

ANÁLISE MORFOLÓGICA DO ESMALTE E DA DENTINA APÓS O USO DE DOIS TIPOS DE SISTEMAS ADESIVOS

MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF ENAMEL AND DENTIN AFTER THE USE OF TWO TYPES OF ADHESIVE SYSTEMS

Lorena Silva da Cruz*
Gardenia Mascarenhas Oliveira**

Unitermos:

Adesivos Dentinários;
Ataque Ácido Dentário;
Colagem Dentária

RESUMO

Objetivo: Avaliar a morfologia do esmalte (E) e dentina (D), utilizando um sistema adesivo universal e um autocondicionante, com técnicas de condicionamento variadas. **Materiais e métodos:** 18 molares humanos foram preparados em alta rotação e divididos em 9 grupos. G1 (E) e G2 (D): sem tratamento; G3 (E) e G4 (D): ácido fosfórico 37%; G5 (E): ácido fosfórico 37% + Single Bond Universal; G6 (E): apenas Single Bond Universal; G7 (E): ácido fosfórico 37% + Clearfil SE; G8 (D): ácido fosfórico 37% + Single Bond Universal; G9 (D) apenas Clearfil SE. As amostras foram observadas no microscópio de varredura. **Resultados:** G1 e G2 apresentaram camadas de detritos, decorrente do preparo cavitário. G3 e G4 tiveram exposição dos prismas de esmalte e abertura dos túbulos dentinários, por conta do condicionamento. No G5, cristais de esmalte foram envolvidos pela camada adesiva em um padrão morfológico homogêneo. G6 apresentou camada mais heterogênea e irregular. No G7, o padrão de adesividade foi característico com tags do monômero permeando o substrato. No G8, algumas áreas não foram totalmente infiltradas pelo monômero. No G9, superfície adesiva plana, sob uma “smear layer” modificada. **Conclusão:** A utilização do ácido fosfórico é indispensável em esmalte, mesmo utilizando sistema adesivo autocondicionante ou universal; em dentina, estes sistemas podem ser usados sem condicionamento prévio.

* Graduada em Odontologia, Universidade Estadual de Feira de Santana

** Orientadora, Departamento de Saúde, Universidade Estadual de Feira de Santana

Uniterms:

Dentin-Bonding
Agents;
Acid Etching Dental;
Dental Bonding

ABSTRACT

Purpose: Evaluate the morphology of enamel (E) and dentin (D), using a universal adhesive system and a self-etching, with various conditioning techniques. **Materials and methods:** 18 human molars were prepared in high rotation and divided into 9 groups. G1 (E) and G2 (D): no treatment; G3 (E) and G4 (D): 37% phosphoric acid; G5 (E): 37% phosphoric acid + Universal Single Bond; G6 (E): Universal Single Bond only; G7 (E): 37% phosphoric acid + Clearfil SE; G8 (D): 37% phosphoric acid + Universal Single Bond; G9 (D) only Clearfil SE. The samples were observed under a scanning microscope. **Results:** G1 and G2 presented layers of debris, due to cavity preparation. G3 and G4 had exposure of the enamel prisms and opening of the dentinal tubules, due to the conditioning. In G5, enamel crystals were wrapped by the adhesive layer in a homogeneous morphological pattern. G6 presented a more heterogeneous and irregular layer. In G7, the adhesion pattern was characteristic with monomer tags permeating the substrate. In G8, some areas were not fully infiltrated by the monomer. On G9, flat adhesive surface, under a modified smear layer. **Conclusion:** The use of phosphoric acid is indispensable in enamel, even using a self-etching or universal adhesive system; in dentin, these systems can be used without prior conditioning.

INTRODUÇÃO

Com o constante desenvolvimento de novas tecnologias, a odontologia moderna vem se estruturando em procedimentos minimamente invasivos, que tem a estética como uma das prioridades. O início dessa mudança ocorreu com Buonocore¹, que demonstrou que a utilização do ácido fosfórico a 85% em esmalte poderia melhorar a adesão da resina acrílica, a qual não tem propriedades de aderir à estrutura dentária. A partir deste estudo clássico, outros estudos se seguiram e passaram a desenvolver materiais que pudessem melhorar a qualidade da adesão ao substrato dentário. Graças ao surgimento dos sistemas adesivos, os conceitos de preparo cavitário foram remodelados, permitindo uma maior conservação da estrutura dental hígida, evitando o desgaste excessivo².

