



SISTEMAS ADESIVOS: APLICABILIDADE CLÍNICA E PROBLEMÁTICA

Flávia Bittencourt Pazinatto

colaboradores:

Marco Antônio Masioli

Maria Hermenegilda Grasseli Batitucci

INTRODUÇÃO

A Odontologia atual tem sido marcada pela crescente preocupação com a estética por parte dos pacientes. Nos consultórios, isso geralmente implica um maior número de restaurações adesivas em resina composta ou cerâmica, por exemplo. Contudo, para realizar essas restaurações, são necessários os **sistemas adesivos**, pois estes constituem agentes que promovem efetivamente a união entre o substrato dental e o material restaurador, tanto em restaurações diretas quanto indiretas, assim como em cimentação de pinos intra-radiculares.



A aplicabilidade clínica diversa dos sistemas adesivos faz de seu uso uma constante diária na prática odontológica. Todavia, para se obter sucesso no procedimento de adesão, deve-se seguir o protocolo clínico indicado para tal situação.

No comércio, há um grande número de sistemas adesivos disponíveis, e muitos profissionais têm dúvidas sobre qual exatamente adquirir. Entretanto, a escolha por um determinado material deverá ser influenciada:

- pelas características dos substratos a serem unidos;
- pelas características químicas;
- pelo mecanismo de ação do sistema de união.

O profissional deve ter conhecimentos científicos mínimos sobre os substratos envolvidos no procedimento adesivo, assim como acompanhar as inovações desses sistemas adesivos. O sucesso do procedimento de adesão está diretamente relacionado com a **adequada seleção**

e aplicação dos sistemas adesivos, independentemente do tipo de restauração a ser realizada. Porém, não basta apenas comprar e utilizar o material que foi lançado mais recentemente no mercado para se alcançar bom prognóstico e longevidade da restauração. Deve-se saber usá-lo de forma adequada.

Observa-se que os fabricantes têm desenvolvido sistemas adesivos cada vez mais simplificados, com redução do número de passos operatórios. Apesar disso, nem sempre a “evolução das gerações” dos sistemas adesivos condiz com uma melhora efetiva no desempenho clínico desses materiais.



A simplificação da técnica de aplicação dos sistemas adesivos exigiu modificações químicas, as quais têm influenciado a questionável durabilidade clínica das restaurações. Isso ocorre porque os sistemas simplificados não permitem um adequado selamento dentinário, assim como podem interferir na polimerização química de alguns materiais resinosos. Portanto, os sistemas adesivos devem ser empregados com o conhecimento de que existem algumas limitações.

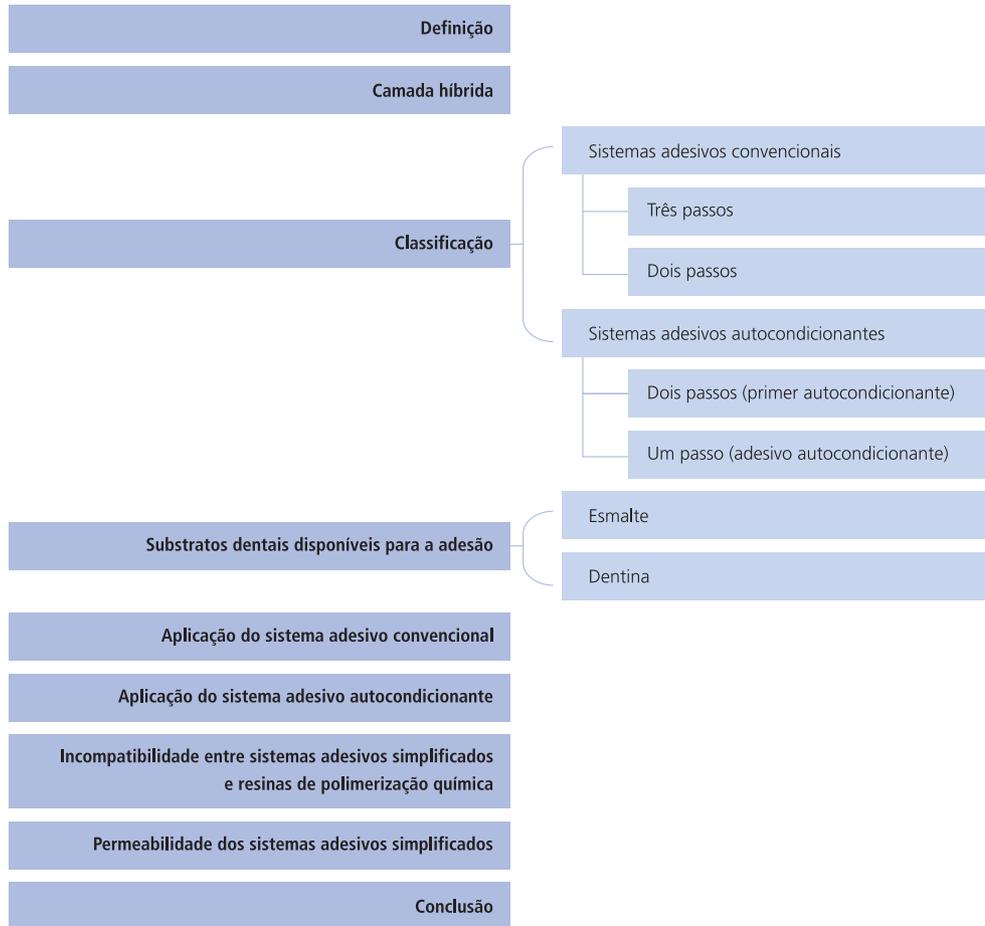
OBJETIVOS

Após os estudos deste capítulo, o leitor poderá:

- expor as variáveis do substrato dental que podem influir no procedimento adesivo;
- descrever as alternativas operatórias de como tratar o substrato a fim de se promover uma adequada adesão;
- proceder corretamente em cada um dos passos de aplicação do sistema adesivo, atendo-se ao entendimento do que ocorre em termos mecânicos e químicos, bem como à necessidade de se realizar toda a seqüência do procedimento adesivo de forma minuciosa e detalhada;
- selecionar os sistemas adesivos através de suas características químicas e saber como utilizá-los nos diversos substratos dentais, alcançando-se a excelência que o procedimento adesivo exige para se obter longevidade e bom prognóstico das restaurações.



ESQUEMA CONCEITUAL



ATIVIDADE

1. Qual a função dos sistemas adesivos dentais em restaurações diretas ou indiretas?

2. O que o profissional precisa levar em consideração no momento da escolha do sistema adesivo dental que utilizará em seus pacientes?

DEFINIÇÃO



Os sistemas adesivos são os materiais responsáveis pela união entre o material restaurador e a estrutura dental. Esse processo de união entre estruturas com moléculas diferentes denomina-se **adesão**. O material ou a película adicionada para induzir a adesão é conhecido como adesivo, enquanto o material ao qual este é aplicado denomina-se aderente.¹

Uma adesão adequada requer boa capacidade de molhamento do sistema adesivo, ou seja, a ocorrência de um pequeno ângulo de contato entre adesivo e substrato. Portanto, o molhamento do aderente (estrutura dental) pelo adesivo depende da rugosidade, da energia livre de superfície do substrato e da tensão superficial e viscosidade do adesivo, que são parâmetros relatados como essenciais ao processo de adesão.²

A **rugosidade do substrato** dependerá de suas características superficiais, sendo influenciada pelo condicionamento ácido, assim como a energia livre de superfície. Para que o agente adesivo penetre no aderente, é importante que a energia livre de superfície deste seja maior que a tensão superficial do adesivo. Após o condicionamento ácido, a energia livre de superfície do esmalte é aumentada, facilitando o molhamento do substrato pelo adesivo. O contrário é observado na dentina, pela exposição das fibrilas de colágeno após a remoção dos componentes minerais.³



A dentina desmineralizada e úmida requer um agente específico (primer) que aumente sua energia superficial, permitindo boa molhabilidade pelo adesivo (resina de baixa viscosidade).⁴

12 SISTEMAS ADESIVOS: APLICABILIDADE CLÍNICA E PROBLEMÁTICA



Os sistemas adesivos apresentam uma composição química bastante variada, segundo o fabricante e o mecanismo de ação, podendo ser classificados como monômeros resinosos hidrofílicos e hidrofóbicos, solventes, diluentes e partículas de carga (Quadro 1).

