só com o esmalte, com a dentina a resistência adesiva era baixa, na ordem de 2 a 3 Mpa.³⁹

2.3.2 Adesivos dentinários de segunda geração

Surgiram em torno dos anos oitenta. A maioria dos sistemas desta geração eram compostos de fosfatos polimerizáveis, adicionados ao BIS-GMA (bisfenol A glicidilmetacrilato). Os adesivos fosfatados apresentavam grupamentos hidrofóbicos como o BIS-GMA, e hidrofílicos, como o HEMA (2-hidroxietil metacrilato). Preconizavam a união ao cálcio da dentina por um grupamento de clorofosfato, através de ligações iônicas, porém, a união entre Fosfato e Cálcio pode sofrer hidrólise eventual. Com a hidrólise, a resina tende a se separar da dentina, formando "gaps" ou fendas nas margens da restauração, permitindo infiltração nas margens cavitárias localizadas em dentina ou cimento.¹

Como produtos comerciais foram lançados: Clearfil Bond System F, que utilizava o produto da reação do HEMA, e um éster vinil fenil fosfato (Phenyl P). Este sistema era o único da geração que empregava o prévio condicionamento ácido da dentina pelo ácido orto-fosfórico a 40%. Fusayama et al.⁴⁰ afirmaram que havia

formação de "tags" (prolongamentos de resina polimerizada nos taúlos dentinários) na dentina, o que auxiliava na retenção e adesão.

Outro produto comercial foi o Scotchbond (3M) composto por um éster halofosforoso de BIS-GMA, que em 1984 passou a ser fotoativado. Foram lançados também o Bondlite (Sybron/Kerr), Dentin Enamel bonding Agent (Johanson&Johnson) e Dentin Adhesit (Vivadent).¹⁶

Estes adesivos eram aplicados diretamente sobre a camada de lama dentinária (com exceção do Clearfil). Como resultado obtiveram força de unido entre 1 a 5 Mpa, que na verdade se limitava à força coesiva da lama dentinária. Eick et al.⁴¹ estavam entre os primeiros a mostrar, através de microscopia eletrônica, que estes adesivos penetravam apenas décimos de micrômetros no topo da lama dentinária. Caracterizou-se, portanto, esta geração, por promover adesão ao esmalte condicionado e dentina; possuir poder de adesão maior que os adesivos de primeira geração e realizar a manutenção ou remoção parcial da camada de lama dentinária.¹

2.3.3 Adesivos dentinários de terceira geração

Nesta geração de adesivos, a técnica de aplicação ficou mais complexa e, como consequência, ocorreu o aumento do tempo clínico. Estes sistemas de adesão removem, modificam ou substituem a lama dentinária através do condicionamento ácido da dentina, comum a quase todos os produtos desta geração.⁴⁰

O tempo de condicionamento da dentina deveria ser o suficiente para produzir retenção adequada e não exceder 1 a 2 micrômetros de espessura, para não desnaturar o colágeno nem remover totalmente a camada de lama dentinária. Entretanto, na época, foi sugerido que a aplicação do Ácido na dentina poderia provocar inflamação pulpar. Anos mais tarde, verificou-se que a reação inflamatória pulpar não se devia ao condicionamento da dentina, mas sim a falhas no selamento marginal.⁴⁰

Nesta geração, surgiram os "primers", que são compostos orgânicos com um grupamento hidrofílico funcional, que une à dentina, e um grupo hidrófobo que se une ao adesivo propriamente dito.

São soluções usadas para aumentar a capacidade de molhamento da superfície dentinária e são aplicados antes do agente de união. Nesta geração de adesivos, o "primer" tem características geralmente ácidas.

Como exemplos de produtos que removem a camada de lama dentinária temos: Gluma Dentin bond (Bayer Dental Leverkusen, W. Germany) e Tenure (Den-Mat).

Produtos que modificam a lama dentinária: Scotchbond 2 (3M); XR Bonding (Kerr); Prisma Universal Bond 2 (Caulk) e Prisma Universal Bond 3 (Caulk) substituído pelo Probond (TPH).¹⁶

Os adesivos dentinários de terceira geração caracterizaram-se por: realizarem união da dentina com esmalte; reduzir significativamente a infiltração marginal; aumentarem a capacidade de união à dentina; possuírem técnica de aplicação mais complexa; inclusão do "primer" para tratamento e remoção da lama dentinária e substituição do oxalato férrico pelo oxalato de alumínio.