A adesão dos materiais propiciada pelo condicionamento ácido dos tecidos dentários é fundamentada na substituição de parte da porção inorgânica por monômeros resinosos provocando um embricamento micromecânico denominado hibridização. Este processo é diferente em dentina e esmalte, devido à

morfologia e as particularidades de cada substrato. O esmalte é altamente mineralizado, tendo 96% de minerais e apenas 4% de material orgânico e água. Os minerais são compostos principalmente por cristais de hidroxiapatita e o material orgânico se distribui entre os cristais, na forma de uma fina rede³. Por conta dessa homogeneidade da superfície do esmalte, a adesão a esse substrato é efetiva e duradoura, pois fundamenta-se no preparo químico e mecânico da superfície⁴. O condicionamento ácido do esmalte resulta numa maior adesão, pois causa uma desmineralização seletiva dos prismas. Isso gera microporosidades na superfície exposta, onde o sistema adesivo se infiltrará e será fotopolimerizado, criando intertravamentos micromecânicos⁵.

Em contrapartida, a união à dentina ainda é um desafio⁶. Sua composição é cerca de 70% de material inorgânico, 20% de material orgânico e 10% de água, caracterizando-se como um substrato heterogêneo e naturalmente úmido⁷. Por esta característica, a técnica de adesão à dentina deve ser úmida, o

que torna o procedimento altamente sensível e difícil de ser conseguido, e compromete a durabilidade da união resina-dentina, levando à sua degradação⁸. Segundo Pashley⁹, quando o ácido é aplicado em dentina, causa a remoção da camada de *smear layer*, para expor as fibrilas de colágeno e abrir os túbulos dentinários. A aplicação do adesivo no substrato após este condicionamento promove a formação de uma “camada híbrida”¹⁰, que consiste na superfície dentinária desmineralizada impregnada por monômeros, formando uma camada ácido-resistente. Para garantir a formação da camada híbrida, mesmo com a característica úmida da dentina, foram desenvolvidos sistemas adesivos cada vez mais hidrofílicos⁶.

Os sistemas adesivos apresentam diversas classificações: De acordo com Inoue et al¹¹, existem os convencionais de 3 passos, convencionais de 2 passos, autocondicionantes de 2 passos, e autocondicionantes de passo único. Resumidamente pode-se definir os adesivos convencionais como sendo aqueles em que é necessário realizar o condicionamento total, tanto do esmalte quanto da dentina. Já os sistemas autocondicionantes apresentam monômeros resinosos ácidos adicionados à sua formulação, que promovem a dissolução parcial da camada de detritos e a infiltração da resina adesiva nos tecidos dentais, fazendo com que a *smear layer* seja incorporada à camada híbrida¹².

Para Sengun et al.¹³, a composição química do sistema adesivo pode alterar o desempenho do mecanismo de adesão. Os sistemas autocondicionantes são considerados menos suscetíveis a falhas técnicas por terem um passo operatório a menos. Seu baixo pH é o que garante a qualidade da adesão, entretanto, a ligação ao esmalte com essa estratégia ainda é reduzida¹⁴. Apesar de os sistemas adesivos autocondicionantes apresentarem em sua composição química monômeros ácidos, é recomendado que seja feito o condicionamento seletivo do esmalte com ácido fosfórico a 37% com o objetivo de promover uma adequada penetração do sistema adesivo a esse substrato. Alguns autores¹⁵ demonstraram que a realização do condicionamento seletivo em esmalte, previamente à aplicação de sistemas autocondicionantes melhoraram o desempenho destes sistemas, já que estes podem ter

resultados variados, quando aplicados a diferentes tecidos duros dentários, devido às características da composição do esmalte e dentina¹⁶. Porém alguns sistemas adesivos têm sido desenvolvidos para funcionarem de forma universal, podendo ser utilizados tanto com a técnica de condicionamento ácido total ou seletivo em esmalte, quanto de forma autocondicionante aplicado diretamente sobre o esmalte¹⁷.

Diante das particularidades que podem comprometer o sucesso da adesão, o estudo da camada híbrida é imprescindível para verificarmos as alterações morfológicas pertinentes a cada proposta de tratamento com sistemas adesivos. O objetivo deste estudo foi avaliar, através de microscopia eletrônica de varredura, as características morfológicas da dentina e do esmalte após preparo com alta rotação e tratamento com um sistema adesivo universal (Single Bond Universal; 3M-ESPE) utilizado com as técnicas de condicionamento total e autocondicionante em esmalte, e um sistema adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond, Kuraray), utilizado com a técnica de condicionamento seletivo em esmalte.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo faz parte do projeto original denominado “Análise morfológica do esmalte e da dentina através de Microscopia Eletrônica de Varredura”, registrado no CEP sob protocolo nº 037/2003 e com número CONSEPE 100/2005 o qual foi atualizado para a utilização de amostras previamente aprovadas e que estão disponíveis para uso, em conformidade com as exigências da PPPG, reforçadas em relatório anual.

