

## RESTAURAÇÕES ADESIVAS COM RESINA COMPOSTA: DURABILIDADE DA LINHA DE UNIÃO

### ADHESIVE RESTORATIONS WITH COMPOSITE RESIN: DURABILITY OF BONDING INTERFACE

Gabriela Luna Santana Gomes \*  
Fábio Barbosa de Souza \*\*  
Cláudio Heliomar Vicente da Silva \*\*\*

#### RESUMO

O presente trabalho objetiva realizar uma revisão crítica que busque esclarecer os mecanismos responsáveis pela degradação da união, assim como analisar as informações da literatura e propor medidas para a realização de restaurações mais duradouras. Apesar do avanço tecnológico que proporcionou o surgimento de resinas compostas mais estéticas e resistentes ao desgaste, esses materiais ainda apresentam problemas em relação à obtenção e preservação do selamento proporcionado pelo sistema adesivo. Revisando a literatura acerca dessa problemática, o ataque enzimático às fibras colágenas expostas, assim como a dissolução dos componentes do adesivo parecem explicar o mecanismo de degradação da adesão a longo prazo. Dessa maneira, mudanças no protocolo clínico como a aplicação de clorexidina ou EDTA têm sido propostas visando aumentar a estabilidade de união dente-restauração.

DESCRITORES: Resinas compostas • Adesivos dentinários • Dentina, longevidade.

#### ABSTRACT

The present work aims to accomplish a critical review to explain the responsible mechanisms for the degradation of the union, as well as to analyze the information of the literature and to propose measures for the accomplishment of more durable restorations. In spite of the technological progress that it provided the appearance of more aesthetic and resistant resins to the wear and tear, these materials still present problems in relation to the obtaining and preservation of the sealing proportionate for the adhesive system. Revising the literature about this problem, the enzymatic attack to the collagen fibers exposed, as well as the dissolution of the components of the bonding agent seem to explain the mechanism of degradation of the long term adhesion. Of that it sorts things out, changes in the clinical protocol like the chlorhexidine application or EDTA have been proposed seeking to increase the union stability tooth - restoration.

DESCRIPTORES: Composite resins • Dentin-bonding agents • Dentin, longevity.

\* Mestranda em Odontologia – área de concentração Dentística - pela Faculdade de Odontologia de Pernambuco – Universidade de Pernambuco; Especialista em Dentística pelo HGeR – ABOMI. E-mail: gabrielaluna\_odonto@hotmail.com

\*\* Doutorando em Dentística pela Faculdade de Odontologia de Pernambuco – Universidade de Pernambuco; Professor convidado do Curso de especialização em Dentística do HGeR – ABOMI; Professor Assistente de Clínica Integrada da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte. E-mail: fbsonline@ig.com.br

\*\*\* Professor Dr. de Dentística da Universidade Federal de Pernambuco. Coordenador do Curso de especialização em Dentística do HGeR – ABOMI. E-mail: claudio\_rec@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações da Odontologia, desde seu início, foi a de encontrar um material restaurador que, além de restabelecer a função do elemento dental, apresentasse adequada resistência à abrasão, boa adaptação marginal, biocompatibilidade e que reproduzisse a cor natural dos dentes (Baratieri *et al.*<sup>1</sup>, 1992). Atualmente, as resinas compostas, idealizadas por Bowen, em 1962, representam o estado da arte na realização de restaurações diretas.

Até algum tempo atrás, as falhas ocorridas nas restaurações estéticas com resina composta estavam associadas ao desgaste oclusal e às fraturas marginais. Recentemente, devido ao avanço tecnológico, as falhas clínicas ocorrem como uma consequência da infiltração marginal, da sensibilidade pós-operatória e irritação pulpar causados por problemas na obtenção e preservação do selamento proporcionado pelo sistema adesivo mais do que com a formulação da resina composta (Carvalho *et al.*<sup>2</sup>, 2003).

