

Sistemas adesivos atuais

Current adhesive systems

Angela Marta Dib Arinelli,¹Keyla Freire Pereira,¹ Natália Araújo Silva Prado,¹ Tiago Braga Rabello¹

¹Departamento de Clínica Odontológica, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Os autores declaram que não há conflito de interesse.

RESUMO

Objetivo: Apresentar, por meio de uma revisão de literatura, os mais recentes desenvolvimentos em relação aos sistemas adesivos. **Material e Métodos:** A seleção de artigos foi realizada por meio de uma busca nas bases de dados LILACS e PubMed/MEDLINE. A amostra final foi composta por 22 estudos publicados entre 2003-2016. **Resultados:** Os sistemas adesivos disponíveis no mercado podem ser classificados em duas categorias: convencionais ou autocondicionantes. Recentemente, foi lançada no mercado odontológico, uma nova categoria de sistemas adesivos que apresenta a versatilidade de poder ser aplicada sobre as estruturas dentárias tanto pela técnica convencional quanto pela autocondicionante. Estes novos adesivos foram denominados adesivos universais ou multimodais. **Conclusão:** Os estudos disponíveis sugerem que os adesivos universais não apresentam uma performance diferente daquelas apresentadas por gerações anteriores de adesivos convencionais e autocondicionantes.

Palavras-chave: Adesivos dentinários; Esmalte dentário; Dentina.

ABSTRACT

Objective: This study aims to present the latest developments related to adhesive systems through a literature review. **Material and Methods:** A search was conducted in the LILACS and PubMed databases. The final sample consisted of 22 studies published between 2003 and 2016. **Results:** The adhesive systems available on the market can be classified into two categories: etch-and-rinse and those applied using self-etch strategies. Recently, some manufacturers have released more versatile adhesive systems that include both etch-and-rinse and self-etch options. The new materials are called universal or multi-mode adhesives. **Conclusion:** The results of the majority of the available studies suggest that universal adhesives perform no differently from previous generations of etch-and-rinse or self-etch adhesives.

Keywords: Dentin-bonding agents; Dental enamel; Dentin.

Introdução

A evolução significativa que ocorreu na área dos sistemas adesivos, em especial nos últimos anos, proporcionou uma completa modificação na prática da Odontologia restauradora. Os preparos cavitários tradicionais, delineados com base na anatomia dental e realizados de maneira padronizada com dimensões desnecessariamente grandes, estão sendo cada vez mais substituídos por procedimentos restauradores menos invasivos, graças ao desenvolvimento dos materiais adesivos.¹

Essa modificação importante teve como marco referencial o trabalho desenvolvido por Buonocore, em 1955, que introduziu a técnica do condicionamento ácido do esmalte. A aplicação prévia de um ácido fosfórico a 85% por 30 segundos sobre a superfície de esmalte aumentou significativamente a adesão dos materiais resinosos, contribuindo sobremaneira para melhorar o selamento marginal das restaurações de resina composta com margens localizadas em esmalte.¹

O princípio fundamental de adesão à estrutura dentária está baseado em um processo de troca, no qual minerais são removidos dos tecidos dentários e então substituídos por monômeros resinosos. Este processo envolve duas fases. Enquanto a primeira fase consiste na remoção do cálcio e criação de porosidades tanto em esmalte quanto em dentina; a segunda, denominada hibridização, envolve a penetração e polimerização dos monômeros no interior das porosidades criadas.²

Enquanto este embricamento mecânico representa um pré-requisito para a obtenção de uma adesão adequada, o potencial benefício de uma adesão química adicional entre os monômeros resinosos funcionais presentes nos sistemas adesivos e os componentes da estrutura dental têm merecido atenção da literatura. Uma interação química com as estruturas dentárias seria particularmente importante para aumentar a durabilidade adesiva.^{2,3}

Atualmente, os sistemas adesivos podem ser divididos em duas categorias principais, de acordo com as diferentes estratégias adesivas utilizadas sobre as estruturas dentárias. Nesse contexto, os sistemas adesivos podem ser classificados em convencionais e autocondicionantes.^{3,4} Recentemente, foi lançada no mercado odontológico, uma nova categoria de sistemas adesivos, que apresenta a versatilidade de poder ser aplicada sobre as estruturas dentárias tanto pela técnica convencional quanto pela autocondicionante. Estes novos adesivos foram denominados adesivos universais ou multimodais.⁴⁻¹⁰

O presente estudo foi elaborado a fim de colaborar com os profissionais da área da Odontologia no sentido de apresentar, por meio de uma revisão de literatura, os mais recentes desenvolvimentos em relação aos sistemas adesivos.