As superfícies vestibulares de dezoito terceiros molares inferiores humanos mantidos em solução de Timol a 0,1% foram previamente examinadas em lupa estereoscópica (ZEISS 60 X - Alemanha), visando a detecção de possíveis trincas. Após lavagem por 24 horas em água corrente para a remoção do Timol, foram esterilizadas em autoclave e posteriormente cortadas longitudinalmente utilizando-se discos de carborundum (DentoriumProductsCoInc - EUA) em baixa rotação (KaVo Dental Excellence— Alemanha), ao nível do sulco vestibulo-lingual, e montadas

em *stubs* metálicos.

As amostras foram posicionadas com a superfície a ser preparada voltada para cima. As cavidades foram padronizadas com as seguintes dimensões:

- Profundidade em esmalte – 1 mm
- Profundidade em dentina – 2 mm
- Dimensão méso-distal – 3 mm
- Dimensão ocluso-cervical – 2 mm

Para aferir as dimensões dos preparos, foi utilizada uma lupa milimetrada (Lupa milimetrada INTEX Contafio 10 X – SP, Brasil) e para a profundidade em dentina uma sonda

milimetrada (Duflex 13 – São Paulo).

Os preparos foram realizados com broca nº 330 (KG Sorensen) em alta rotação (KaVo Dental Excellence – Alemanha). Após os preparos, as amostras foram submetidas aos procedimentos adesivos, sendo utilizados os sistemas Single Bond Universal (3M ESPE - EUA) e Clearfil SE Bond (KurarayCo., Japão). As dezoito amostras foram aleatoriamente divididas em 9 grupos (n=2), de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 – Tratamentos propostos nos diferentes grupos experimentais.

	Superfície preparada	Tratamento
Grupo 1	Esmalte	Nenhum
Grupo 2	Dentina	Nenhum
Grupo 3	Esmalte	Ácido fosfórico a 37%
Grupo 4	Dentina	Ácido fosfórico a 37%
Grupo 5	Esmalte	Ácido fosfórico a 37% + Sistema Single Bond Universal
Grupo 6	Esmalte	Sistema Single Bond Universal
Grupo 7	Esmalte	Ácido fosfórico a 37% + Sistema Clearfil SE
Grupo 8	Dentina	Ácido fosfórico a 37% + Sistema Single Bond Universal
Grupo 9	Dentina	Sistema Clearfil SE

As amostras tratadas com ácido fosfórico a 37% foram condicionadas de acordo com a superfície tratada. Quando em dentina (Amostras 4 e 8), o ácido foi mantido durante 15 segundos; e em esmalte (Amostras 3, 5 e 7), durante 30 segundos. Após o condicionamento, as amostras foram lavadas abundantemente por 30 segundos. A secagem do esmalte foi feita com jatos de ar diretos, até obter a secagem total da superfície. Em dentina, a secagem foi parcial, através de jatos de ar indiretos, garantindo uma dentina levemente úmida.

A aplicação dos adesivos seguiu as recomendações de cada fabricante. O adesivo Single Bond Universal (3M ESPE – EUA) foi aplicado durante 20 segundos de forma ativa, seguido de um leve jato de ar por 5 segundos. Em sequência, foi realizada a fotopolimerização com aparelho LED. O procedimento do adesivo Clearfil SE Bond (KurarayCo., Japão) foi realizado aplicando o *primer* ativamente por 20 segundos, seguido de um leve jato de ar por 5 segundos. Em seguida, foi aplicado o bond, e, após, novo jato de ar leve por 5 segundos. Por fim, a fotopolimerização com aparelho de LED.

Após o preparo, metade das 9 amostras (n=1) foram desidratadas em sílica, a fim de remover a água presente entre as estruturas orgânicas. Realizada a desidratação, foram submetidas a um processo de secagem em estufa a 50°C para minimizar as alterações das superfícies a serem examinadas, e permitir uma visualização mais nítida do campo. Neste processo, algumas amostras foram perdidas, devido ao excesso de desidratação em sílica, o que causou muitas trincas, tanto nos dentes, quanto na camada adesiva. Diante disso, as outras 9 amostras (n=1) não foram desidratadas, garantindo a integridade da camada a ser observada. Posteriormente, foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura (JEOL JSM-6390LV Scanning Electron Microscope), acoplado a uma câmera fotográfica. Para a realização da análise morfológica, as amostras de cada grupo foram observadas no monitor do microscópio eletrônico de varredura e microfotografadas com aumentos de 1000, 2000 e 4000 vezes, no centro de cada cavidade preparada, em um ponto escolhido aleatoriamente, especificando-se o tecido analisado, se esmalte ou dentina,

descrevendo-se individualmente todos os achados microscópicos.