Esse vedamento na interface dente-restauração pode ser obtido através do emprego de uma tecnologia adesiva convencional (hibridização) ou através da tecnologia autocondicionante (integração). Apesar de essas manobras permitirem uma união efetiva do material restaurador com a estrutura dentária, o grande questionamento que os pesquisadores têm relatado é quanto à estabilidade dessas ligações. Será que as restaurações adesivas permitem uma durabilidade aceitável?

De acordo com a literatura (Hashimoto *et al.*<sup>3</sup>, 2000; Okuda *et al.*<sup>4</sup>, 2002 e De Munck *et al.*<sup>5</sup>, 2003), o declínio da adesão, com o passar dos anos, ocorre devido à degradação hidrolítica da resina e proteólise das fibras colágenas desprotegidas dentro da dentina descalcificada e que é ocasionada por enzimas endógenas presentes na própria dentina.

Inúmeras pesquisas laboratoriais (Okuda *et al.*<sup>6</sup> 2001; Hashimoto *et al.*<sup>7</sup>, 2003; Bedran-De-Castro *et al.*<sup>8</sup>, 2004; Burrow *et al.*<sup>9</sup>, 2005; Inoue *et al.*<sup>10</sup>, 2005) e clínicas (Sano *et al.*<sup>11</sup>, 1999; Hashimoto *et al.*<sup>3</sup>, 2000; Takahashi *et al.*<sup>12</sup>, 2002; Koshiro *et*

*al.*<sup>13</sup>, 2004) têm demonstrado uma diminuição da força de adesão com o passar do tempo. Baseados nesses dados, vários pesquisadores têm se esforçado na busca por mecanismos que possam solucionar o problema e propiciar a realização de procedimentos restauradores mais duráveis (Pashley *et al.*<sup>14</sup>, 2002; Hashimoto *et al.*<sup>15</sup>, 2004; Cadenaro *et al.*<sup>16</sup>, 2005; Hebling *et al.*<sup>17</sup>, 2005; Ito *et al.*<sup>18</sup>, 2005; King *et al.*<sup>19</sup>, 2005; Osório *et al.*<sup>20</sup>, 2005; Van Landuyt *et al.*<sup>21</sup>, 2005; Breschi *et al.*<sup>22</sup>, 2006; Carrilho *et al.*<sup>23</sup>, 2007; França *et al.*<sup>24</sup>, 2007; Pasquantonio *et al.*<sup>25</sup>, 2007).

Tanto para o profissional que executa, quanto para o paciente que se submete ao tratamento restaurador, a realização de procedimentos adesivos que não apresentem longevidade clínica gera insatisfação, maiores gastos e um ciclo restaurador repetitivo. Sendo assim, a elaboração de um trabalho que busque esclarecer os mecanismos responsáveis pela degradação da união, assim como analisar as informações da literatura e propor medidas para a realização de restaurações mais duráveis, mostra-se bastante oportuna, sendo importante nos campos teóricos e práticos da Dentística.

## REVISÃO DA LITERATURA

### *Análise in vitro*

Okuda *et al.*<sup>6</sup> (2001), objetivando testar a hipótese de que a durabilidade a longo prazo dos sistemas adesivos à dentina estaria diretamente relacionada com a nanoinfiltração, realizaram um estudo com molares humanos, subdividindo-os em 2 grupos conforme os sistemas adesivos convencionais a serem utilizados: Single Bond (Bisco) e One Step (3M ESPE). Os corpos de prova foram divididos em 4 grupos de acordo com o tempo a ser estudado (1 dia, 3 meses, 6 meses e 9 meses). Após a realização dos testes de resistência adesiva à microtração (RA $\mu$ T) e de nanoinfiltração, os autores concluíram que a resistência adesiva nos dois adesivos dentinários diminuiu ao longo do tempo. A nanoinfiltração quase não demonstrou mudanças ao longo do tempo e não houve uma correlação entre a resistência adesiva e a nanoinfiltração.