Atualmente, estão no mercado: Scotchbond II (3M); XR Bbond (Kerr); Syntac (Vivadent); Prisma Universal Bond (Dentsply) e Denthesive II (Kulzer).¹⁶

2.3.4 Adesivos dentinários de quarta geração

Os adesivos de quarta geração, para efeito de classificação, são aqueles que removem a lama dentinária, desmineralizam superficialmente a dentina inter e peritubular e expõem a rede de fibras colágenas para posterior impregnação da área desmineralizada por monômeros hidrofílicos. O "primer" hidrofílico é responsável por umedecer, penetrar e preencher toda estrutura desmineralizada ao redor do colágeno. Logo após o agente adesivo é aplicado sobre o "primer" para complementar o processo de selamento das estruturas desmineralizadas do dente e unir-se ao material restaurador.⁴²

Fusayama et al.⁴⁰ propuseram que o condicionamento ácido fosse total, realizado na dentina e no esmalte. Este procedimento foi controverso na época, pois o ramo conservador da Odontologia acreditava que a infiltração do ácido na dentina promoveria a necrose pulpar.

A este novo composto, formado pelo infiltrado de resina fluida e pelas fibras colágenas da dentina exposta pelo condicionamento ácido, chamou-se camada híbrida 17 (também chamada de zona de transição, zona de interpenetração ou

zona de difusão) e, atualmente, é considerado o principal mecanismo de adesão à dentina.

A adesão à dentina é baseada no conceito de que a dentina é um composto biológico de uma matriz de colágeno, altamente preenchida por cristais nanométricos de mineral de apatita e com alta resistência.

Após solubilização dos cristais e da remoção da fase mineral em torno das fibras colágenas pelo agente ácido, ocorre a substituição por um polímero de resina para formar um compósito terapêutico artificial, uma matriz de resina preenchida com polímeros biológicos fibrosos.

Esta nova estrutura é um híbrido entre resina e colágeno.

Para que haja formação da camada híbrida, há a necessidade de fibras colágenas, para que sirvam de infraestrutura à infiltração da resina e consequente retenção. Então, a camada híbrida é melhor formada em dentina superficial, por haver nesta região maior quantidade de dentina intertubular.¹⁶

Em 1993, GWINNETT relata sobre um trabalho que separou as partes componentes da unido com a dentina. Utilizando o sistema adesivo All Bond 2 (Bisco), ele encontrou força de união próxima a 10 1VIPa da resina com a dentina coberta pela lama dentinária.

Quando esta camada foi removida por jato de abrasão a ar, expondo a dentina intertubular mineralizada, sadia e intacta, mas deixando a luz do túbulo obstruída pelo smear plug, o valor encontrado para a força de adesão foi de 20 Mpa e correspondia à adesão superficial à dentina sadia, sem que houvesse infiltração na dentina inter ou intratubular.

Em dentina fraturada, quando não havia smear plug, houve a formação de "tags" estreitos de resina, aumentando a força de adesão para 26 1VPa. Porém, quando a dentina foi condicionada por ácido, a força de união cresceu para 32 MPa, e foi o resultado da formação da camada híbrida da dentina intertubular.

A força de união das resinas compostas à dentina pode ser vista como um somatório das forças de união individuais, proporcionadas pela adesão de superfície, formação de "tags" de resina e formação da camada híbrida.

Essa geração de adesivos também chamada de multifrascos ou multicomponentes e também são capazes de se unirem ao amálgama, ligas metálicas e porcelana, além das resinas compostas. Por isso são chamados de

multiuso. Esta passou a ser então a técnica dos três passos: ácido, "primer" e adesivo.

Como exemplos de sistemas adesivos de quarta geração temos: Scotchbond Multi Uso (3M); Scotchbond Multi-Usó Plus (3M); Optibond (Kerr); All Bond (Bisco); Amalgambond (Parke!), Solid Bond (Kulzer); Prime&Bond NT (Dentsply/Caulk) Permaquick (Ultradent).¹⁶

2.3.5 Adesivos dentinários de Quinta Geração

Os adesivos de quinta geração são os chamados de monocomponentes. A principal diferença está na junção do "primer" ao adesivo propriamente dito, num único frasco (fazem a remoção da lama dentinária, assim como os antecessores); ou combinam o condicionador, "primer" agente adesivo em uma única solução. São os chamados "self etching" e que alguns autores lhes conferem a classificação como os únicos verdadeiramente monocomponentes.

A maioria destes sistemas mantém um equilíbrio nas concentrações dos monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos para que exerçam, ao mesmo tempo, a função do "primer" e da resina adesiva. Inicialmente, são materiais fluidos e voláteis ("primer") e tornam-se mais espessos após a evaporação (adesivo). O monômero hidrofílico auxilia no processo de infiltração para dentro da rede colágena desmineralizada.