As fotomicrografias foram analisadas de forma comparativa com a finalidade de avaliar o padrão de adesividade conseguido com os dois sistemas adesivos, empregados com técnicas diferentes, em cada superfície.

PRANCHA 1

FOTOMICROGRAFIAS DOS GRUPOS CONTROLE – Preparo com alta rotação antes e após o condicionamento com ácido fosfórico a 37%.

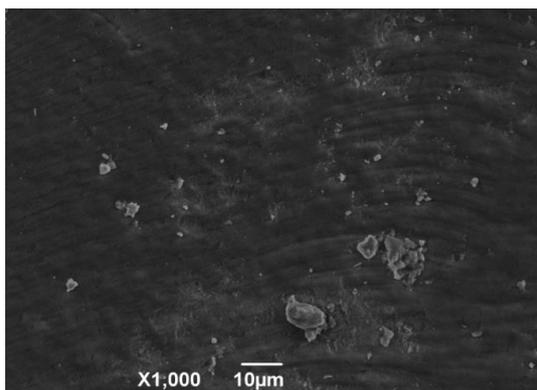


Figura 1 – Esmalte após preparo com alta rotação 1000x – presença de detritos recobrendo a superfície

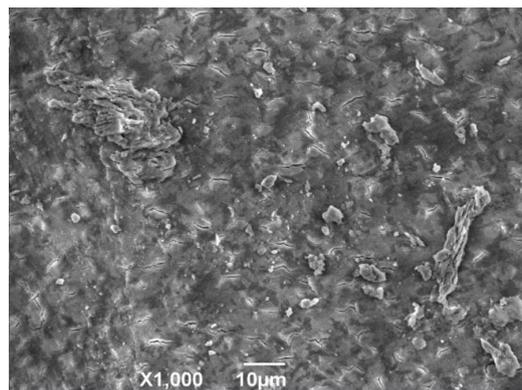


Figura 2 – Dentina após preparo com alta rotação 1000x – presença de camada de *smear layer*

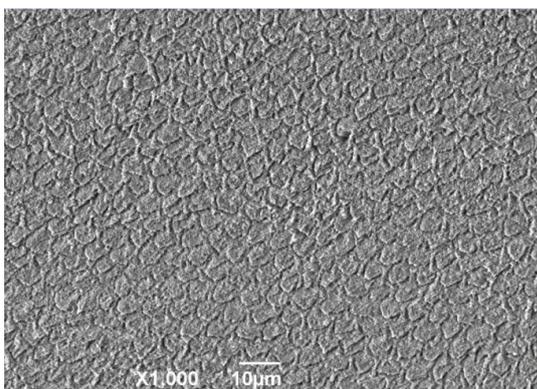


Figura 3 – Esmalte após preparo com alta rotação e condicionamento com ácido fosfórico a 37% 1000x – padrão de condicionamento tipo II

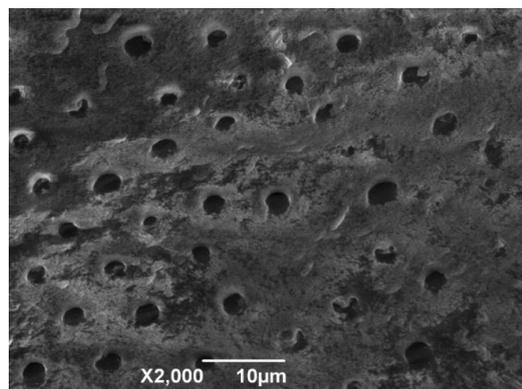


Figura 5 – Dentina após preparo com alta rotação e condicionamento com ácido fosfórico a 37% 2000x – túbulos dentinários desobstruídos

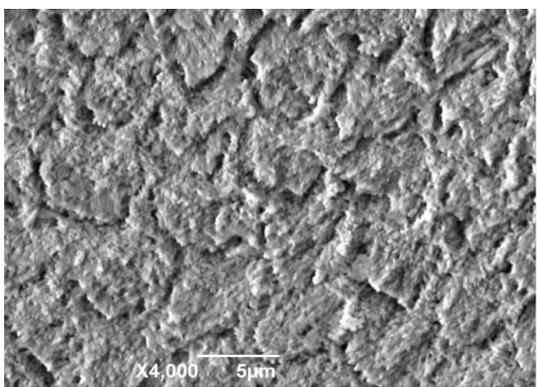


Figura 4 - Esmalte após preparo com alta rotação e condicionamento com ácido fosfórico a 37% 4000x – maior aumento da fotomicrografia acima, mostrando detalhes do padrão de condicionamento