Material e Métodos

A seleção de artigos foi realizada por meio de uma busca eletrônica nas bases de dados LILACS e PubMed/MEDLINE, utilizando como palavras-chaves: adesivos universais (universal adhesives), autocondicionante (*self-etch*), condiciona-e-lava (*etch-and-rinse*), esmalte (enamel), dentina (dentin). Foram considerados elegíveis os artigos publicados entre os anos de 2003 e 2016, disponíveis online, nos idiomas português, espanhol e inglês, e que tivessem relação com o tema deste trabalho.

Revisão de Literatura/Discussão

• Adesivos Convencionais

Os sistemas adesivos convencionais caracterizam-se pela aplicação prévia e isolada de um ácido forte, o ácido fosfórico, sobre as estruturas dentais. Esta categoria de sistema adesivo está disponível para o uso em três passos ou em dois passos clínicos. Nos sistemas adesivos de três passos, primer e adesivo são aplicados separadamente, enquanto que nos sistemas de dois passos, primer e adesivo encontram-se em uma única solução.^{2,11}

No esmalte, o condicionamento com ácido fosfórico promove a desmineralização deste substrato e a, conseqüente, criação de microporosidades. Posteriormente, estas são preenchidas pelos monômeros resinosos hidrofóbicos contidos no adesivo, formando os tags resinosos, que auxiliam na retenção micromecânica da restauração. Uma vez que o esmalte é um substrato homogêneo, a técnica do condicionamento ácido cria uma superfície ideal para a adesão, tornando-a duradoura e confiável.^{2,8}

Por outro lado, em dentina, a adesão é mais complexa. Esta dificuldade se deve à sua composição mais orgânica e à umidade contida nos túbulos dentinários. Além disso, observa-se a presença da smear layer, que é uma camada de restos dentários provenientes de corte com instrumentos rotatórios, bactérias, sangue, saliva e fragmentos de óleo, que fica depositada na superfície da dentina e dentro dos túbulos dentinários (smearplug). Esta camada de detritos reduz consideravelmente a permeabilidade da dentina, diminuindo o fluxo de fluido dentinário.¹

Sendo assim, o mesmo ácido fosfórico quando aplicado em dentina age de modo diferente se comparado a sua ação sobre o esmalte. O condicionamento da dentina com ácido fosfórico envolve a remoção completa da smear layer e a desmineralização deste substrato com conseqüente exposição das fibras colágenas que, posteriormente, serão infiltradas pelos monômeros resinosos para formação da camada híbrida.^{1,2,4}

Entretanto, para que haja uma adequada penetração dos monômeros resinosos por entre as fibras colágenas expostas é necessário manter a dentina condicionada úmida. Sabe-se que a remoção da smear layer e abertura dos túbulos dentinários ocasionadas pelo condicionamento ácido aumentam a permeabilidade dentinária e a condutância hidráulica, o que afeta diretamente o grau de umidade da superfície da dentina condicionada. Como resultado, o controle da umidade dentinária para o estabelecimento de uma adequada adesão representa um desafio para clínicos e pesquisadores.^{4,12,13}

Além disso, um sobrecondicionamento ácido da dentina também pode contribuir para falha na formação da camada híbrida. Nesse caso, a profundidade de desmineralização da dentina pelo condicionamento ácido seria maior que a infiltração dos monômeros resinosos, deixando a porção mais profunda das fibras colágenas exposta. Dessa forma, as fibras colágenas não envolvidas pelos monômeros adesivos tendem a

sofrer uma lenta hidrólise pela penetração de fluidos externos ou dentinários, comprometendo a durabilidade da adesão.²

• Adesivos Autocondicionantes

Levando em consideração a sensibilidade da técnica de aplicação e o tempo de trabalho prolongado apresentados pelos sistemas adesivos convencionais, foram introduzidos no mercado odontológico os sistemas adesivos autocondicionantes.