Quadro 1

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS COMPONENTES DOS SISTEMAS ADESIVOS

Componentes	Composição
Monômeros e diluentes	Bis-GMA, HEMA, TEGDMA, UEG-DMA, UDMA, GPDM, BPDM, 10-MDP, PENTA, 4-META, 4-AET, 4-AETA, 4-MET, ácido metacrílico policarboxílico, éster fosfórico metacrilato, MAC-10, resina5-62-1, resina-T, resina-D, hidrofluoreto de cetilamina, ácido 2-acrilamido-2-metil propanossulfônico, ácido polialcenólico, 2-metacrililoiloxietil fosfato*
Solventes	Etanol, acetona, água
Outros componentes	Fotoiniciadores, estabilizantes
Partículas de carga	Fluorsilicato de sódio, alumínio boro-silicato de bário, sílica coloidal

EG-DMA: Uretano etileno glicol dimetacrilato, GPDM: Glicerofosfato dimetacrilato, BPDM: Bisfenildimetacrilato, Bis-GMA: Bisfenol-Glicidil-Dimetacrilato, HEMA: Hidroxietil metacrilato, PENTA: Dipentaeritrol-pentacrilato éster fosfato, UDMA: Uretano dimetacrilato, 4-AET: ácido 4-acriloxietil trimetílico, 4-AETA: ácido 4-acriloxietil trimetílico anidro, 4-MET: Ácido 4-metacriloxietil trimetílico, 4-META: Ácido 4,30,0 metacriloxietil trimetílico anidro, 10- MDP: Metacrililoiloxidecil diidrogênio fosfato, TEGDMA: Trietileno glicol dimetacrilato e MAC-10: Ácido dicarboxílico metacriloxeumdecano.

Fonte: Dados dos fabricantes.

A **viscosidade do adesivo** é influenciada não só pela viscosidade de cada monômero que o compõe, mas também pela proporção de diluentes e solventes orgânicos, como o etanol ou a acetona, e pela água, que está presente em muitos materiais. Assim, a heterogeneidade da composição dos sistemas adesivos influi na sua tensão superficial, e a concentração de cada componente contribui para a viscosidade final do material,² interferindo no molhamento e, conseqüentemente, no processo adesivo.

São **componentes básicos** dos sistemas adesivos:

- primer: solução de monômeros resinosos diluídos em solventes orgânicos, podendo ou não conter água em sua formulação. Apresentam dois grupos funcionais: o hidrofílico, com maior afinidade ao colágeno, e o hidrofóbico, com maior afinidade ao



material resinoso.⁵ A solução do primer permite a formação da camada híbrida com as fibrilas de colágeno, preenchendo completamente os espaços interfibrilares e revestindo as fibrilas para posterior infiltração do agente adesivo.⁶

- adesivo: resina hidrofóbica que tem baixa viscosidade e que pode apresentar alguma porcentagem de carga. Promove a ligação entre o primer e a resina composta restauradora.

CAMADA HÍBRIDA

Os adesivos foram primeiramente utilizados em esmalte, na década de 1960, poucos anos após a proposta de viabilidade do condicionamento ácido.⁷ Entretanto, somente no fim da década de 1970 é que a comunidade odontológica começou a aceitar o condicionamento ácido total de esmalte e dentina.⁸ Conseqüentemente, foi declarada a necessidade de serem utilizados sistemas adesivos em ambos os substratos.

A **adesão ao esmalte** sempre se mostrou mais homogênea e confiável, devido principalmente às suas características intrínsecas. Por outro lado, mais pesquisas têm sido realizadas para estudar a forma de remoção e/ou tratamento da *smear layer* e a efetiva adesão à dentina, que ainda permanece deficiente. Por isso, aqui será dada maior ênfase à adesão à dentina.

Em 1982, pesquisadores⁹ comprovaram que o mecanismo de adesão à dentina desmineralizada com ácido baseava-se em uma **retenção micromecânica** obtida através da impregnação do adesivo à trama de fibrilas de colágeno previamente desmineralizada.¹⁰ Essa ligação entre dentina e sistema adesivo foi chamada de **camada híbrida** e é a principal responsável pela retenção dos materiais restauradores resinosos ao substrato dental.



O conceito de retenção micromecânica é válido até os dias de hoje, embora alguns autores tenham sugerido a possibilidade de união química de certos componentes do sistema adesivo às fibrilas colágenas da dentina.^{11,12}



Ainda que a denominação de camada híbrida seja amplamente relacionada à dentina, ela também se aplica ao esmalte e ao cimento, visto que o termo **híbrido** refere-se a uma estrutura composta por mais de um material, substrato ou outro componente.



ATIVIDADE

3. Considere as seguintes afirmações e responda:

- I – Os sistemas adesivos são os materiais responsáveis pela união entre o material restaurador e a estrutura dental.
 - II – O processo de união entre estruturas com moléculas diferentes é denominado de adesão.
 - III – O material ou a película adicionada para induzir a adesão é conhecido como aderente e o material ao qual este é aplicado denomina-se adesivo.
- A) I e II estão corretas.
 - B) I e III estão corretas.
 - C) II e III estão corretas.
 - D) Apenas III está correta.

Resposta no final do capítulo

4. Em relação aos sistemas adesivos dentais, o que requer uma adesão adequada?

5. Complete o quadro com os componentes dos sistemas adesivos dentais. Utilize as informações da composição como auxílio.

Componentes	Composição
	Etanol, acetona, água
	Fluorsilicato de sódio, alumínio boro-silicato de bário, sílica coloidal
	Fotoiniciadores, estabilizantes
	Bis-GMA, HEMA, TEGDMA, UEG-DMA, UDMA, GPDM, BPDM, 10-MDP, PENTA, 4-META, 4-AET, 4-AETA, 4-MET, ácido metacrílico policarboxílico, éster fosfórico metacrilato, MAC-10, resina5-62-1, resina-T, resina-D, hidrofloreto de cetilamina, ácido 2-acrilamido-2-metil propanossulfônico, ácido polialcenóico, 2-metacrilóioxietil fosfato

Resposta no final do capítulo



6. Quais são os componentes básicos dos sistemas adesivos dentais?

7. Dentro dos sistemas adesivos dentais, o que é a camada híbrida?

CLASSIFICAÇÃO

Os sistemas adesivos inicialmente foram desenvolvidos para serem utilizados em esmalte e, portanto, apresentavam uma **característica hidrofóbica** (adesivos hidrofóbicos). Entretanto, observou-se a importância de também se promover adesão à dentina, já que na maioria das cavidades encontra-se, além do esmalte, uma grande área de dentina exposta.

Uma vez que o substrato dentinário apresenta maior complexidade estrutural e umidade (que será demonstrado adiante), houve a necessidade de tornar o sistema adesivo, antes hidrofóbico, em um material com maior característica hidrofílica a fim de garantir maior afinidade com o substrato úmido da dentina. A partir disso, foi descrita a **técnica de adesão úmida**, que preconiza a manutenção da dentina úmida (não completamente seca com ar). Por essa técnica, após o condicionamento com ácido fosfórico e abundante lavagem com água, o primer é aplicado antes do adesivo hidrofóbico sem dessecar a dentina.¹³ Como já foi mencionado, o primer tem a função de aumentar a energia livre de superfície da dentina, facilitando o molhamento desta pelo adesivo.



A técnica de adesão úmida é assim denominada porque a aplicação do ácido fosfórico desmineraliza a dentina e expõe as fibrilas de colágeno, que são envoltas por água, a qual substituirá temporariamente o mineral dissolvido após a lavagem do ácido. Essa condição de umidade é responsável pela manutenção da permeabilidade entre as fibras colágenas, agora não mais suportadas pelas estruturas mineralizadas.¹⁴ É essencial que haja a preservação dos espaços interfibrilares por essa água, sem colapamento das fibrilas, pois só assim o monômero adesivo é capaz de se infiltrar na região desmineralizada e hibridizar adequadamente a dentina.