O monômero hidrofóbico BIS-GMA assegura formação de uma razoável espessura de resina não polimerizada, cuja função é promover a adaptação do material restaurador polimérico. O monômero REMA é o componente principal da maioria destes produtos. Geralmente apresentam como solvente álcool ou acetona, sendo o último mais sensível à técnica e tem resultado em valores elevados de adesão *in vitro*, principalmente quando aplicados em dentina úmida.^{43,44}

Apesar da maioria dos produtos de frasco único ainda necessitar de pelo menos duas aplicações, seu maior apelo comercial é o da eliminação dos passos da técnica, ou seja, redução do tempo de aplicação. Vários sistemas de frasco único têm sido lançados: One-Step (Bisco); OptiBond SOLO Plus (Kerr); Tenure Quik F (Den-Mat); Syntac Single-Component, Syntac Sprint e Excite (Vivadent); Single Bond ou Scotchbond 1 (3M); Prime&Bond NT (Dentsply) e Bond-IT (Jeneric/Pentron).¹⁶

2.4 *Smear Layer* ou Lama Dentinária

Em qualquer procedimento de corte, podem ser produzidas camadas de resíduos. No esmalte e na dentina, esta camada é criada por instrumentos manuais e rotatórios durante o preparo cavitário. Estes depósitos também podem ser encontrados no cimento e na dentina do canal radicular.¹

Os adesivos dentinários que modificam a *smear layer*, se desenvolveram a partir do conceito de que a camada de lama dentinária oferece uma barreira natural para a polpa, protegendo-a contra a invasão bacteriana e limitando a saída de fluido pulpar, que poderia prejudicar a eficiência da adesão. Sendo assim, estes sistemas adesivos procuram incorporar a *smear layer* no processo de adesão. Os monômeros infiltram a lama dentinária e são polimerizados "in situ", esperando que reforcem a adesão da *smear layer* à dentina, formando microrretenções e, provavelmente, uma fraca adesão química. A interação destes adesivos com a dentina é muito superficial. Clinicamente, estes sistemas requerem o condicionalmente ácido seletivo do esmalte em separado. Exemplo de algumas marcas comerciais: Pertac, Universal Bond (ESPE), Probond (CAULK).¹⁶

A camada de lama dentinária que se acumula sobre a superfície é composta de hidroxiapatita e colágeno alterado, com uma superfície externa formada por colágeno desnaturado em forma de gel. A *smear layer* oclui os túbulos dentinários e diminui a permeabilidade da dentina em 86%.⁴²

A presença da lama dentinária possui pontos positivos como: diminuição da umidade superficial, redução da permeabilidade dentinária aos fluidos bucais e produtos tóxicos como as toxinas bacterianas e ácidos presentes em certos materiais, redução da difusão por obliterar os túbulos dentinários, não permitindo a movimentação do líquido em seu interior, diminuindo, assim, por consequência, a sensibilidade pós-operatória e prevenção da penetração bacteriana nos túbulos dentinários. Como ponto negativo, citamos o fato de que a lama dentinária é permeável aos produtos bacterianos, que podem resultar em resposta. Esta lama dentinária permanece aderida à superfície do dente por forças desconhecidas e suficientemente fortes (aproximadamente 5 Mpa) para impedir que seja removida através de limpeza comum da cavidade feita com substâncias neutras como água ou soro fisiológico.¹

Em um estudo realizado sobre adesão a dentina Masatoshi et al.⁴⁵ relatam que as características da lama dentinária podem mudar devido à estrutura da dentina da qual é formada, ou seja, a *smear layer* em dentina afetada por cárie é mais porosa que aquela da dentina normal, por ser mais amolecida. Esta lama dentinária permanece aderida à superfície do dente por forças desconhecidas e suficientemente fortes (aproximadamente 5 Mpa) para impedir que seja removida através de limpeza comum da cavidade feita com substâncias neutras como água ou soro fisiológico.¹

Por esses motivos, vários agentes têm sido utilizados para remover a lama dentinária, com o intuito de propiciar desinfecção adequada da superfície dentinária e, conseqüentemente, melhorar a adesão. Entre as soluções empregadas para a remoção da lama dentinária estão: o ácido fosfórico, ácido cítrico, ácido maleico, EDTA e ácido poliacrílico, sendo que este dependerá do tempo de aplicação da solução e da sua concentração.¹⁴

Assim, Erickson⁴⁶ e Slavofub⁴⁷ acreditam que, devido à lama dentinária ser um ponto fraco e uma barreira à adesão entre a dentina e as resinas orgânicas, opção por sua remoção completa. Os “primers” autocondicionantes parecem infiltrar através da lama dentinária até a camada de dentina subjacente. Podemos citar como ponto negativo que a lama dentinária é permeável aos produtos bacterianos que podem resultar em resposta inflamatória da polpa, porém, apesar da lama dentinária ter sido considerada fator irritante ao atingir altas forças de união, atualmente, ela pode ser vista como legítimo substrato de união pelos sistemas autocondicionantes.¹⁶