Diferentemente dos convencionais, os sistemas adesivos autocondicionantes não apresentam um passo prévio e isolado de condicionamento ácido, uma vez que contêm um primer ácido, composto essencialmente por monômeros funcionais de baixo pH, que atuam simultaneamente como condicionador e primer. Consequentemente, há uma redução do tempo de trabalho e do risco da ocorrência de erros durante a aplicação e manipulação do material.^{2,3}

Outra importante vantagem dos sistemas adesivos autocondicionantes é que a infiltração dos monômeros funcionais acontece simultaneamente ao processo de autocondicionamento, com isso, a possibilidade de discrepância entre a profundidade de condicionamento e de infiltração dos monômeros é baixa ou inexistente.²

Os sistemas adesivos autocondicionantes estão disponíveis para o uso em dois passos ou em um passo clínico. Nos sistemas adesivos de dois passos, primer ácido e adesivo são aplicados separadamente, enquanto que nos sistemas de um passo, primer ácido e adesivo são aplicados em um mesmo tempo clínico ("all-in-one").^{2,4,11}

Esta categoria de adesivos também pode ser classificada de acordo com a sua acidez e esta afeta diretamente o padrão morfológico da interface adesiva. Dependendo da acidez, os adesivos autocondicionantes podem ser classificados em: fortes, intermediários, suaves e muito suaves.³

Os adesivos fortes têm um pH menor ou igual a 1. Esta alta acidez resulta em uma desmineralização profunda tanto em esmalte quanto em dentina. A interface adesiva produzida por estes materiais assemelha-se àquela observada nos adesivos convencionais. Entretanto, pelo fato de o material não ser lavado da superfície dentária, a hidroxi-apatita dissolvida permanece na interface adesiva, comprometendo de maneira significativa a força de adesão, especialmente na dentina.^{2-4,11}

Por outro lado, os adesivos suaves (pH $\approx$ 2) e muito suaves (pH > 2,5) desmineralizam a dentina em uma profundidade máxima de 1 micrômetro. Esta desmineralização superficial ocorre somente parcialmente, mantendo parte da hidroxiapatita ainda ligada às fibras colágenas. Apesar disso, a porosidade criada na superfície é suficiente para obter o embricamento micromecânico dos monômeros resinosos e garantir a hibridização. Embora a espessura da camada híbrida formada seja menor se comparada àquelas produzidas pelos adesivos autocondicionantes fortes e adesivos convencionais, estudos revelam que este fato parece ser de pouca

importância para a efetividade da adesão.^{2-4,11}

A grande variação na performance clínica dos sistemas adesivos autocondicionantes parece estar não somente relacionada ao grau de acidez apresentado pelo material, mas também a sua composição química, mais especificamente, ao tipo de monômero funcional incluído na formulação do adesivo.^{3,7}

Alguns monômeros funcionais têm potencial de adesão química ao cálcio da hidroxiapatita, dentre estes, especial importância tem sido dada ao 10-MDP. Quando um adesivo autocondicionante suave ou muito suave contendo 10-MDP é aplicado na dentina, a superfície deste substrato é parcialmente desmineralizada e uma quantidade substancial de cristais de hidroxiapatita é deixada ao redor das fibras colágenas. Nesse contexto, os íons cálcio residuais, provenientes da dissolução parcial dos cristais de hidroxiapatita, podem servir como sítios de ligação para o estabelecimento de uma adesão química adicional às moléculas de 10-MDP.^{3-8,14} A literatura tem descrito que a adesão química promovida pelo 10-MDP é mais efetiva e estável se comparada a outros monômeros funcionais, tais como 4-MET e Phenyl-P.³