16 SISTEMAS ADESIVOS: APLICABILIDADE CLÍNICA E PROBLEMÁTICA



A técnica de adesão úmida somente está indicada quando se utilizam sistemas adesivos convencionais. Contudo, houve um contínuo estudo e desenvolvimento de novos materiais e mecanismos de ação, sendo necessária uma **classificação dos sistemas adesivos** para melhor entendimento de suas características e funcionalidades.

Muitos autores tendiam a classificar os sistemas adesivos em “gerações” sempre que um novo material era lançado no mercado. Isso se dava segundo a idéia de que um novo produto ofereceria qualidades superiores aos da geração anterior. Hoje, porém, sabe-se que isso não é realidade. Observa-se uma relação inversa entre a “evolução” dos sistemas adesivos e a melhora efetiva nas suas características adesivas e no comportamento clínico (Tabela 1).⁶

Tabela 1
RELAÇÃO ENTRE TIPO DE SISTEMA ADESIVO, SUAS CARACTERÍSTICAS E SEU COMPORTAMENTO CLÍNICO

Sistema adesivo	Resistência adesiva	Infiltração marginal	Desempenho clínico
Convencionais de três passos	1	1	1
Convencionais de dois passos	2	3	3
Autocondicionantes de dois passos	3	2	2
Autocondicionantes de um passo	4	4	4

*Os números de 1 a 4 indicam a ordenação decrescente no desempenho dos sistemas adesivos em cada quesito.

Fonte: Carvalho (2004).⁶

Com o passar dos anos, várias modificações foram feitas na composição dos sistemas adesivos com o intuito de torná-los mais fáceis de serem utilizados e de se consumir menos tempo clínico. Houve uma redução do número de passos operatórios com o objetivo de simplificar a técnica de aplicação dos sistemas adesivos. Com isso, também houve a necessidade de modificações químicas complexas nesses materiais, adicionando-se os componentes do primer hidrofílico aos monômeros resinosos hidrofóbicos do adesivo, fator que permitiu que uma única solução fosse compatível com os substratos de dentina e esmalte.



Com a finalidade de maior simplificação da técnica adesiva, alguns fabricantes lançaram no mercado materiais que, ao mesmo tempo, condicionavam o substrato e infiltravam a região desmineralizada (sistemas autocondicionantes), formando, assim, a camada híbrida.

Enquanto nos **sistemas adesivos convencionais** o primer foi associado à resina adesiva, nos **sistemas autocondicionantes** a associação foi feita entre o primer e o ácido. Isso ocorre devido à possibilidade de adicionar ésteres fosfatados aos grupamentos carboxílicos de monômeros resinosos (4-MET, 4-metacrilóxi-etil trimetílico; 10-MDP, 10-metacrilóxi-decil diidrogênio fosfato), acidificando-os a ponto de serem capazes de desmineralizar o esmalte e a dentina.⁶

Como o mecanismo de ação desses sistemas depende de acidificação da solução no momento da aplicação sobre o substrato, todos devem conter água em sua formulação para deflagrar o processo de ionização e, por conseqüência, realizar o autocondicionamento. Os outros componentes dos sistemas autocondicionantes são similares aos dos sistemas convencionais (solventes orgânicos, diluentes, partículas de carga), embora apresentem maior complexidade química e característica mais hidrofílica.

Atualmente, é mais interessante classificar os sistemas adesivos conforme seu mecanismo de ação e o número de passos operatórios (Quadro 2).

Quadro 2

ESQUEMA DA CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS ADESIVOS

Tipo	Características
Convencionais	3 passos <ul style="list-style-type: none">▪ ácido▪ primer▪ adesivo
	2 passos <ul style="list-style-type: none">▪ ácido▪ primer/adesivo
Autocondicionantes	2 passos <ul style="list-style-type: none">▪ primer ácido▪ adesivo
	1 passo <ul style="list-style-type: none">▪ primer ácido/adesivo

18 SISTEMAS ADESIVOS: APLICABILIDADE CLÍNICA E PROBLEMÁTICA



SISTEMAS ADESIVOS CONVENCIONAIS

Os **sistemas adesivos convencionais** são aqueles em que se utiliza um agente ácido (ácido fosfórico) para condicionamento do esmalte e da dentina.

ADESIVOS DE TRÊS PASSOS

Compreendem os passos de condicionamento ácido, aplicação do primer e, em seguida, aplicação do adesivo (resina hidrofóbica de baixa viscosidade). Todos os componentes são aplicados separadamente. Exemplos comerciais: Scotch Bond Multi Purpose Plus (3M/ESPE), All Bond 2 (Bisco), OptiBond FL (Kerr), Syntac (Ivoclar/Vivadent).

ADESIVOS DE DOIS PASSOS

Compreendem os passos de condicionamento ácido e aplicação de uma única solução denominada de primer/adesivo. Exemplos comerciais: Excite (Ivoclar/Vivadent), Adper Single Bond (3M/ESPE), Prime & Bond NT (Caulk/Dentsply), One Step Plus (Bisco).

SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES

Os **sistemas adesivos autocondicionantes** são aqueles em que um agente acídico (monômero ácido) é o responsável pelo condicionamento do esmalte e da dentina.

Nos sistemas adesivos autocondicionantes, não há aplicação de ácido fosfórico, tal como ocorre nos sistemas convencionais. Como a estrutura mineralizada do dente possui capacidade de tamponamento dos monômeros ácidos, há neutralização da sua ação desmineralizante alguns segundos após a aplicação. Por isso, a eficiência de condicionamento e a penetração dos sistemas autocondicionantes nos substratos dentais dependerão da **acidez inicial do material** e da **capacidade de tamponamento** que eles oferecem.⁶

ADESIVOS DE DOIS PASSOS (PRIMER AUTOCONDICIONANTE)

Compreendem os passos de condicionamento do agente acídico junto ao primer, seguidos pela aplicação do agente adesivo (resina de baixa viscosidade). Exemplos comerciais: Clearfill SE-BOND (Kuraray), Non-Rince Conditioner/Primer&Bond NT (Caulk/Dentsply), AdheSE (Ivoclar/Vivadent), Tyrian/One Step Plus (Bisco).



ADESIVO DE UM PASSO (ADESIVO AUTOCONDICIONANTE)

Compreende os passos de condicionamento do agente ácido concomitante à infiltração do agente adesivo. Como apresenta caráter mais ácido em relação ao primer autocondicionante,^{15,16} sua efetividade de condicionamento no substrato pode ser considerada comparativamente superior. Exemplos comerciais: One Up Bond F (Tokuyama), Etch & Prime 3.0 (Degussa), Adper Prompt (3M/ESPE), Reactmer Bond (Shofu).



Ainda que os sistemas autocondicionantes de um passo sejam apresentados comercialmente em dois frascos, evitando-se que os elementos sensíveis à acidez sejam alterados antes do uso, eles devem ser misturados e aplicados em um único passo. Geralmente, são dispensados volumes iguais dos frascos A e B e, então, misturados pelo tempo indicado pelo fabricante.



ATIVIDADE

8. Por que os sistemas adesivos dentais passaram de uma característica hidrofóbica para hidrofílica?

9. Em relação à técnica de adesão úmida, assinale a alternativa correta.
- A) Deve ser adotada tanto para sistemas adesivos convencionais quanto para sistemas autocondicionantes.
 - B) Não há necessidade de preservação dos espaços interfibrilares, pois o monômero adesivo é capaz de se infiltrar na dentina colapsada.
 - C) Quando há colabamento das fibrilas colágenas, é preciso expandir outra vez os espaços interfibrilares com água.
 - D) Todas as alternativas estão corretas.

Resposta no final do capítulo

20 SISTEMAS ADESIVOS: APLICABILIDADE CLÍNICA E PROBLEMÁTICA



10. Assinale a afirmação INCORRETA quanto à classificação dos sistemas adesivos dentais:

- A) Enquanto nos sistemas adesivos convencionais o primer foi associado à resina adesiva, nos sistemas autocondicionantes a associação foi feita entre o primer e o ácido.
- B) Devido ao fato de o mecanismo de ação dos sistemas adesivos convencionais e autocondicionantes depender de acidificação da solução no momento da aplicação sobre o substrato, todos devem conter água em sua formulação para deflagrar o processo de ionização e, conseqüentemente, realizar o autocondicionamento.
- C) Os outros componentes dos sistemas autocondicionantes são similares aos dos sistemas convencionais (solventes orgânicos, diluentes, partículas de carga), embora apresentem maior complexidade química e características mais hidrofóbicas.
- D) Atualmente, é mais interessante classificar os sistemas adesivos conforme seu mecanismo de ação e o número de passos operatórios.