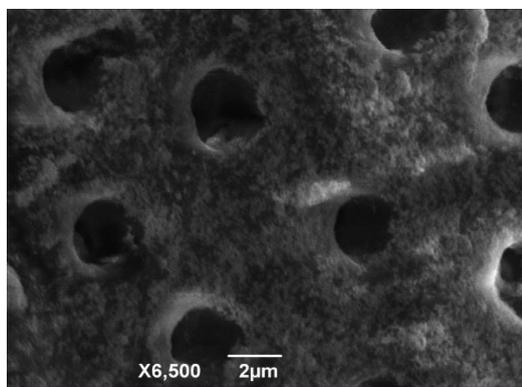


Figura 6 - Dentina após preparo com alta rotação e condicionamento com ácido fosfórico a 37% 6500x – maior aumento da fotomicrografia acima, mostrando detalhes dos túbulos dentinários

RESULTADOS

As amostras dos grupos de 1 a 9 foram avaliadas no microscópio eletrônico de varredura e fotomicrografadas no centro de cada cavidade preparada.

Os aumentos variaram entre 1000, 2000 e 4000 vezes, com o intuito de observar o padrão de superfície de cada amostra.

Os Grupos de 1 a 4 são considerados grupos-controle, pois apresentam superfícies de dentina e esmalte preparadas com alta rotação, antes e após o condicionamento com ácido fosfórico a 37 % (Prancha 1). No Grupo 1 (Esmalte após preparo com alta rotação) observou-se uma camada de detritos homogênea e regular decorrente do preparo cavitário (figura 1). Resultado semelhante ao Grupo 2 (Dentina após preparo com alta rotação), onde podem ser visualizados microfragmentos que compõem a chamada *smear layer* (figura 2). No Grupo 3 (Esmalte após tratamento com ácido fosfórico), é possível observar o esmalte condicionado, em um padrão de condicionamento tipo II¹⁸, onde a

periferia dos prismas foi removida pelo ácido, e o núcleo permaneceu intacto (Figuras 3 e 4). No Grupo 4 (Dentina condicionada com ácido fosfórico), há a abertura dos túbulos decorrente da remoção da "*smear layer*" pelo condicionamento (Figuras 5 e 6).

No Grupo 5, a superfície de esmalte foi tratada com ácido fosfórico seguido do uso do adesivo Single Bond Universal. É possível visualizar cristais de esmalte envolvidos pela camada de adesivo em um padrão morfológico característico e homogêneo (Figura 7).

No Grupo 6, a superfície de esmalte tratada apenas com o adesivo Single Bond apresenta alguns pontos onde não houve infiltração completa do monômero caracterizando um padrão de adesividade mais heterogêneo e irregular (Figura 8).

PRANCHA 2

FOTOMICROGRAFIAS DOS GRUPOS 5, 6 e 7 – Tratamentos realizados nas superfícies de esmalte preparadas com alta rotação, com diferentes técnicas e sistemas adesivos. Aumentos de 4000x.

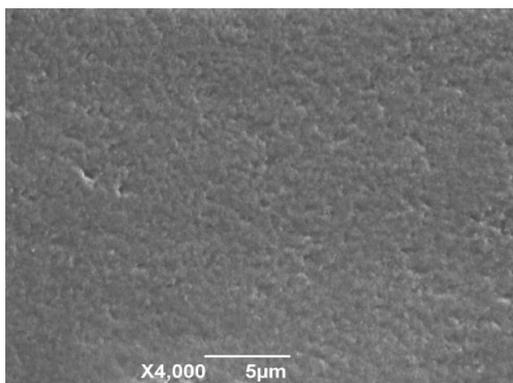


Figura 7 – Esmalte após tratamento com ácido fosfórico a 37% e sistema adesivo Single Bond Universal – padrão morfológico homogêneo

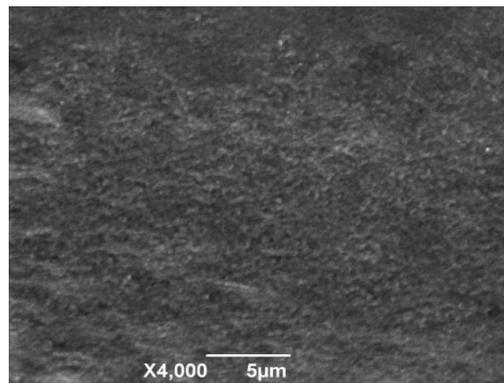


Figura 8 – Esmalte após tratamento com sistema adesivo Single Bond Universal – padrão morfológico heterogêneo e irregular

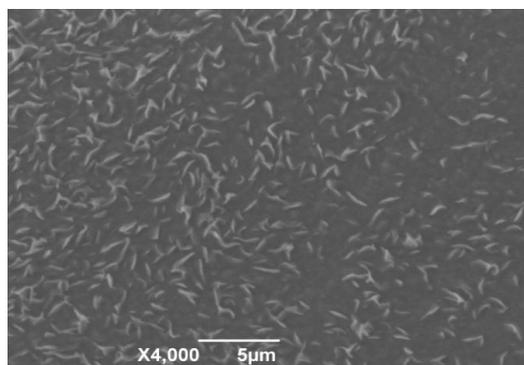


Figura 9 – Esmalte após tratamento com ácido fosfórico a 37% e sistema adesivo Clearfil SE – tags do monômero permeando todo o substrato.