Por outro lado, os adesivos autocondicionantes suaves e muitos suaves apresentam uma adesão ao esmalte insatisfatória.³ Tal fato parece contraditório, uma vez que o potencial de adesão química apresentado pelos monômeros funcionais à hidroxiapatita deveria também ser benéfico para uma efetiva adesão ao esmalte. Entretanto, a desmineralização do esmalte apresentada por estes sistemas adesivos é menor se comparada àquela obtida pelo condicionamento com ácido fosfórico. Diante disso, a baixa força de adesão pode ser atribuída, principalmente, ao menor potencial destes materiais em formarem tags resinosos e embricarem micromecanicamente no substrato. Dessa maneira, muitos autores sugerem o uso da técnica do condicionamento ácido seletivo do esmalte para os adesivos autocondicionantes.^{3,15-17}

• O que são Adesivos Universais?

Mais recentemente, foi lançada no mercado odontológico, uma nova categoria de sistemas adesivos que pode ser utilizada de acordo com a situação clínica específica ou preferência pessoal do operador. Estes novos adesivos foram denominados adesivos universais ou multimodais.⁴⁻¹⁰

Os adesivos universais seguem o conceito “all-in-one” já presente nos adesivos autocondicionantes de um passo clínico. Entretanto, segundo seus fabricantes, apresentam a versatilidade de poderem ser aplicados sobre as estruturas dentais tanto pela técnica convencional quanto pela autocondicionante. Os fabricantes sugerem ainda que os adesivos universais podem ser utilizados pela técnica do condicionamento ácido seletivo de esmalte.⁴⁻¹⁰

Como já descrito, apesar da fraca performance clínica dos adesivos autocondicionantes fortes em dentina, alguns

autocondicionantes suaves e muito suaves apresentaram resultados satisfatórios. Como o pH da maioria dos adesivos universais é maior ou igual a 2, o bom desempenho dos adesivos autocondicionantes suaves e muito suaves pode predizer o sucesso clínico dos novos adesivos universais se utilizados no modo autocondicionante em dentina.^{11,18}

Além do pH semelhante aos adesivos autocondicionantes suaves e muito suaves, os adesivos universais apresentam composição similar àqueles, nos quais estão presentes monômeros funcionais que aderem quimicamente ao cálcio da hidroxiapatita. Dentre estes monômeros, o 10-MDP encontra-se na composição da maioria dos adesivos universais.¹⁹ Especificamente, o sistema adesivo Single Bond Universal (3M) apresenta, além do 10-MDP, um copolímero de ácido polialquenoico que também pode aderir quimicamente ao cálcio. Entretanto, a literatura tem demonstrado resultados contraditórios em relação a esta associação.¹⁰ Alguns autores relatam que esse copolímero poderia competir com o 10-MDP pela hidroxiapatita, prejudicando a resistência de união do adesivo.⁴

Apesar de os fabricantes indicarem a possibilidade do uso da técnica convencional, a adesão à dentina é negativamente afetada quando os adesivos universais são utilizados deste modo. O condicionamento prévio com ácido fosfórico remove cálcio da dentina, expondo uma trama de fibras colágenas. Esta desmineralização pode prejudicar o potencial de adesão química, uma vez que os monômeros funcionais do adesivo se ligam diretamente ao cálcio das estruturas dentais.¹⁸

Os adesivos universais parecem não condicionar adequadamente o esmalte, uma vez que apresentam pH maior ou igual a 2, sendo menos agressivos do que o ácido fosfórico. Corroborando para esta afirmação, foi observado que a força de adesão ao esmalte do sistema Single Bond Universal (3M) aumentou de 27,4 MPa para 33,6 MPa quando o esmalte foi previamente condicionado com ácido fosfórico.¹⁴ Teoricamente, o ácido fosfórico cria mais porosidades na superfície do esmalte, aumentando tanto a área de adesão quanto a molhabilidade do substrato, permitindo assim que o adesivo penetre melhor no esmalte.¹⁴ Além disso, a interação dos monômeros funcionais do adesivo com a hidroxiapatita do esmalte parece ser menos efetiva do que aquela apresentada à dentina. Nesse contexto, vários autores recomendam a associação do ácido fosfórico aos adesivos universais para facilitar a dissolução do esmalte e, consequentemente, aumentar a força de adesão a este substrato.^{9,11,15}