Resposta no final do capítulo

11. De acordo com a classificação dos sistemas adesivos dentais, assinale a alternativa INCORRETA.

- A) São componentes dos sistemas adesivos convencionais de três passos: ácido fosfórico, primer e adesivo.
- B) São componentes dos sistemas adesivos convencionais de dois passos: ácido fosfórico e adesivo.
- C) São componentes dos sistemas adesivos convencionais de dois passos: ácido fosfórico e primer/adesivo.
- D) São componentes dos sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos: primer ácido e adesivo.

Resposta no final do capítulo

12. O que são os sistemas adesivos dentais autocondicionantes e como são divididos?



13. Sobre os sistemas adesivos dentais autocondicionantes, assinale a alternativa correta:
- A) A fricção dos sistemas adesivos autocondicionantes sobre a estrutura dental dificulta o processo de condicionamento, incorporando a *smear layer* ao material.
 - B) A fricção dos sistemas adesivos autocondicionantes sobre a estrutura dental facilita o processo de condicionamento, permitindo maior efetividade de condicionamento.
 - C) Quase nunca há necessidade de friccionar o sistema adesivo autocondicionante sobre a estrutura dental, porque ele tem alta efetividade de condicionamento, assim como o ácido fosfórico.
 - D) Nenhuma das respostas anteriores.

Resposta no final do capítulo

SUBSTRATOS DENTAIS DISPONÍVEIS PARA A ADESÃO

Os sistemas adesivos promovem um mecanismo de retenção micromecânica ao esmalte, à dentina e ao cimento por meio da **hibridização** desses substratos. Todavia, na maior parte das vezes, os sistemas adesivos são aplicados em cavidades com possibilidades variadas de substratos, a saber:

- esmalte;
- dentina sadia;
- dentina esclerótica;
- dentina afetada por cárie;
- dentinas superficial, média e profunda.



Cada substrato tem características morfológicas e histológicas próprias, as quais devem ser tratadas diferentemente, pois elas influem tanto no condicionamento quanto na infiltração dos sistemas adesivos. Portanto, é imprescindível conhecer o substrato passível de adesão durante a realização de um caso clínico.

A seguir, serão apresentados os tipos mais importantes de substratos encontrados na prática clínica, bem como suas características principais.

22 SISTEMAS ADESIVOS: APLICABILIDADE CLÍNICA E PROBLEMÁTICA



ESMALTE



Composto por cerca de 96% de conteúdo mineral e 4% de conteúdo orgânico e água. Encontra-se organizado basicamente sob forma de prismas que são facilmente passíveis de desmineralização após a aplicação de ácido fosfórico e que não sofrem colapamento quando desidratados.¹⁷

Pelas características intrínsecas do esmalte, a adesão promovida pelos sistemas adesivos convencionais geralmente representa excelente condicionamento e adequada formação da camada híbrida. Em contrapartida, por ser altamente mineralizado, o esmalte é capaz de promover rapidamente o tamponamento dos monômeros ácidos dos sistemas autocondicionantes, minimizando seu poder de desmineralização. Assim, o condicionamento do esmalte por esses sistemas ainda é inferior ao que se observa quando são utilizados sistemas adesivos convencionais.

DENTINA



Tecido composto por cerca de 65% de conteúdo mineral e 35% de conteúdo orgânico (principalmente de fibrilas de colágeno) e água. Encontra-se organizada sob forma de uma rede complexa de túbulos dentinários, que se dispõem radialmente à polpa em direção à superfície externa do dente.

Podemos subdividir a dentina em **dentina intertubular** (substrato principal para a formação da camada híbrida) e **dentina peritubular** (camada que apresenta uma matriz orgânica delicada e mais mineralizada do que a dentina intertubular e que se perde com o condicionamento ácido).¹⁷



Nos sistemas convencionais, após o condicionamento ácido, o conteúdo mineral da dentina é removido e as fibrilas de colágeno são expostas para posterior infiltração do agente adesivo. Portanto, os espaços interfibrilares devem ser mantidos expandidos, permitindo, assim, a passagem dos monômeros resinosos adesivos. Para isso, deve-se evitar desidratar a dentina após o condicionamento ácido. A desidratação da dentina remove a água desses espaços, causa aproximação entre as fibrilas e dificulta a adequada formação da camada híbrida.

Para minimizar o **problema do tamponamento** do substrato e a interferência da *smear layer* sobre a ação dos sistemas autocondicionantes, novas formulações ligeiramente mais ácidas foram desenvolvidas e os monômeros tiveram sua difusividade aumentada.⁶ Nesse



sentido, a literatura tem relatado boa adesão à dentina quando do uso desses sistemas autocondicionantes.

Algumas variações da dentina normal podem ser encontradas nas cavidades e em diferentes profundidades, como veremos a seguir.

DENTINA SUPERFICIAL

A dentina superficial está localizada imediatamente abaixo do esmalte (próxima da junção esmalte-dentina). Apresenta poucos túbulos dentinários e maior quantidade de dentina intertubular.

DENTINA MÉDIA

A dentina média está localizada a meia-distância do esmalte e do teto da câmara pulpar. Apresenta maior quantidade de túbulos dentinários e relativamente menor quantidade de dentina intertubular.

DENTINA PROFUNDA

A dentina profunda está localizada mais próxima do teto da câmara pulpar. Apresenta vários túbulos dentinários calibrosos e pouca quantidade de dentina intertubular. Em dentes vitais, quanto mais profunda estiver a dentina, maior será o afloramento de fluido advindo da polpa e menor a quantidade de dentina intertubular, o que influi negativamente no processo de adesão ou, até mesmo, pode dificultá-lo.

Pelo mecanismo de ação dos sistemas adesivos convencionais, desmineralizar a dentina e promover a abertura dos túbulos dentinários, com conseqüente aumento do fluido dentinário, a profundidade da cavidade exerce grande influência na adesão. Esse fato não ocorre quando da utilização dos sistemas adesivos autocondicionantes, pois eles, ao mesmo tempo em que condicionam o substrato através da *smear layer*, incorporam-na à interface adesiva, formando a camada híbrida.

DENTINA ESCLERÓTICA

A dentina esclerótica é formada pela reação de defesa do complexo dentinopulpar. Observa-se obliteração dos túbulos dentinários com conteúdo mineral e também hipermineralização da dentina imediatamente abaixo do agente invasivo (cárie, por exemplo). Mostra-se como uma dentina de difícil condicionamento ácido devido a essas características.¹⁸

24 SISTEMAS ADESIVOS: APLICABILIDADE CLÍNICA E PROBLEMÁTICA



DENTINA AFETADA POR CÁRIE

A dentina afetada por cárie é aquela imediatamente abaixo da dentina infectada por cárie. Sua estrutura encontra-se desorganizada e parcialmente desmineralizada pelos ácidos de origem bacteriana, porém não apresenta bactérias como a dentina infectada. Não necessita ser removida da cavidade, pois pode ser passível de **remineralização**. A menor dureza da dentina afetada por cárie deve-se à menor quantidade de mineral, o que a torna mais porosa. Esse tipo de dentina apresenta túbulos parcialmente obstruídos com cristais de apatita, além de difícil condicionamento ácido, devido às características citadas.¹⁹



Quando houver dificuldade de adequado condicionamento da dentina para a formação da camada híbrida, independentemente do tipo de sistema adesivo a ser empregado, convencional ou autocondicionante, pode-se optar pela aplicação de uma camada de cimento de ionômero de vidro como material adesivo (Figura 1). Nessa situação, o cimento de ionômero de vidro, convencional ou modificado por resina, não funcionará necessariamente como agente protetor do complexo dentinopulpar, mas como material que se adere quimicamente aos substratos dentais ou aos sistemas adesivos. Dessa maneira, obtém-se qualidade na adesão.