No Grupo 7, a superfície de esmalte tratada com ácido fosfórico e adesivo Clearfil apresentou um padrão de adesividade característico com tags do monômero resinoso permeando todo substrato (Figura 9).

No Grupo 8 (Dentina tratada com ácido fosfórico e adesivo Single Bond Universal), observam-se os túbulos dentinários abertos permeados de sistema adesivo. Notam-se áreas que não foram completamente infiltradas

pelo monômero (Figura 10).

No Grupo 9 (Dentina tratada com sistema autocondicionante - adesivo Clearfil SE), observa-se uma superfície adesiva plana compatível com uma dentina que foi suavemente condicionada e infiltrada pelos monômeros do sistema adesivo, sob uma smear layer modificada e incorporada à malha colágena (Figura 11).

PRANCHA 3

FOTOMICROGRAFIAS DOS GRUPOS 8 e 9 – Tratamentos realizados nas superfícies de dentina preparadas com alta rotação, com diferentes técnicas e sistemas adesivos. Aumentos de 1000x.

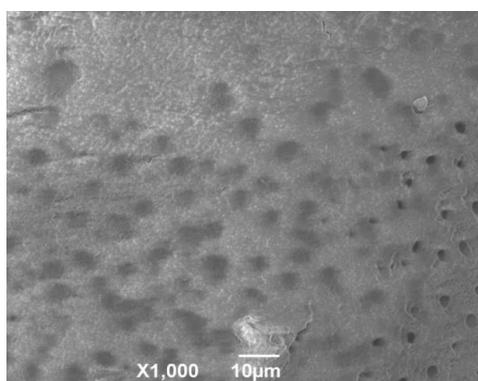


Figura 10 – Dentina após tratamento com ácido fosfórico e sistema adesivo Single Bond Universal – à direita túbulos dentinários abertos não infiltrados pelos monômeros adesivos

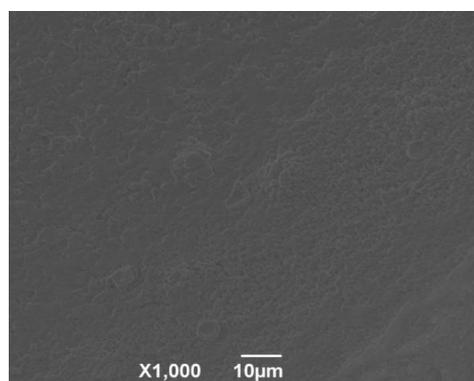


Figura 11 – Dentina após tratamento com sistema adesivo Clearfil SE – smear layer modificada permeada por sistema adesivo

DISCUSSÃO

A constante evolução dos sistemas adesivos busca uma adesão eficaz e duradoura, que garanta uma restauração livre de microinfiltrações e falhas. Porém, a eficácia dos sistemas adesivos depende das características da superfície do substrato dental preparado¹⁹. Durante o preparo cavitário, são liberadas partículas de gordura da lubrificação da alta rotação, saliva, sangue, colágeno, além de restos de hidroxiapatita, que juntos formam uma camada de detritos orgânicos e inorgânicos, ou *smear layer*²⁰.

A *smear layer* provoca diminuição na permeabilidade e dificuldade de acesso à dentina subjacente. O condicionamento com ácido fosfórico na dentina promove a abertura dos túbulos dentinários (Figuras 5 e 6), aumentando a permeabilidade desta superfície, e favorecendo a penetração de substâncias como o adesivo e a resina composta,

proporcionando uma boa adesão²¹.

Enquanto o condicionamento ácido em dentina promove um padrão de túbulos dentinários abertos, o esmalte condicionado pelo ácido fosfórico pode apresentar três padrões de condicionamento, de acordo com Silverstone et al.¹⁸. No padrão de condicionamento tipo I, o ácido remove preferencialmente o núcleo dos prismas, mantendo a periferia intacta. No tipo II, a situação é invertida, ou seja, a periferia dos prismas é removida, e o núcleo permanece intacto. E o padrão tipo III mescla áreas com os dois tipos de condicionamento anteriores. Conforme pode ser verificado nas figuras 3 e 4, a superfície de esmalte condicionado pelo ácido fosfórico na Amostra 3 apresentou o padrão de condicionamento tipo II, isso pode ser explicado pela orientação dos cristais de esmalte. Segundo Ten Cate³, estudos indicam

que as extremidades dos cristais se dissolvem mais facilmente que suas laterais, e no padrão tipo II os cristais atingem a superfície do esmalte com prismas em inclinações diferentes, quando comparado com áreas interprismáticas. Mesmo com aplicações do ácido em condições idênticas, os três padrões podem ocorrer em superfície de esmalte, pois o que determina o padrão de condicionamento não é a forma de aplicação, e sim a orientação do eixo dos prismas²².