Em qualquer procedimento de corte podem ser produzidas camadas de resíduos. No esmalte e na dentina, esta camada é criada por instrumentos manuais e rotatórios durante o preparo cavitário. Estes depósitos também podem ser encontrados no cimento e na dentina do canal radicular. Em razão disto, vários agentes têm sido utilizados para remover a lama dentinária, com o intuito de propiciar desinfecção adequada da superfície dentinária com o objetivo de melhorar a adesão. Entre as soluções empregadas para a remoção da lama dentinária estão: o ácido fosfórico, ácido cítrico, ácido maleico, EDTA e ácido poliacrílico, sendo que este dependerá do tempo de aplicação da solução e da sua concentração.⁴⁸

2.5 Vantagens e desvantagens dos sistemas adesivos autocondicionantes

Como principal vantagem da estratégia autocondicionante apontada pelos autores está a redução do número de passos necessários para o estabelecimento do processo adesivo, pois necessita apenas de uma aplicação da solução para o condicionamento ácido do esmalte e dentina simultaneamente, condicionando e preparando a superfície ao mesmo tempo. Portanto, não é preciso enxaguar com água, bastando apenas aplicar um jato de ar seco, sendo outra vantagem, além de oferecer economia de tempo para o paciente/profissional.⁴⁸ O modo de ação dos sistemas adesivos autocondicionantes consiste em promover a desmineralização ao mesmo tempo em que infiltra na dentina subjacente formando uma camada híbrida que contém a *smear layer*.⁴⁹

Van Meerbeek et al.³³ admitem que os sistemas autocondicionantes permitem a adição de partículas de carga em sua composição (absorção de tensões e resistência), promovendo a adequada interação monômero-colágeno e controlando a evaporação de solvente.

Por isso os adesivos autocondicionantes vêm sendo amplamente divulgados na literatura ortodôntica, ilustrando-se como vantagens, além da possibilidade da colagem em meio úmido, o menor tempo de cadeira⁵⁰ e uma resistência mecânica imediata semelhante à do sistema convencional.⁵¹ Entretanto, existem resultados conflitantes sobre a taxa de sobrevivência das colagens ortodônticas quando examinadas alguns meses após a colagem.⁵⁰

A principal vantagem do adesivo autocondicionante está na simplificação e menor sensibilidade da técnica, o profissional não necessita de tanto critério em se tratando de quanto a dentina esteja úmida para se aplicar o sistema adesivo. Além disso, a eliminação dos passos da lavagem reduz a possibilidade de excesso de secagem ou umidade, podendo exercer uma alteração negativa sobre a adesão.³³

Nos adesivos autocondicionantes, não existindo a etapa de lavagem, a *smear layer* e a hidroxiapatita dissolvida pelo adesivo autocondicionante, ficam a ele incorporadas.⁵² O melhor selamento da dentina poderia ocorrer com estes sistemas adesivos, pois, ao menos teoricamente, não haveria uma diferença entre a profundidade de desmineralização e a penetração dos monômeros resinosos do *primer*.⁵³

Milia; Lallal e Garcia-Godoy⁵⁴ declararam que o uso deste sistema não apresenta alterações morfológicas significativas no substrato dentinário úmido. No

entanto, condições adversas são observadas quando for deixado excesso de umidade na superfície do dente.

Os adesivos autocondicionantes possuem valores de união à dentina semelhantes aos adesivos de condicionamento ácido prévio.^{26,52} Entretanto, o mesmo não ocorre no esmalte dental, onde os autocondicionantes apresentam valores de união inferiores e não promovem retenções típicas como as alcançadas com o uso prévio do ácido fosfórico.^{26,52} Além disso, alguns autores consideram que estes sistemas são os que apresentam menor resistência adesiva.^{54,55}

Em Odontopediatria podem ser utilizados para cimentação de coroas de resina ou colagem de fragmentos. Também são indicados para cimentação adesiva de pinos intrarradiculares, devido à dificuldade da entrada de luz no canal radicular.⁵²

Considerando-se algumas desvantagens, Gordan et al.⁵⁶ avaliando a ocorrência de microinfiltração utilizando os sistemas adesivos autocondicionantes (Clearfill Liner Bond 2 e Dentline II) em restaurações classe V, tendo como um grupo controle e utilização do sistema adesivo SBMP a avaliação revelou não haver diferença significativa entre os grupos, nem em esmalte, nem em dentina.

Outra desvantagem foi apontada por Masatoshi et al.⁵⁷ é que os sistemas adesivos autocondicionantes apresentam forças de união mais baixas em dentina cariada que os sistemas adesivos convencionais de múltiplos passos ou passo único, que utilizam ácido fosfórico a 30% e 35%.

Ainda em relação às desvantagens, a descoloração marginal, cáries recorrentes e inflamação pulpar podem resultar da invasão bacteriana ou de seus produtos metabólicos, levando à falha da restauração adesiva são argumentos elencados por Fecury et al.⁵⁸

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos artigos selecionados para a pesquisa verificou-se que o condicionamento da superfície de esmalte aumenta a energia de superfície, facilita o umedecimento, diminui o ângulo de contato entre adesivo e aderente, facilitando a adesão mecânica, conforme foi demonstrado por Jendresen e Glantz.⁵⁹

Quando se processa o desgaste ou corte do esmalte e da dentina, invariavelmente, surge uma camada, denominada *smear layer*, que interfere na

capacidade de adesão dos sistemas adesivos, alterando a energia de superfície. Portanto, para aumentar a capacidade adesiva esta camada precisa ser retirada com soluções ácidas.