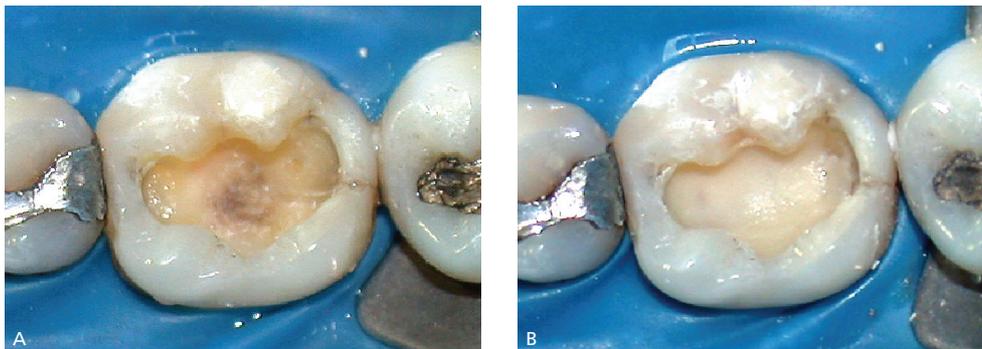


Figura 1 – Cavidade com dentina esclerótica. **A)** Dentina deficiente para a adesão com sistemas adesivos (pode-se, então, aplicar cimento de ionômero de vidro). **B)** Adesão química ao substrato é a mais adequada nessa situação clínica.

Fonte: Arquivo de imagens dos autores.

Após a **aplicação do cimento de ionômero de vidro** nesses substratos que não propiciam adequada adesão, segue-se o protocolo usual de aplicação dos sistemas adesivos no restante da cavidade. É importante lembrar que, para um adequado desempenho do cimento de ionômero de vidro, principalmente dos chamados convencionais, deve-se aguardar cerca de cinco minutos (presa inicial) antes de o mesmo ser condicionado ou lavado.



ATIVIDADE

14. A partir da leitura das afirmações sobre os substratos dentais, escolha a alternativa correta.

- I – Os sistemas adesivos promovem um mecanismo de retenção micromecânica ao esmalte, à dentina e ao cimento por meio da hibridização desses substratos.
- II – Os sistemas adesivos, na maior parte das vezes, são aplicados em cavidades com possibilidades variadas de substratos, como esmalte e dentina sadia.
- III – A dentina é composta por cerca de 96% de conteúdo mineral e 4% de conteúdo orgânico e água. Encontra-se organizada basicamente sob forma de prismas que são facilmente passíveis de desmineralização após a aplicação de ácido fosfórico e que não sofrem colabamento quando desidratadas.
- IV – O esmalte, por ser pouco mineralizado, é capaz de promover rapidamente o tampramento dos monômeros ácidos dos sistemas autocondicionantes, minimizando seu poder de desmineralização.

Estão corretas as alternativas:

- A) I e II.
- B) II e III.
- C) III e IV.
- D) I e III.

Resposta no final do capítulo

15. Sabe-se que as características histológicas e morfológicas da dentina influem no processo de adesão dos sistemas adesivos dentais. Com base nesses dados, assinale a alternativa correta.

- A) A adesão à dentina superficial é facilitada por haver mais túbulos dentinários para a formação de *tags* e imbricação micromecânica.
- B) A adesão à dentina profunda é dificultada nos dentes não-vitais, visto que há grande afloramento de fluidos dos túbulos dentinários. Por isso, deve-se aplicar cimento de ionômero de vidro na parede pulpar da cavidade antes da aplicação do sistema adesivo.
- C) A adesão à dentina esclerótica é dificultada pelo condicionamento e pela infiltração dos monômeros. Assim, uma das técnicas recomendadas é o recobrimento da dentina com ionômero de vidro previamente à aplicação do sistema adesivo.
- D) Nenhuma alternativa está correta.

Resposta no final do capítulo

26 SISTEMAS ADESIVOS: APLICABILIDADE CLÍNICA E PROBLEMÁTICA



16. Correlacione as colunas com as variações da dentina normal que podem ser encontradas nas cavidades dentárias, assim como em diferentes profundidades:

- | | | |
|-------------------------------|-----|---|
| (1) Dentina superficial | () | Está localizada mais próxima do teto da câmara pulpar. Apresenta vários túbulos dentinários calibrosos e pouca quantidade de dentina intertubular. |
| (2) Dentina média | | |
| (3) Dentina profunda | | |
| (4) Dentina esclerótica | () | É formada pela reação de defesa do complexo dentinopulpar. Observa-se obliteração dos túbulos dentinários com conteúdo mineral e também hipermineralização da dentina imediatamente abaixo do agente invasivo. Mostra-se como uma dentina de difícil condicionamento ácido. |
| (5) Dentina afetada por cárie | | |
| | () | É aquela imediatamente abaixo da dentina infectada por cárie. Sua estrutura encontra-se desorganizada e parcialmente desmineralizada pelos ácidos de origem bacteriana, porém não apresenta bactérias como a dentina infectada. |
| | () | Está localizada imediatamente abaixo do esmalte (próxima da junção esmalte-dentina). Apresenta poucos túbulos dentinários e maior quantidade de dentina intertubular. |
| | () | Está localizada a meia-distância do esmalte e do teto da câmara pulpar. Apresenta maior quantidade de túbulos dentinários e relativamente menor quantidade de dentina intertubular. |

Resposta no final do capítulo

17. Em relação à adesão dos sistemas adesivos dentais convencionais, assinale a alternativa correta.

- A) A adesão à dentina é sempre igual, independentemente dos tipos de dentina presentes em uma cavidade.
- B) A adesão à dentina esclerótica é superior à da dentina normal superficial.
- C) A adesão à dentina normal profunda é superior à da dentina normal superficial.
- D) A adesão à dentina esclerótica é inferior à da dentina normal.

Resposta no final do capítulo



APLICAÇÃO DO SISTEMA ADESIVO CONVENCIONAL

Ao término do preparo cavitário, na seqüência do procedimento restaurador adesivo, condiciona-se a cavidade com **ácido fosfórico** (durante 30 segundos em esmalte e de 15 a 20 segundos em dentina). Em seguida, lava-se com água no mínimo pelo mesmo tempo do condicionamento a fim de se promover completa remoção dos subprodutos da reação e do mineral solubilizado na superfície do substrato (Figura 2). A seguir, indica-se secar a cavidade com papel absorvente (Figura 3), pois este remove o excesso de umidade da superfície, e não a água presente nos espaços interfibrilares.



O papel absorvente deve ser recortado em tamanhos apropriado, esterilizado em autoclave e armazenado para o uso.

Evita-se secar a cavidade com jatos de ar, uma vez que nesse procedimento geralmente não se controla a pressão do ar nem a quantidade de umidade a ser removida, podendo levar à desidratação da dentina e ao colapamento das fibrilas de colágeno, bem como impossibilitando a adequada infiltração dos monômeros resinosos.



Figura 2 – Lavagem do substrato com água no mínimo pelo mesmo tempo do condicionamento a fim de se promover completa remoção dos subprodutos de reação e do mineral solubilizado da superfície.

Fonte: Arquivo de imagens dos autores.



Figura 3 – Secagem da cavidade com papel absorvente com a finalidade de remover os excessos de água da superfície do substrato, sem que haja desidratação da dentina, cujo aspecto úmido deve ser observado.

Fonte: Arquivo de imagens dos autores.



Se houver desidratação da dentina, deve-se umedecer outra vez o substrato com água,²⁰ ou diretamente da seringa ou de algodão embebido em água, expandindo-se, assim, os espaços interfibrilares. Nenhum produto umedece a dentina melhor do que a água, nem mesmo os sistemas adesivos que a contêm em sua constituição.

Uma importante ressalva deve ser feita quanto a qual deve ser a **umidade resultante** presente na superfície de dentina antes da aplicação do primer e/ou do primer/adesivo. Para tanto, é imprescindível que se saiba qual o tipo de solvente do sistema adesivo a ser utilizado. Por um lado, se o solvente for a própria **água**, a dentina poderá apresentar-se ligeiramente mais seca, sem o brilho superficial de umidade, mas sem que haja desidratação dentinária. Assim, evita-se acrescentar mais água (a preexistente no sistema adesivo, além daquela já presente nos espaços interfibrilares) no substrato, dificultando sua evaporação final antes da fotopolimerização do adesivo. Por outro lado, se o solvente for **etanol** ou **acetona**, será preciso remover somente o excesso de água da dentina, deixando-a com um brilho superficial, embora sem a presença de poças de água visíveis.