Em 2002, Okuda *et al.*<sup>4</sup> pesquisaram,



com os mesmos períodos de tempo, 2 sistemas autocondicionantes: Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray) e Fluoro Bond (Shofu). Após a realização dos testes de RAµT e de nanoinfiltração, os autores concluíram que houve uma significativa correlação negativa entre os dois testes realizados com o Clearfill Liner Bond depois de 3, 6 e 9 meses. Em relação ao Fluor Bond não houve correlação significativa entre os testes de resistência adesiva e nanoinfiltração.

Hashimoto *et al.*<sup>7</sup> (2003) avaliaram a durabilidade da adesão de dois sistemas adesivos: um autocondicionante de passo único e um condicionante total, quando aderidos a dentes humanos, durante 24 horas, 6 e 12 meses. Após o teste de RAµT e subsequente análise morfológica, obtiveram como resultado que a adesão do autocondicionante foi significativamente maior que a do convencional no 1<sup>a</sup> dia. Depois, com 12 meses, a adesão dos 2 sistemas adesivos diminuiu significativamente e ficaram similares. Mudanças morfológicas puderam ser vistas nos 2 tipos de adesivos.

De Munck *et al.*<sup>26</sup> (2006) determinaram a efetividade adesiva de 6 adesivos diferentes: um condicionante total de 3 passos e de 2 passos, um autocondicionante de dois passos e um de passo único e um adesivo ionomérico modificado por resina de dois passos e de passo único. Após 24 horas e 1 ano de armazenamento, o teste de RAµT foi realizado. Como resultado os autores obtiveram que somente o OptiBond FL (convencional de 3 passos) e o Clearfil SE (autocondicionante de dois passos) não apresentaram diminuição na resistência adesiva a longo prazo. A efetividade adesiva dos adesivos simplificados (Scotchbond 1, Adper Prompt, FujiBond LC e Reactmer) foi de praticamente zero devido às falhas pré-testes após 1 ano de exposição ao meio aquoso.

Do Amaral *et al.*<sup>27</sup> (2008) avaliaram a RAµT de uma resina composta aderida à dentina pré-tratada com laser Er:YAG após longo tempo de estocagem e termociclagem. Como resultado, obtiveram que, em geral, o grupo pré-tratado com a broca apresentou valores mais altos de resistência adesiva do que o grupo tratado com o laser. Com 1 mês de estocagem e

2.000 TC, a performance do sistema adesivo aderido à dentina irradiada com o laser foi negativamente afetada.

Reis *et al.*<sup>28</sup>, em 2008, avaliaram a RAµT após 24 horas e 6 meses da aplicação de três sistemas adesivos autocondicionantes de passo único submetidos a diferentes modos de aplicação. Como resultado, obtiveram que a aplicação de uma dupla camada do adesivo com as instruções do fabricante, seguida da aplicação de uma resina hidrofóbica, melhoraram de imediato a adesão. Os valores de resistência obtidos após 6 meses foram maiores quando a camada de resina hidrofóbica foi utilizada.

#### *Análise in vivo*

Sano *et al.*<sup>11</sup> (1999) avaliaram a durabilidade da resistência adesiva à dentina restaurada na cavidade oral de macacos. Doze dentes hígidos foram restaurados utilizando-se um sistema adesivo autocondicionante (Clearfil Liner Bond II/ Kuraray). Após a confecção das restaurações, os dentes foram extraídos em três diferentes momentos: imediatamente, 6 meses e 1 ano. Após esses períodos de tempo, a resistência adesiva mensurada permaneceu estável ao longo de 1 ano de avaliação. As observações em microscopia eletrônica de varredura (MEV) revelaram um aumento de porosidade na camada híbrida ao longo do tempo.

Hashimoto *et al.*<sup>3</sup> (2000) avaliaram, através do teste de RAµT, se a força adesiva seria reduzida ao longo do tempo. Assim, molares decíduos foram tratados com ácido maleico a 10%, Primer do sistema Scotchbond Multi-Purpose/ 3M ESPE, por 10 segundos, Bond por igual tempo e realização das restaurações. Passados de 1 a 3 anos, os dentes foram extraídos. Como grupo-controle, os autores utilizaram dentes extraídos por razões ortodônticas, submetidos ao processo restaurador e estocados por 24 horas em água destilada. Após a realização do teste, observou-se uma significativa diferença entre os três grupos. A análise dos resultados deste estudo indicou que a degradação da capacidade adesiva ocorre na cavidade oral com o passar dos anos.