A presença dessa camada promove diminuição da energia de superfície e, conseqüentemente, dificulta seu umedecimento.⁶⁰ Dependendo do material eleito, essa remoção poderá ser total – se forem empregados ácidos inorgânicos, ou parcial – se empregados ácidos orgânicos.⁶¹

De acordo com os estudos de Garcia et al.,¹⁸ a união à dentina parece ser instável para os sistemas adesivos simplificados – aqueles que contêm os componentes hidrófilos e hidrófobos em um só frasco.

Com o advento de novas descobertas e a partir da criação das resinas compostas por Bowen, em 1963, a técnica do condicionamento ácido passou a ser aplicada com maior segurança, pois o desempenho das resinas compostas em razão da presença do monômero Bis-GMA (Bisfenolglicidilmetacrilato), foi sensivelmente melhorado.⁶¹

Em concordância com os estudos de Yoshida et al.³⁶ e Van Landuyt et al.,³⁵ os sistemas adesivos são misturas complexas de diversos componentes, e o conhecimento desses produtos pode proporcionar um melhor entendimento do mecanismo de ação dos materiais em estudos laboratoriais e clínicos. Cada componente tem um efeito específico em resistência de união, durabilidade e biocompatibilidade do sistema adesivo além de poder formar complexa interação de fatores. Uma mistura não balanceada pode permitir menor efetividade na união e menor durabilidade,³⁵ assim como uma formulação equilibrada pode ser a razão para o sucesso clínico em longo prazo.

No estudo de Garcia et al.¹⁸ foi verificado que, em função dos valores de resistência de união, a desmineralização causada pelos adesivos autocondicionantes não foi tão efetiva quanto a gerada pela ação do ácido fosfórico. Ao comparar dois tipos de sistemas adesivos concluíram que o sistema adesivo Clearfil SE Bond de dois passos clínicos resultou em maior média de resistência de união, com diferença estatisticamente significativa em relação ao sistema adesivo Clearfil S3 Bond de um passo clínico.

Os sistemas adesivos autocondicionantes têm mostrado menor capacidade de condicionamento em relação ao ácido fosfórico, em concordância com Kanemura et al.,⁶² Pashley e Tay⁶³ e Di Hipólito.⁶⁴ Provavelmente os sistemas adesivos

autocondicionantes, independentemente de seus pHs, formam prolongamentos curtos de resina polimerizada entre as desmineralizações causadas na hidroxiapatita. Isso pode contribuir para a proximidade entre os valores médios de resistência de união ao microcisalhamento encontrados neste estudo em esmalte desgastado e hígido.¹⁸

Enquanto a adesão ao esmalte é duradoura e efetiva,⁶⁵ a união resina-dentina constitui-se um desafio para os pesquisadores, uma vez que este substrato é intrinsecamente úmido, tornando o procedimento adesivo altamente sensível. Desta forma, a união adesiva só será confiável quando executada sob rigoroso controle e um protocolo bem definido e executado.⁶⁶

Nakabayashi et al.¹¹ descreveram a camada híbrida como uma combinação resultante da dentina e polímero que pode ser definida como a impregnação de um monômero à superfície dentinária desmineralizada, formando uma camada ácido-resistente de dentina reforçada por resina.

Moura et al.,⁶⁷ investigando os sistemas adesivos de 4ª e 5ª gerações observaram que estes se comportaram de modo semelhante em relação à infiltração marginal nas cavidades classe V em dentes permanentes e relacionaram esses achados ao fato de ambas gerações possuírem mecanismo de ação semelhante, como remoção total da *smear layer* e posterior formação da camada híbrida.

Outros estudos que compararam a microinfiltração entre adesivos de 4ª e/ou 5ª e 6ª gerações demonstraram, também, comportamento semelhante entre eles.^{68,69} Por outro lado, Dutra et al.⁷⁰ verificaram valores de infiltração marginal superiores para os adesivos autocondicionantes.

Analisando os aspectos citados, com base em pressupostos de Fecury et al.,⁵⁸ pode-se ressaltar:

- Os adesivos atualmente utilizados têm permitido restaurações com alto nível de sucesso; são melhores que seus precursores, especialmente no que se refere à retenção; o uso reforça o esmalte e a dentina residuais, tornando-os menos susceptíveis à fratura.
- Os adesivos que removem a camada de lama dentinária apresentam um desempenho clínico melhor do que aqueles que a modificam, embora a redução do tempo clínico possa ser de grande interesse para o profissional, um selamento perfeito permanece ainda como o aspecto

mais importante e desafiador a ser considerado quando da escolha do material adesivo.