Todos os adesivos que se utilizam da técnica autocondicionante, incluindo os adesivos universais, contêm grande quantidade de água e solventes em sua composição. A água é necessária para a ionização dos monômeros funcionais, enquanto os solventes facilitam a penetração dos monômeros por entre os espaços interfibrilares, além de diminuir a viscosidade do adesivo. Embora sejam componentes essenciais, água e solventes devem ser completamente removidos durante a aplicação clínica do adesivo. A presença de água e

solventes residuais acelera a degradação da interface adesiva. Um maior tempo destinado à evaporação do solvente resultou em aumento nos valores de resistência adesiva para os sistemas adesivos universais Prime & Bond Elect (Dentsply Caulk) e Single Bond Universal (3M).²⁰

Além disso, a interface adesiva formada por sistemas adesivos simplificados, incluindo os adesivos universais, comporta-se como uma membrana permeável. Uma vez polimerizados, os adesivos simplificados permitem a passagem de fluido dentinário até a superfície, o que contribui para a degradação da interface adesiva. Além disso, os adesivos simplificados resultam em uma camada adesiva menos espessa, sendo, assim, mais suscetíveis à inibição de sua polimerização pelo oxigênio.²¹ Uma alternativa clínica para solucionar esses problemas é a aplicação de uma camada adicional de resina hidrofóbica sobre o adesivo simplificado já polimerizado.⁹ Esta camada adicional além de aumentar a espessura e a uniformidade da camada adesiva, reduz o fluxo de fluido dentinário através desta. A aplicação de uma camada adicional de resina hidrofóbica sobre os adesivos universais Single Bond Universal (3M), All Bond Universal (Bisco Inc.) e G-Bond Plus (GC Corporation) permitiu o aumento da resistência adesiva e a diminuição da nanoinfiltração quando estes adesivos foram aplicados no modo autocondicionante.²¹

Alguns adesivos universais, tais como o Clearfil Universal Bond (Kuraray) e Single Bond Universal (3M), apresentam silano na sua composição. Segundo os fabricantes, a inclusão do silano visa simplificar o protocolo de cimentação das cerâmicas vítreas. Teoricamente, não seria necessária a aplicação da solução de silano após o condicionamento da cerâmica vítrea com ácido hidrofluorídrico.¹⁸ Entretanto, foi observado que somente a aplicação de um sistema adesivo universal sobre a superfície de uma cerâmica à base de dissilicato de lítio condicionada com ácido hidrofluorídrico a 5% por 20 segundos resultou em menor força de adesão se comparada à aplicação de uma solução separada de silano seguida do mesmo adesivo universal.²²

Conclusão

Com o passar dos tempos, os fabricantes adotaram a estratégia de simplificar o número de passos clínicos para os sistemas adesivos. Surgiram, então, os adesivos convencionais de dois passos e os autocondicionantes de um passo clínico. No sentido mais estrito, estas novas gerações são produtos de conveniência para o cirurgião-dentista, visto que apresentam como maior vantagem a redução do número de passos operatórios. A introdução dos adesivos universais torna clara essa busca por simplificação, uma vez que estes representam mais um exemplo de adesivo de frasco único. Por uma perspectiva de marketing, os adesivos universais são produtos altamente inovadores, pois oferecem aos clínicos a liberdade de escolha do seu modo de aplicação sobre a estrutura dental sem, teoricamente, comprometer a sua efetividade adesiva. Entretanto, devemos refletir: essa versatilidade no modo de aplicação foi acompanhada de avanços tecnológicos que levaram à superação de problemas associados às gerações anteriores de adesivos? Estes avanços incluiriam, por exemplo, a inibição da presença de água residual na interface adesiva e o combate à degradação das fibras de colágeno, entre outros. Os resultados da maioria dos estudos disponíveis sobre adesivos universais sugerem que estes não apresentam uma performance diferente daquelas apresentadas por gerações anteriores de adesivos convencionais e autocondicionantes. 