Ao contrário da dentina, o esmalte pode ser seco com jatos de ar previamente à infiltração dos monômeros resinosos sem prejuízos para a adesão. Entretanto, via de regra, ambos os substratos estão presentes em uma cavidade e é praticamente impossível secar apenas o esmalte com o ar sem que a dentina seja atingida. Por isso, também se indica a secagem do esmalte com papel absorvente.

Em seqüência, procede-se à aplicação do primer e do adesivo (sistema de três passos) ou do primer/adesivo (sistema de dois passos), cujo número de camadas varia segundo a orientação de cada fabricante. O volume de material a ser aplicado deve ser mínimo, o suficiente para formar uma camada uniforme e brilhante (Figura 4) por toda a cavidade.²¹



Figura 4 – Camada de sistema adesivo sendo aplicada de forma uniforme, resultando em um aspecto brilhante em toda a cavidade. Cumprindo-se com esse protocolo de aplicação do sistema adesivo, entende-se que houve hibridização adequada e que a cavidade está pronta para ser restaurada com resina composta.

Fonte: Arquivo de imagens dos autores.



Se após a aplicação não se observar uma **superfície dental brilhante**, deve-se repetir esse passo operatório, pois há a evidência visual de que algumas áreas não foram adequadamente infiltradas. Adota-se esse cuidado especial no volume total de adesivo aplicado para evitar algumas conseqüências indesejáveis na hibridização.



Se for utilizado um volume excessivo de material, o processo de evaporação dos solventes presentes será dificultado, assim como será demasiada a espessura da camada de adesivo exposta ao meio bucal. Isso geraria maior sorção de água pelo adesivo, com a conseqüente degradação dessa camada em longo prazo.

O volume de primer e/ou adesivo mais adequado é aquele em que se consegue enxergar as cerdas individualizadas do *microbrush* (Figura 4) após dispensá-lo. Alguns pesquisadores demonstraram que uma camada mais fina de adesivo promove maiores valores de resistência adesiva à dentina.²²

Outro fator a ser considerado é o **tipo de solvente** e sua **forma de aplicação** no substrato. De acordo com o tipo de solvente presente no sistema adesivo (etanol, acetona ou água), deve-se proceder à sua aplicação de **forma ativa ou passiva**. Os solventes cuja evaporação por si só é elevada não devem sofrer o processo de agitação, já que esta acelera a evaporação.

Se **solventes com alta evaporação** forem aplicados sob agitação, sua evaporação ocorrerá mais rapidamente, antes do tempo necessário para evaporar a água presente nos espaços interfibrilares, influenciando negativamente a adequada formação da camada híbrida. Por isso, sistemas adesivos que contêm solventes que se evaporam rapidamente (por exemplo, acetona e etanol) devem ser aplicados de forma passiva, ou seja, sem agitá-los ou friccioná-los nas paredes cavitárias.

Aqueles sistemas que contêm água em sua composição, cuja **evaporação é mais lenta**, devem ser aplicados de forma ativa, realizando-se movimentos suaves de espalhamento por todas as paredes cavitárias, com a finalidade de auxiliar o processo de evaporação da água já no momento de aplicação do sistema adesivo.⁶



Depois de aplicado o primer ou o primer/adesivo, espera-se cerca de 30 segundos para que penetre na região desmineralizada a fim de que os solventes favoreçam a evaporação da água, preencham os espaços interfibrilares e envolvam as fibrilas de colágeno. Esse procedimento permitirá ainda que o solvente residual seja adequadamente evaporado e não comprometa a polimerização da camada de adesivo.



A polimerização incompleta da camada de adesivo promove efeitos comprometedores imediatos na adesão, podendo causar sensibilidade pós-operatória, além de criar uma camada mais susceptível à degradação no meio bucal.⁶

30 SISTEMAS ADESIVOS: APLICABILIDADE CLÍNICA E PROBLEMÁTICA



Transcorrido o tempo para a hibridização, pode-se auxiliar a evaporação de água e de solventes residuais através da aplicação de jatos de ar a uma distância de cerca de 20cm da cavidade. O próximo passo é a **fotopolimerização do adesivo**, cujo tempo médio é de 20 segundos, podendo variar conforme indicação do fabricante.



ATIVIDADE

18. Como se dá a aplicação do sistema adesivo dental convencional?

19. Por que não é recomendado o uso de jatos de ar para secar a cavidade dentária no processo de aplicação do sistema adesivo dental convencional?

20. Assinale a alternativa correta segundo a aplicação adequada dos sistemas adesivos no substrato dental:

- A) Sistemas adesivos à base de acetona devem ser aplicados de forma ativa.
- B) Sistemas adesivos à base de etanol e água devem ser aplicados de forma ativa.
- C) Sistemas adesivos aplicados de forma ativa diminuem a evaporação dos solventes.
- D) A qualidade da adesão não é influenciada pela forma de aplicação (ativa ou passiva) e pelo tipo de solvente do sistema adesivo.

Resposta no final do capítulo

21. A respeito da importância dos solventes nos sistemas adesivos, assinale a alternativa correta:

- A) Os solventes são responsáveis pela evaporação da água da região de dentina desmineralizada.
- B) O processo de evaporação dos solventes e da água deve ser auxiliado pela utilização de jatos de ar a uma distância de 20cm da cavidade.
- C) A evaporação dos solventes deve durar cerca de 30 segundos, antes que seja realizada a fotopolimerização.
- D) Todas as alternativas estão corretas.

Resposta no final do capítulo

APLICAÇÃO DO SISTEMA ADESIVO AUTOCONDICIONANTE

A aplicação do sistema adesivo autocondicionante deve ser feita com a **cavidade seca** (não desidratada) e conforme as instruções do fabricante, independentemente do número de passos do sistema. Determinados sistemas devem ser aplicados ativamente no substrato. Esse procedimento melhora a adesão, pois auxilia a dissolução da *smear layer*, criando poros e facilitando a infiltração dos monômeros ácidos para a dentina subjacente a fim de formar a camada híbrida.²³



Não é necessário lavar o agente ácido nem secar a dentina após o condicionamento, pois ocorre desmineralização através da *smear layer* seguida da infiltração dos monômeros. Portanto, não há risco de desidratação da dentina e perda dos espaços interfibrilares, como pode acontecer com o uso dos sistemas convencionais.

Ainda que os sistemas autocondicionantes não sejam lavados das superfícies em que são aplicados, eles não têm a capacidade contínua de desmineralização, como se poderia questionar. A ação desses materiais é limitada pelo tamponamento dos monômeros ácidos pela estrutura dental mineralizada, o que os torna inativos. Por isso, existem diferenças na efetividade de condicionamento desses sistemas adesivos junto aos substratos dentais.

Os cuidados com a evaporação de água (presente no próprio sistema autocondicionante) e de solventes, assim como a fotopolimerização, são os mesmos citados para os sistemas adesivos convencionais.

32 SISTEMAS ADESIVOS: APLICABILIDADE CLÍNICA E PROBLEMÁTICA

INCOMPATIBILIDADE ENTRE SISTEMAS ADESIVOS SIMPLIFICADOS E RESINAS DE POLIMERIZAÇÃO QUÍMICA

A evolução e a simplificação dos sistemas adesivos exigiram modificações químicas complexas, as quais tornaram esses materiais mais **ácidos** e **hidrofílicos**. Essa simplificação também acarretou a incompatibilidade química com alguns materiais resinosos, especificamente com aqueles que apresentam polimerização química, a partir de amins terciárias, como as resinas compostas ou os cimentos resinosos quimicamente ativados e/ou com ativação dual (química e física).