- Nenhum sistema adesivo disponível atualmente, é capaz de garantir restaurações hermeticamente seladas com margens livres de infiltração.

A união das resinas compostas às estruturas dentárias é realizada por meio da associação de sistemas adesivos. Essa união dá origem, portanto, a uma interface dente/restauração. O sucesso clínico das restaurações depende da efetividade e durabilidade dessa interface de união. Desta forma, é necessário um conhecimento acentuado sobre as estruturas dentárias, esmalte e, especialmente, a dentina.

4 CONCLUSÃO

Neste estudo bibliográfico fez-se um levantamento do uso dos sistemas adesivos autocondicionantes, além de um breve histórico de sua utilização. Apresentou-se os principais produtos utilizados e técnicas utilizadas. Como principal vantagem pode-se destacar a redução do número de passos necessários para o estabelecimento do processo adesivo.

Verificou-se também que, apesar da constante evolução dos procedimentos odontológicos, nenhum sistema adesivo disponível, atualmente, é capaz de garantir margens livres de infiltração, além de que pode haver falha da restauração adesiva devido à descoloração marginal, ocorrência de cáries e inflamação pulpar podendo resultar na invasão bacteriana ou de seus produtos metabólicos,

O estudo dos sistemas adesivos autocondicionantes possibilitou concluir que, apesar da eficiência adesiva comprovada em dentina normal, mais estudos devem ser realizados para comprovar a durabilidade clínica e a eficiência da adesão em esmalte promovida por estes sistemas. Além disso, a seleção e utilização dos adesivos dentinários envolve análise criteriosa de aspectos relevantes, tais como sensibilidade técnica, custo apresentado e eficácia clínica.

Este estudo não foi capaz de esgotar o tema e acredita-se que a busca pelo bem-estar dos pacientes, aliado à simplificação das técnicas empregadas e o lançamento de produtos cada vez mais eficientes seja capaz de proporcionar alívio e satisfação aos pacientes que buscam e confiam no profissional para melhoria de sua qualidade de vida, seja do ponto de vista clínico ou estético.

REFERÊNCIAS

- ¹ Delvan GS. *Sistemas adesivos dentários*. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
- ² Magne P, Douglas WH. Porcelain Veneers: Dentin Bonding Optimization and Biomimetic Recovery of the Crown. *Int J Prosthodont* 1999;12:111-121.
- ³ Macedo, DR; Dorini, AL; Mendonça, J.S. Influência de sistemas adesivos autocondicionantes na resistência de união da resina composta à dentina. *Rev. Bras. Pesq. em Saúde*, 2010;12(1):47-51.
- ⁴ Yoshiyama M, Matsuo T, Ebisu S, Pashley D. Regional bond strengths of self-etching/self-priming adhesive systems. *J Dent*. 1998; 26(7):609-16.
- ⁵ Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater*. 2001;17(5):430-44.
- ⁶ Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. In: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*. 2001;17(4):296-308.
- ⁷ Perdigão J, Geraldini S. Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact versus prepared enamel. *J Esthet Rest Dent*. 2003;15(32):32-42.
- ⁸ Soares ADS. *Procedimentos adesivos em odontopediatria: força de adesão e ultramorfolgia das interfaces*. 61 f. 2010. (Mestrado Integrado em Medicina Dentária). Coimbra: Universidade de Aveiro, 2010.
- ⁹ Carvalho RM, Tay FR, Giannini M, Pashley OH. Effects of pre- and post-bonding hydration on bond strength to dentin. *J Adhes Dent*. 2004; 6(1):13-7.
- ¹⁰ Maciel KT, Carvalho RM, Ringle RD, Preston CD, Russell CM, Pashley DM. The effects of acetone, ethanol, HEMA and air on the stiffness of human decalcified dentin matrix. *J Dent Res* 1996; 75 (11): 1851-8.
- ¹¹ Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 1982;16(3):265-73.
- ¹² Asmussen NE, Munksgaard EC. Bonding of restorative materials to dentin: status of dentin adhesives and impact on cavity design and filling techniques. *Int. Dent. Journal*, London, 1988;38(2):97-104.
- ¹³ Gwinnett AJ, Kanca J. Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. *Am. J. of Dentistry*, 1992;5(2):73-7.
- ¹⁴ Garcia-Godoy F, Gwinnett AJ. Effect of etching times and mechanical pretreatment on the enamel of primary teeth: a SEM study. *Am J Dent*, 1991;4(3):115-8.