Em 2002, Takahashi *et al.*<sup>12</sup> avaliaram



a durabilidade da adesão de 2 sistemas adesivos. Os pesquisadores selecionaram seis dentes de macaco com cavidades classe V e realizaram os procedimentos restauradores utilizando os adesivos Unifil Bond/ GC e o Fuji Bond LC/ GC. Um ano após, outros dez dentes foram restaurados com os mesmos materiais. Para uma examinação *in vitro*, mais seis dentes foram extraídos, restaurados de maneira similar e armazenados durante 1 dia. Todos os espécimes foram submetidos ao teste de RA $\mu$ T e análise através de MEV. Como resultado, os autores obtiveram que não houve diferença estatisticamente significativa entre a resistência adesiva obtida com o Unifil Bond nas três condições de avaliação. Para o Fuji Bond LC, a adesão com um dia *in vitro* foi significativamente maior que a encontrada em 1 ano *in vivo*, sendo que esta tendeu a diminuir com o tempo. Contudo, uma diferença estatisticamente significativa não foi observada.

Koshiro *et al.*<sup>13</sup> (2004) avaliaram a durabilidade da adesão entre a dentina e dois sistemas adesivos – um autocondicionante e um condicionante total de dois passos - através do teste de RA $\mu$ T e observação microscópica. Para tal, dentes de macaco foram tratados com os sistemas adesivos e restaurados com a resina Z250/3M ESPE. Um ano depois, dez dentes - subdivididos nos mesmos grupos - foram restaurados de igual maneira. No dia seguinte, os dentes foram extraídos. Na avaliação em MEV, observou-se que a interface adesiva do autocondicionante, com 24 horas e 1 ano, não exibiu mudanças notáveis. Nos espécimes de 1 ano restaurados com o sistema convencional, porções da camada híbrida haviam desaparecido. Na avaliação da resistência adesiva, para ambos os altos valores de adesão com 1 dia diminuíram significativamente em 1 ano.

Koshiro *et al.*<sup>29</sup> (2005) examinaram, através de microscopia, a ultraestrutura interfacial desses dois adesivos aderidos à dentina 1 ano após o procedimento restaurador. Depois da análise, considerando que não houve mudanças morfológicas notáveis na interface observada entre 1 dia e 1 ano para os espécimes do Unifil Bond, o Single Bond exibiu sinais de degradação interfacial. Desse modo, os pesquisado-

res concluíram que a interface produzida pelo agente condicionante total foi menos resistente à degradação do que a produzida pelo autocondicionante.

Van Dijken e Pallesen<sup>30</sup> (2008) avaliaram a retenção a longo prazo de materiais restauradores à dentina. Um total de 270 restaurações classe V, utilizando-se quatro adesivos condicionantes totais, um sistema autocondicionante e um cimento de ionômero de vidro modificado por resina foram utilizados para selar as cavidades. As restaurações foram avaliadas com 6, 12, 18 e 24 meses e depois anualmente durante 13 anos seguidos. A efetividade de adesão foi determinada através da porcentagem de restaurações perdidas. Como resultado os pesquisadores obtiveram, durante os 13 anos, uma taxa de perda de 53% com taxas significantes de diferença dependendo do material utilizado. Dessa maneira, os autores puderam concluir que todos os sistemas apresentaram uma contínua degradação da adesão a qual foi independente da estratégia adesiva utilizada.

## DISCUSSÃO

Na cavidade oral, fatores como a umidade, estresse físico, hábitos mastigatórios, componentes dietéticos e mudanças de temperatura e pH atuando simultaneamente podem acelerar a degradação dos sistemas adesivos (Sano *et al.*<sup>11</sup>, 1999; Hashimoto *et al.*<sup>3</sup>, 2000; Takahashi *et al.*<sup>12</sup> 2002; Koshiro *et al.*<sup>13</sup>, 2004).