As resinas de polimerização química que utilizam amins terciárias como agente catalisador da reação e que possuem caráter alcalino, ao entrarem em contato com os adesivos que contêm monômeros ácidos, reagem entre si e são consumidas, sendo assim impedidas de atuar como catalisadoras (ativadoras) da reação de polimerização das resinas químicas.^{6,24,25}

Quando os sistemas adesivos convencionais de dois passos²⁶ e os autocondicionantes de um passo²⁷ são aplicados sobre o substrato dental e a seguir são polimerizados, a camada mais superficial mantém-se não-polimerizada devido à **inibição pelo oxigênio**. Essa camada contém os monômeros ácidos que entram em contato direto com a resina química e, assim, inativam suas amins terciárias. Dessa forma, na resina de polimerização química ou dual, remanescem monômeros não-polimerizados, os quais podem sofrer sorção de água e degradação hidrolítica ao longo do tempo.

Se não ocorrer uma adequada polimerização, haverá falhas na interface entre resina e adesivo, o que pode ocasionar o insucesso do procedimento clínico. Exemplos das conseqüências disso são as falhas na cimentação resinosa de coroas ou pinos intra-radiculares e o deslocamento das resinas nos casos de reconstrução morfológica de coroas com finalidade protética.

Uma maneira de evitar a **incompatibilidade química** é a utilização de sistemas adesivos convencionais de três passos ou autocondicionantes de dois passos. Nesses casos, aplica-se uma camada adicional de resina fluida com característica hidrofóbica e não-ácida, que impede a reação entre as amins terciárias das resinas de polimerização química e os monômeros ácidos não-polimerizados na camada superficial pela ação do oxigênio.⁶ Também é possível utilizar um **co-iniciador químico**, que contém sulfinato benzínico de sódio^{25,28} e que vem em um frasco adicional em alguns conjuntos de materiais, devendo ser misturado com a solução de adesivo imediatamente antes de sua aplicação no substrato dental.

O co-iniciador tem a função de transformar o sistema adesivo simplificado fotoativado em sistema adesivo de polimerização dual, facilitando a polimerização em coroas metálicas ou cerâmicas muito espessas. Em tese, o co-iniciador permite que todos os monômeros sejam polimerizados, em termos tanto químicos quanto físicos, independentemente da ação



inibidora do oxigênio na camada superficial do adesivo. Assim, o co-iniciador químico impede que as aminas terciárias do agente cimentante ou a resina de polimerização química e/ou dual sejam consumidas pelos monômeros ácidos remanescentes do adesivo simplificado.

Alguns exemplos comerciais de co-iniciadores químicos estão nos conjuntos dos sistemas adesivos Prime & Bond NT Dual Cure (Dentsply), Excite DSC (Vivadent) e OptiBond Solo Plus Dual Cure (Kerr).

PERMEABILIDADE DOS SISTEMAS ADESIVOS SIMPLIFICADOS

Com frequência, acredita-se que os sistemas adesivos recentemente lançados (sistemas simplificados) sejam os mais adequados para a adesão em dentina, porque produzem uma camada híbrida contínua e homogênea. Porém, como já foi relatado anteriormente, há uma relação inversa entre a dita evolução dos sistemas adesivos e seu bom desempenho clínico e adesivo.



Os sistemas adesivos simplificados sofreram grandes modificações químicas para apresentarem compatibilidade com o substrato úmido da dentina e também com o esmalte. Por conseqüência, há uma característica hidrofílica maior nesses sistemas, a qual influencia negativamente na longevidade da camada de adesivo.

Pesquisadores verificaram que os sistemas adesivos simplificados funcionam como membranas permeáveis e que não garantem o selamento hermético da dentina, permitindo que fluidos atravessem a camada do adesivo em todos os sentidos, o que pode comprometer a adesão.²⁹⁻³¹ A demonstração da permeabilidade dos sistemas simplificados ocorreu por meio de experimentos de **nanoinfiltração**, processo que caracteriza a permeação nanométrica de fluidos através desses adesivos.



Nos testes de nanoinfiltração emprega-se o nitrato de prata (que tem afinidade por água) como agente traçador. Esse agente difunde-se junto aos sítios hidrofílicos e aos canais nanométricos deixados pela passagem de água durante os fenômenos de permeabilidade.⁶

A permeabilidade dos sistemas ocorre devido à incompleta polimerização da superfície da camada de adesivo quando em contato com o oxigênio, na qual remanescem monômeros ácidos que tornam essa camada hipertônica em relação à dentina úmida subjacente, sobretudo nos dentes vitais. Conseqüentemente, pela diferença do gradiente de pressão osmótica, há movimentação de água da dentina (meio hipotônico) em direção à interface resina/adesivo (meio hipertônico). Essa água, então, difunde-se e alcança a interface resina/adesivo, promovendo a formação de bolhas nesse local e enfraquecendo a união adesiva.

34 SISTEMAS ADESIVOS: APLICABILIDADE CLÍNICA E PROBLEMÁTICA



Se há passagem de água pela camada de adesivo, pode-se esperar sua degradação hidrolítica ao longo do tempo. Várias pesquisas demonstraram uma relação direta entre a redução da resistência adesiva e o aumento da nanoinfiltração nos adesivos simplificados.^{32,33} Pode-se, então, inferir que a presença de nanoinfiltração ocasiona o pior comportamento clínico da camada de adesivo em longo prazo. Adicionalmente, pode provocar **sensibilidade pós-operatória**, já que a movimentação de fluidos através da camada de adesivo ativa os nociceptores da polpa durante a mastigação.



ATIVIDADE

22. Como deve ser feita a aplicação do sistema adesivo dental autocondicionante?

23. A tecnologia que gerou a simplificação dos sistemas adesivos determinou a necessidade de modificações químicas complexas nesses materiais, tornando-os mais hidrofílicos e com característica ácida. Acerca dessas modificações, assinale a alternativa correta.

- A) As amins terciárias das resinas de polimerização química, que possuem caráter alcalino, ao entrarem em contato com os adesivos simplificados que contêm monômeros ácidos, reagem entre si, sendo impedidas de atuar como catalisadoras da reação de polimerização das resinas químicas.
- B) A incompatibilidade química entre sistemas adesivos simplificados e resinas de polimerização química e/ou dual ocorre porque remanescem monômeros não-polimerizados pela inibição da polimerização pelo oxigênio.
- C) O processo de incompatibilidade química pode ser evitado se forem utilizados sistemas adesivos convencionais de três passos ou autocondicionantes de dois passos.
- D) Todas as alternativas estão corretas.

Resposta no final do capítulo



24. Como se evita a incompatibilidade química entre sistemas adesivos dentais simplificados e resinas de polimerização química?

25. Sabendo que a demonstração da permeabilidade dos sistemas adesivos dentais simplificados ocorreu através de experimentos de nanoinfiltração, explique tal procedimento:

26. Em relação à permeabilidade dos sistemas adesivos dentais simplificados, como se deve proceder caso haja passagem de água pela camada de adesivo?

CONCLUSÃO

Como são vários os substratos dentais que podem influenciar no procedimento adesivo, são necessários o conhecimento e a adequada aplicação dos sistemas adesivos para obter a longevidade das restaurações.



Somente com o adequado cumprimento do protocolo e com o domínio de toda a seqüência técnica é que se alcançará o sucesso do procedimento adesivo.



Ainda que existam vários materiais disponíveis no mercado odontológico e que outros sejam lançados com freqüência, a literatura demonstra que os **sistemas adesivos não-simplificados têm proporcionado**, em longo prazo, os melhores resultados no que diz respeito ao comportamento clínico e às propriedades adesivas.

RESPOSTAS ÀS ATIVIDADES E COMENTÁRIOS

Atividade 3

Resposta: **A**

Comentário: I - Os sistemas adesivos são os materiais responsáveis pela união entre o material restaurador e a estrutura dental; II - O processo de união entre estruturas com moléculas diferentes é denominado de adesão e III - O material ou a película adicionada para induzir a adesão é conhecido como adesivo e o material ao qual este é aplicado denomina-se aderente.

Atividade 5

Resposta: Solventes – Partículas de carga – Outros componentes – Monômeros e diluentes.

Atividade 9

Resposta: **C**

Comentário: A técnica de adesão úmida é aquela em que se utilizam sistemas adesivos após o condicionamento com ácido fosfórico. Por haver necessidade de manter os espaços interfibrilares expandidos para a adequada infiltração dos monômeros adesivos, deve-se evitar ressecamento da dentina. Se isso ocorrer, a dentina deve ser novamente umedecida com água antes da aplicação do primer e/ou do primer/adesivo.