- ¹⁵ Ruyter IE. The chemistry of adhesive agents. *Oper. Dent.*, Seattle, 1992;5:32-43. Suppl.
- ¹⁶ Perdigão J, Lopes L, Lambrechts P, Leitão J, Van Meerbeek B, Vanherle G. Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and sem morphology. *Am J Dent.* 1997;10(3):141-6.
- ¹⁷ Perdigão J, Ritter AV. Adesão aos tecidos dentários. In: Baratieri LN, Monteiro Jr S, Andrada MAC, Vieira LCC, Ritter AV, Cardoso AC et al. *Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades*. São Paulo: Ed. Santos; 2001.
- ¹⁸ Garcia RN, Souza CRS, Mazucco PEF, Justino LM, Schein MT, Giannini M. Avaliação da resistência de união de dois sistemas adesivos autocondicionantes – Revisão de literatura e aplicação do ensaio de microcisalhamento. *Revista Sul-Brasileira de Odontologia* 2007;4(1):37-45.
- ¹⁹ Gwinnett AJ. Structure and composition of enamel. *Oper Dent.* 1992;Suppl.5:10-7.
- ²⁰ Ten Cate JM. *Oral histology*. Development, structure and function. 4. ed. St Louis: Mosby; 1994. p. 169-217.
- ²¹ Erickson, R. L. Surface interations of dentin adhesive materials. *Oper. Dent.*, Seattle, 1992;5:81-94, Suppl.
- ²² Sousa JHP, Moro AFV. Solventes do primer: revisão de literatura. *Rev. Bras. Odontol.* [online]. 2014; 71(1):80-84.
- ²³ Walshaw PR, McComb D. Clinical considerations for optimal dentinal bonding. *Quintessence Int.*, 1996;27(9):619-25.
- ²⁴ Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage: leakage within the hybrid 1ayer. *Oper Dent* 1995; 20(1): 18-25.
- ²⁵ Watanabe I, Nakabayashi N. Measurement methods for adhesion to dentin: the current status in Japan. *J Dent* 1994; 22(2):67-72.
- ²⁶ Perdigão J et al. New trends in dentin/enamel adhesion. *Am J of Dentistry*, 2000;13:25-30.
- ²⁷ Kanca J. Resin bonding to wet substrate I. bonding to dentin. *Quintessence Int.*, Nex Malden, 1992;23(1):39-41.
- ²⁸ Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int.* 1993;24(9):618-31.
- ²⁹ Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dental clinics of North America.* 2007;51(2):333-57.
- ³⁰ Pashley OH, Carvalho RM. Oentine permeability and dentine adhesion. *J Dent.* 1997; 25(5): 335-7.

- ³¹ Prati C. et al. Resin-infiltrated Dentin Layer Formation of New Bonding Systems. *Oper Dent*, 1998;23:185-94.
- ³² Palhari FTL. *Avaliação dos sistemas adesivos frente a diferentes substratos dentais*. Pindamonhangaba-SP: FAPI – Faculdade de Pindamonhangaba, 2008.
- ³³ Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003;28 (3):215-35.
- ³⁴ Matos AB, Botta SB, Shimaoka AM, Andrade P. AdesãoDental. In: Proodonto. *Estética Programa de Atualização em Odontologia Estética*. Porto Alegre: Artmed Panamericana, 2011:9-36.
- ³⁵ Van Landuyt KL, Yoshida Y, Hirata I, Snauwaert J, De Munck J, Okazaki M, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Influence of the chemical structure of functional monomers on their adhesive performance. *J Dent Res*. 2008; Aug;87 (8):757-61.
- ³⁶ Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res*. 2004 June;83(6):454-8.
- ³⁷ Baratieri LN. et al. *Estética: restaurações diretas em dentes anteriores fraturados*. São Paulo: Quintessence, 1995.
- ³⁸ Barkmeier WW, Cooley RL. Laboratory evaluation of adhesives systems. *Oper Dent. Seattle*, 1992;5:50-61. Suppl.
- ³⁹ Retief DH, Dennys FR. Adhesion to enamel and dentin. *Am. J. of Dentistry*, 1989; 2:133-44.
- ⁴⁰ Fusayama, T. Factors and prevention of pulp irritation by adhesive composite resin restorations. *Quintessence Int.*, New Malden, 1987;18(9):633-41.
- ⁴¹ Eic, JD. et al. The dentinal surface; its influence on dentinal adhesion. Part I. *Quintessence Int. New Malden*, 1991;22(12):967-77.
- ⁴² Perdigão J, Swift EJJ, Lopes GC. Effects of repeated used on bond strengths of one-bottle adhesives. *Quintessence Int.*, New Malden, 1999;30(12):819-23.
- ⁴³ Kanca J. Wet bonding: effect of drying time and distance. *Am J of Dentistry*, 1996;9(6):273-26.
- ⁴⁴ Abdalla, A I.; Garcia-Godoy, F. Bond strengths of resin-modified glass ionomers and polyacid-modified resin composites to dentin. *American Journal of Dentistry*, 1997;10(6):291-294.