Referências ::

- Alex G. Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry? *Compend Contin Educ Dent*. 2015;36(1):15-26
- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003;28(3):215-35.
- Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*. 2011;27(1):17-28.
- Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NHC. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent*. 2013;41(5):404-11.
- Marchesi G, Frassetto A, Mazzoni A, Apolonio F, Diolosa M, Caderano M, et al. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. *J Dent*. 2014;42(5):603-12.
- Mena-Serrano A, Kose C, De Paula EA, Tay LY, Reis A, Loguercio AD. A new universal simplified adhesive: 6-month clinical evaluation. *J Esthet Restor Dent*. 2013;25(1):55-69.
- Munoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez I, Szesz AL, Reis A, Loguercio AD, et al. Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives. *J Dent*. 2014;42(5):595-602.
- Perdigão J, Kose C, Mena-Serrano AP, De Paula EA, Tay LY, Reis A, et al. A new universal simplified adhesive: 18-month clinical evaluation. *Oper Dent*. 2014;39(2):113-27.
- Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez IV, Staichak R, Reis A, et al. Immediate adhesive properties to dentin and enamel of a universal adhesive associated with a hydrophobic resin coat. *Oper Dent*. 2014;39(5):489-99.
- Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*. 2014;42(7):800-7.
- Rosa WLO, Piva E, Silva AF. Bond strength of universal adhesives: a systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2015;43(7):765-76.
- Chen C, Niu LN, Xie H, Zhang ZY, Zhou LQ, Jiao K, et al. Bonding of universal adhesives to dentine – Old wine in new bottles? *J Dent*. 2015;43(5):525-36.
- Loguercio AD, Paula EA, Hass V, Luque-Martines I, Reis A, Perdigão J. A new universal simplified adhesive: 36-month randomized double-blind clinical trial. *J Dent*. 2015;43(9):1083-92.
- Goes MF, Shinohara MS, Freitas MS. Performance of a new one-step multi-mode adhesive on etched vs non-etched enamel on bond strength and interfacial morphology. *J Adhes Dent*. 2014;16(3):243-50.
- Mc Lean DE, Meyers EJ, Guillory VL, Vandewalle KS. Enamel bond strength of new universal adhesive bonding agents. *Oper Dent*. 2015;40(4):410-7.
- Goracci C, Rengo C, Eusepi L, Juloski J, Vichi A, Ferrari M. Influence of selective enamel etching on the bonding effectiveness of a new “all-in-one” adhesive. *Am J Dent*. 2013;26(2):99-104.
- Perdigão J, Monteiro P, Gomes G. In vitro enamel sealing of self-etch adhesives. *Quintessence Int*. 2009;40(3):225-33.
- Perdigão J, Swift Jr EJ. Universal Adhesives. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27(6):331-4.
- Grégoire G, Sharrock P, Prigent Y. Performance of a universal adhesive on etched and non-etched surfaces: Do the results match the expectations? *Mater SciEng C Mater Biol Appl*. 2016;66:199-205.
- Luque-Martines IV, Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Reis A, Loguercio AD. Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin. *Dent Mater*. 2014;30(10):1126-35.
- Sezinando A, Luque-Martinez I, Muñoz MA, Reis A, Loguercio AD, Perdigão J. Influence of a hydrophobic resin coating on the immediate and 6-month dentin bonding of three universal adhesives. *Dent Mater*. 2015;31(10):e236-46.
- Kalavacharia VK, Lawson NC, Ramp LC, Burgess JO. Influence of etching protocol and silane treatment with a universal adhesive on lithium disilicate bond strength. *Oper Dent*. 2015;40(4):372-8.

Recebido em: 01/08/2016 / Aprovado em: 26/08/2016

Autor Correspondente

Tiago Braga Rabello

E-mail: tiagobragarabello@gmail.com