A etapa de condicionamento ácido do esmalte aumenta sua rugosidade superficial, criando microporosidades, permitindo que os adesivos penetrem nestas regiões, formando projeções resinosas que estabelecem uma retenção micromecânica, enquanto na dentina garante a remoção da *smear layer*²³. Entretanto, um dos maiores problemas do uso do ácido fosfórico separadamente do agente de união é a falha na adesão, que pode ocorrer pela disparidade entre a área que foi desmineralizada e a área onde o adesivo se infiltrou⁸, como pode ser visto na figura 10. Isso é explicado pela baixa afinidade pelo colágeno que os monômeros resinosos apresentam²⁴, o que pode causar o fenômeno de nanoinfiltração, ou seja, falhas entre o sistema adesivo e a dentina.

Para combater este problema, surgiram os sistemas adesivos autocondicionantes, que não removem totalmente a *smear layer*, deixando os túbulos dentinários parcialmente obstruídos. Estes sistemas produzem as porosidades no substrato através de seus monômeros ácidos, ao mesmo tempo em que se infiltram, não necessitando da etapa isolada de condicionamento ácido, evitando que ocorram áreas desmineralizadas não infiltradas²⁵. Em estudo feito por Waldman et al.²⁶, a infiltração do adesivo autocondicionante na dentina foi bem maior que a dos outros tipos de adesivos testados.

Mesmo formando uma camada híbrida menos espessa, em comparação aos adesivos convencionais, uma das explicações para o bom selamento dos autocondicionantes é a adesão química causada pelo 10-MDP, presente na maioria destes sistemas adesivos e dos universais⁶. Este monômero tem grupos carboxílicos e fosfato, que criam uma ligação iônica com o cálcio residual depositado ao redor das fibras colágenas após a dissolução

parcial da hidroxiapatita, garantindo uma adesão química adicional²⁷. Em uma pesquisa realizada por Tay et al.²⁸, o sistema Clearfil SE Bond formou uma camada híbrida pouco espessa, porém com alta resistência adesiva, o que pode ser explicado pela presença do 10-MDP em sua composição.

Porém, apesar dos resultados eficazes na dentina, mesmo utilizando um sistema adesivo autocondicionante ou universal, o esmalte necessita um condicionamento prévio²⁹. Confirmando esta afirmação, um estudo comprovou que a força de adesão ao esmalte teve um aumento de 6,2 MPa, quando o esmalte foi previamente condicionado com ácido fosfórico, utilizando o sistema adesivo Single Bond Universal²⁷. Este condicionamento seletivo é necessário, pois o padrão de desmineralização gerado pelos adesivos autocondicionantes é menos retentivo (Figura 8), quando comparado ao padrão resultante do condicionamento com ácido fosfórico, causando uma menor resistência adesiva ao esmalte³⁰.

CONCLUSÃO

Dentro da limitação deste estudo *in vitro*, é possível concluir que a utilização do ácido fosfórico é indispensável em esmalte, mesmo utilizando sistemas adesivos autocondicionantes ou universais; e que estes sistemas adesivos podem ser utilizados em dentina, sem a necessidade de condicionamento prévio, garantindo uma boa adesão neste substrato.

REFERÊNCIAS

1. Buonocore MG. A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. J Dent Res [Internet]. 1955 Dec 9;34(6):849–53.
2. Laxe LAC, Brum SC, Oliveira RS de, Goyatá F dos R. Self-etching adhesive systems. Int J Dent. 2007;6(1):25–9.
3. Ten Cate R. Histologia Bucal – desenvolvimento, estrutura e função. In: Estrutura do Esmalte, 5 ed, Rio de Janeiro: Editora Guanabara. 2001. p. 205–21.
4. Frankenberger R, Krämer N, Petschelt A. Long-term effect of dentin primers on enamel bond strength and marginal