- ⁴⁵ Masatoshi, N. et. Al. Bonding to caries-affected dentin using self-etching primers. *Am. J. of Dentistry*, 1999;12(6):309-14.
- ⁴⁶ Erickson RL. Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper. Dent.* 1992; 5(Suppl):81-94.
- ⁴⁷ Slavoljub, Z. Quality assessment of marginal sealing using 7 dentin adhesive systems. *Quintessence Int.*, New Maldin, 2000;31(6):423-29.
- ⁴⁸ Grazziotin JC. *Adesivos autocondicionantes*. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- ⁴⁹ Locatelli PB. *Sistemas adesivos autocondicionantes*. Piracicaba, SP: Unicamp, 2004.
- ⁵⁰ Ireland AJ, Knight H, Sherriff M. An in vivo investigation into bond failure rates with a new self-etching primer system. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, St. Louis, 2003;124(3):323-26.
- ⁵¹ Ostby AW, Bishara SE, Laffoon J, Warren JJ. Influence of self-etchant application time on bracket shear bond strength. *Angle Orthod.*, Appleton, 2007;77(5):885-89,
- ⁵² Garone Filho W. Adesão em esmalte e dentina. In: Cardoso RJA, Gonçalves EAN. *Dentística / Laser*. São Paulo: Artes Médicas; 2002:27-55.
- ⁵³ Carvalho RM. Adesivos dentinários: fundamentos para aplicação clínica. *Rev Dent Res*, 1998;1(2):62-96.
- ⁵⁴ Millia, E.; Lallal M. R.; Garcia-Godoy, F. In vivo effect of a "self-etching primer" on dentin. *Am J. of Dentistry*, 1999;12(4):167-71.
- ⁵⁵ Rocha PI, Broges AB, Rodrigues JR, Pagani C. Avaliação da resistência de união de três sistemas adesivos. *Rev Odontol UNESP*, 2003;32(1):75-80.
- ⁵⁶ Gordan VV et al. Evaluation of acidic "primers" in microleakage of classe V composite resin restorations. *Oper. Dent.*, 1998;23(5):244-49.
- ⁵⁷ Masatoshi N et al. Bonding to caries-affected dentin using self-etching primers. *Am. J. of Dentistry*, 1999;12(6):309-14.
- ⁵⁸ Fecury MCV, Belém FV, Tourinho FM, Penido CUSR, Cruz RA. Sistemas adesivos atuais: características físico-químicas e aplicabilidade em Odontopediatria. *Arq Bras Odontol.*, 2007:144-54.b
- ⁵⁹ Jendresen MD, Glantz PO, Baier RE, Eick JD. Microtopography and clinical adhesiveness of an acid etched tooth surface. An in-vivo study. *Acta Odontol Scand.* 1981;39(1):47-53.

- ⁶⁰ Anusavice JK. Estrutura da matéria e princípios de adesão. In: Phillips, J. *Materiais dentários*. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998, cap. 2, p. 8-17.
- ⁶¹ Oliveira WJ, Borges BF. Um estudo comparativo do tratamento da superfície dentinária *in vitro* em dentes humanos com soluções ácidas. *Rev Cromg*, 1998;4(2):120-5.
- ⁶² Kanemura N et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces. *J Dent*, Oxford, 1999;27(7):523-30.
- ⁶³ Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater*. 2001;17(5):430-44.
- ⁶⁴ Di Hipólito V. *Efeito de sistemas adesivos sobre a superfície do esmalte dental íntegro e desgastado*. [Dissertação – Mestrado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas; 2005.
- ⁶⁵ Frankenberger R et al. The use of flowable composites as filled adhesives. *Dental Materials*, 2002;18:227-238.
- ⁶⁶ Hilgert LA et al. Adhesive procedures in daily practice: essential aspects. *Compend Contin Educ Dent*, 2008;29(4):208- 15.
- ⁶⁷ Moura FRR, Tomazoni AJ, Ramos OLV, Demarco FF. Avaliação *in vitro* da infiltração marginal em três sistemas adesivos de frasco único. *Rev Pós-Grad* 2000; 7(3): 35-42.
- ⁶⁸ Donassollo TA, Viganó C, Moura, FRR, Demarco FF. Avaliação da infiltração marginal de 2 sistemas adesivos em dentes decíduos. *J Bras Odontopediatr Odontol Bebê* 2001; 4(22): 507-11.
- ⁶⁹ Scavuzzi AIF, Bezerra RB, Tobias PCD. Estudo comparativo *in vitro* da microinfiltração marginal de dois sistemas adesivos em dentes decíduos e permanentes. *J Bras Clin Odontol Int* 2001; 5(26):151-5.
- ⁷⁰ Dutra R, Yamada Jr AM, Tanji EY, Myaki SI. Influência do sistema adesivo na microinfiltração em restaurações de compômeros em dentes decíduos. *J Bras Clin Odontol Int* 2003; 7(37): 45-8.