Atividade 10

Resposta: **C**

Comentário: Os outros componentes dos sistemas autocondicionantes são similares aos dos sistemas convencionais (solventes orgânicos, diluentes, partículas de carga), embora apresentem maior complexidade química e característica mais hidrofílica.

Atividade 11

Resposta: **B**

Comentário: Os sistemas adesivos convencionais de três passos são compostos por ácido fosfórico, primer e adesivo. Já os sistemas adesivos convencionais de dois passos são compostos por ácido fosfórico e primer/adesivo, pois há um único frasco com primer e adesivo juntos.



Atividade 13

Resposta: **B**

Comentário: A fricção dos sistemas adesivos autocondicionantes sobre a estrutura dental facilita o processo de condicionamento, porque cria canais de penetração na *smear layer* até a dentina subjacente, permitindo infiltração dos monômeros ácidos e, assim, promovendo maior efetividade de condicionamento.

Atividade 14

Resposta: **A**

Comentário: III – O esmalte é composto por cerca de 96% de conteúdo mineral e 4% de conteúdo orgânico e água. Encontra-se organizado basicamente sob forma de prismas que são facilmente passíveis de desmineralização após a aplicação de ácido fosfórico e que não sofrem colabamento quando desidratados e IV - O esmalte, por ser altamente mineralizado, é capaz de promover rapidamente o tamponamento dos monômeros ácidos dos sistemas autocondicionantes, minimizando seu poder de desmineralização.

Atividade 15

Resposta: **C**

Comentário: Em uma cavidade, quando existir áreas com dentina esclerótica, afetada por cárie ou mesmo dentina normal profunda, pode-se adotar a aplicação de cimento de ionômero de vidro (CIV) previamente à utilização do sistema adesivo. Além de ser um material com propriedades biocompatíveis, o CIV proporciona adesão química efetiva ao dente, razão pela qual é o material de eleição nos casos em que há dificuldade de condicionamento e infiltração de monômeros.

Atividade 16

Resposta: **3 – 4 – 5 – 1 – 2.**

Atividade 17

Resposta: **D**

Comentário: A adesão à dentina normal é superior à da dentina esclerótica, pois nesta ocorre hipermineralização da superfície e deposição de minerais nos túbulos dentinários, o que dificulta o condicionamento e a infiltração dos monômeros adesivos. Além disso, quanto mais superficial a dentina, maior a adesão. Logo, uma dentina profunda proporciona adesão menor em comparação a uma dentina superficial.

Atividade 20

Resposta: **B**

Comentário: Devido à importância dos solventes no processo adesivo, e ao fato de que solventes como acetona evaporam mais rapidamente do que aqueles que contêm água, os

38 SISTEMAS ADESIVOS: APLICABILIDADE CLÍNICA E PROBLEMÁTICA



sistemas adesivos com acetona devem ser aplicados de forma passiva e os sistemas com água de forma ativa. Isso influi na evaporação do solvente, e conseqüentemente, na qualidade da adesão.

Atividade 21

Resposta: **D**

Comentário: Os solventes são agentes imprescindíveis para a evaporação de água da região de dentina desmineralizada. Todavia, devem ser evaporados antes da fotopolimerização para que não a comprometam. Deve-se aplicar o sistema adesivo na cavidade e esperar cerca de 30 segundos para que os solventes evaporem e carregem consigo a água. Para auxiliar a evaporação dos solventes, pode-se usar jatos de ar a uma distância de 20cm da cavidade.

Atividade 23

Resposta: **D**

REFERÊNCIAS

1. Anusavice KJ. Philips science of dental materials. 10 ed. Philadelphia: W. B. Saunders Co; 1996.
2. Eick JD, Johnson LN, Fromer JR, Good RJ, Neumann AW. Surface topography: its influence on wetting and adhesion in a dental adhesive system. J Dent Res. 1972 May-Jun;51(3):780-8.
3. Van Meerbeek B, Lambrechts P, Inokoshi S, Braem M, Vanherle G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. Oper Dent. 1992;Suppl 5:111-24.
4. Pashley DH, Horner JA, Brewer PD. Interactions of conditioners on the dentin surface. Oper Dent. 1992;Suppl 5:137-50.
5. Erickson RL. Surface interactions of dentin adhesive materials. Oper Dent. 1992;Suppl 5:81-94.
6. Carvalho RM. Sistemas adesivos: fundamentos para a aplicação clínica. Biodonto. 2004;2(1):7-86.
7. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res. 1955 Dec;34(6):849-53.
8. Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. J Dent Res. 1979 Apr;58(4):1364-70.
9. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. J Biomed Mater Res. 1982 May;16(3):265-73.
10. Nakabayashi N, Pashley DH. Hybridization of dental hard tissues. Chicago: Quintessence; 1988.



11. Xu J, Stangel I, Butler IS, Gilson DF. An FT-Raman spectroscopic investigation of dentin and collagen surfaces modified by 2-hydroxyethylmethacrylate. *J Dent Res.* 1997 Jan;76(1):596-601.
12. 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.* 2003 May-Jun;28(3):215-35.
13. Kanca J 3rd. Improving bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. *J Am Dent Assoc.* 1992 Sep;123(9):35-43.
14. Gwinnett AJ. Moist versus dry dentin: its effect on shear bond strength. *Am J Dent.* 1992 Jun;5(3):127-9.
15. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater.* 2001 Jul;17(4):296-308.
16. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater.* 2001 Sep;17(5):430-44.
17. Bhaskar SN. *Histologia e embriologia oral de Orban.* 10 ed. São Paulo: Artes Médicas; 1989.
18. Yoshiyama M, Sano H, Ebisu S, Tagami J, Ciucchi B, Carvalho RM, et al. Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. *J Dent Res.* 1996 Jun;75(6):1404-13.
19. Yoshiyama M, Urayama A, Kimochi T, Matsuo T, Pashley DH. Comparison of conventional vs self-etching adhesive bonds to caries-affected dentin. *Oper Dent.* 2000 May-Jun;25(3):163-9.
20. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH. Ultrastructure of the resin-dentin interface following reversible and irreversible rewetting. *Am J Dent.* 1997 Apr;10(2):77-82.
21. Garcia FC, Moretto EP, Rodrigues JG, Carvalho RM. Efeito do brilho de superfície na resistência adesiva de primers experimentais à dentina mantida seca. *J Bras Clin Int.*; No prelo.
22. Pazinato FB, Atta MT. Influence of differently oriented dentin surfaces and the regional variation of specimens on adhesive layer thickness and bond strength. *J Esthet Rest Dent.*; No prelo.
23. Chan KM, Tay FR, King NM, Imazato S, Pashley DH. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. *Am J Dent.* 2003 Oct;16(5):340-6.
24. Yamauchi J. Study of dental adhesive containing phosphoric acid methacrylate monomer. *Jap J Dent Mater.* 1986;Suppl 5:144-54.
25. Ikemura K, Endo T. Effect on adhesion of new polymerization initiator systems comprising 5-monosubstituted barbituric acids, aromatic sulphonate amides, and tert-butyl peroxy maleic acid in dental adhesive resin. *J Appl Polym Sci.* 1999;72: 1655-68.
26. Sanares AM, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater.* 2001 Nov;17(6):542-56.

40 SISTEMAS ADESIVOS: APLICABILIDADE CLÍNICA E PROBLEMÁTICA



27. Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Toledano M, Tay FR. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. *Oper Dent.* 2003 Nov-Dec;28(6):747-55.
28. Nyunt MM, Imai Y. Adhesion to dentin with resin using sulfinic acid initiator system. *Dent Mater J.* 1996 Dec;15(2):175-82.
29. Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res.* 2002 Jul;81(7):472-6.
30. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent.* 2002 Sep-Nov;30(7-8):371-82.
31. Tay FR, Pashley DH. Water treeing—a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. *Am J Dent.* 2003 Feb;16(1):6-12.
32. Li H, Burrow MF, Tyas MJ. The effect of concentration and pH of silver nitrate solution on nanoleakage. *J Adhes Dent.* 2003 Spring;5(1):19-25.
33. Okuda M, Pereira PN, Nakajima M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of resin dentin interface: nanoleakage vs. microtensile bond strength. *Oper Dent.* 2002 May-Jun;27(3):289-96.