- adaptation. *Oper Dent* [Internet]. 2000;25(1):11–9.
5. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma)* [Internet]. 2017;8(1):1–17.
 6. Grégoire G, Sharrock P, Prigent Y. Performance of a universal adhesive on etched and non-etched surfaces: Do the results match the expectations? *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl* [Internet]. 2016 Sep 1;66:199–205.
 7. Cecchin D, Farina AP, Spazzin AO, Galafassi D, Barbizam JVB, Carlini-Júnior B. Influência da profundidade dentinária na resistência à microtração de sistemas adesivos de resistência à microtração de sistemas adesivos de condicionamento ácido total e autocondicionante. *Rev odonto ciênc.* 2008;23(2):150–5.
 8. Frassetto A, Breschi L, Turco G, Marchesi G, Di Lenarda R, Tay FR, et al. Mechanisms of degradation of the hybrid layer in adhesive dentistry and therapeutic agents to improve bond durability--A literature review. *Dent Mater* [Internet]. 2016 Feb;32(2):e41-53.
 9. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater* [Internet]. 2011 Jan;27(1):1–16.
 10. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* [Internet]. 2005 Feb;84(2):118–32.
 11. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, et al. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to enamel. *Am J Dent* [Internet]. 2003 Oct;16(5):329–34.
 12. Carvalho RM, Carrilho MRO, Pereira LCG, Marquezini Jr L, Silva SMA, Kussmaul APM. Sistemas Adesivos: fundamentos para aplicação clínica. *Biodonto.* 2004;2(1):6–86.
 13. Sengun A, Unlu N, Ozer F, Ozturk B. Bond strength of five current adhesives to caries-affected dentin. *J Oral Rehabil* [Internet]. 2002 Aug;29(8):777–81.
 14. Cardoso M V, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, et al. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Aust Dent J* [Internet]. 2011 Jun;56(1):31–44.
 15. Coppini EK, Prieto LT, Pierote JJA, Araújo CTP de, Oliveira DCRS de, Paulillo LAMS. Influence of enamel acid-etching on mechanical properties and nanoleakage of resin composite after aging. *Brazilian J Oral Sci.* 2017;16:e17059.
 16. Lopes GC, Marson FC, Vieira LCC, de Caldeira AMA, Baratieri LN. Composite bond strength to enamel with self-etching primers. *Oper Dent* [Internet]. 2004;29(4):424–9.
 17. Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Berry TP, Watanabe H, Erickson RL, et al. Influence of different etching modes on bond strength and fatigue strength to dentin using universal adhesive systems. *Dent Mater* [Internet]. 2016 Feb;32(2):e9-21.
 18. Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res.* 1975;9(5):373–87.
 19. Ergücü Z, Çelik EU, Ünlü N, Türkün M, Özer F. Effect of Er,Cr: YSGG Laser on the Microtensile Bond Strength of Two Different Adhesives to the Sound and Caries-affected Dentin. *Oper Dent* [Internet]. 2009 Jul;34(4):460–6.
 20. Pashley DH, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent* [Internet]. 1981 Nov;46(5):531–7.
 21. Oda M, Matos AB, Liberti EA. Morfologia da dentina tratada com substâncias dessensibilizantes: avaliação através da microscopia eletrônica de varredura. *Rev Odontol da Univ São Paulo* [Internet]. 1999 Dec;13(4):337–42.
 22. Nagem Filho H, Nagem HD, Dias AR, Fiuza CT. Effect of the acid conditioning on the enamel morphology. *Rev FOB.* 2000;8(1/2):79–85.
 23. Gwinnett AJ, Buonocore MG. Adhesives

- and caries prevention; a preliminary report. *Br Dent J* [Internet]. 1965 Jul 20;119:77–80.
24. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* [Internet]. 2003;28(3):215–35.
25. Oliveira NA de, Diniz LSM, Svizero N da R, D'Alpino PHP, Pegoraro CACC. Dental Adhesives: new concepts and clinical applications. *Rev Dentística* line. 2010;9(19):6–14.
26. Waldman GL, Vaidyanathan TK, Vaidyanathan J. Microleakage and Resin-to-Dentin Interface Morphology of Pre-Etching versus Self-Etching Adhesive Systems. *Open Dent J* [Internet]. 2008 Nov 28;2:120–5.
27. de 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* [Internet]. 2014 Jun;16(3):243–50.
28. Tay FR, Carvalho R, Sano H, Pashley DH. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. *J Adhes Dent* [Internet]. 2000;2(2):99–116.
29. Van Meerbeek B, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Peumans M. A randomized controlled study evaluating the effectiveness of a two-step self-etch adhesive with and without selective phosphoric-acid etching of enamel. *Dent Mater* [Internet]. 2005 Apr;21(4):375–83.
30. Perdigão J, Geraldeli S, Hodges JS. Total-etch versus self-etch adhesive: effect on postoperative sensitivity. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2003 Dec;134(12):1621–9.

Endereço para correspondência

Lorena Silva da Cruz

E-mail: lorenasilvaodonto@gmail.com