De acordo com Amaral *et al.*<sup>31</sup> (2007) a interface dente-restauração é submetida principalmente à degradação química e mecânica. Quimicamente a interface dente-material é exposta à saliva a qual contém enzimas humanas e bacterianas provenientes da matriz dentinária e que podem conduzir à hidrólise dos componentes resinosos com consequente degradação da adesão.

No que diz respeito ao estresse mecânico, De Munck *et al.*<sup>32</sup> (2005) afirmam que tensões no ambiente intraoral são geradas a cada ciclo mastigatório e em alguns locais o estresse de concentração pode exceder a resistência de união na região interfacial conduzindo a uma infiltração que pode inclusive alterar a inte-



gridade estrutural do material. Além disso, mudanças na temperatura também podem induzir contrações repetitivas à interface dente-restauração aumentando, assim, os efeitos da sorção de água (Gale *et al.*<sup>33</sup>, 1999).

A durabilidade de adesão não é a mesma para os diferentes sistemas adesivos. Embora a afirmação de Van Dijken *et al.*<sup>34</sup> (2007) de que todos os sistemas adesivos mostram uma contínua diminuição da adesão, a qual é independente da estratégia adesiva utilizada seja coerente, alguns trabalhos (Hashimoto *et al.*<sup>7</sup>, 2003; Koshiro *et al.*<sup>13</sup>, 2004 e Reis *et al.*<sup>35</sup>, 2007) confirmam que existem diferenças na intensidade desta queda de resistência de união.

Os adesivos convencionais promovem a adesão através do processo de hibridização, ou seja, após a remoção dos cristais de hidroxiapatita e da smear layer, através do condicionamento ácido, as fibras colágenas expostas são envolvidas pelos componentes resinosos do sistema adesivo. Já os adesivos autocondicionantes promovem a adesão através da integração, processo no qual a lama dentinária não é removida, mas se integra ao processo adesivo, permanecendo no interior da camada híbrida. Nesse caso, a força de adesão é reduzida em relação aos convencionais porque o embricamento com a trama de colágeno é menor (Busato *et al.*<sup>36</sup>, 2002).

Estudos a longo prazo têm evidenciado que adesivos autocondicionantes de passo único apresentam baixa resistência adesiva (Hashimoto *et al.*<sup>7</sup>, 2003) e maior solubilidade (Reis *et al.*<sup>35</sup>, 2007) quando comparados aos sistemas adesivos de 2 passos ou aos convencionais. No entanto, pesquisas têm evidenciado que os autocondicionantes de dois passos apresentam uma capacidade de união mais estável (Burrow *et al.*<sup>9</sup>, 2005), assim como uma interface adesiva inalterada ao longo do tempo (Koshiro *et al.*<sup>13</sup>, 2004). Já os convencionais, a curto prazo, apresentam uma boa penetração dos componentes resinosos nos espaços interfibrilares, formação de uma camada híbrida espessa e longos tags de resina. Entretanto, após 1 ano, espaços vazios podem ser observados na interface adesiva, indicando o desaparecimento da camada híbrida e aumento da

porosidade.

A degradação da adesão ocorre através do ataque enzimático às fibras colágenas não protegidas pelo adesivo e através da dissolução dos componentes resinosos que se haviam infiltrado na matriz dentinária.

Quando agentes condicionadores ácidos são utilizados para remover a smear layer, resultando na desmineralização da superfície da dentina, existe o risco de, após a aplicação do adesivo, este não envolver completamente as fibras colágenas que foram expostas na etapa anterior. Tais fibras tornam-se susceptíveis à ação de enzimas proteolíticas, que levam à dissolução da camada híbrida. Essas enzimas são conhecidas como metaloproteinases endógenas (MMP) e estão presentes na dentina humana (Carrilho *et al.*<sup>23</sup>, 2007).

Quanto à dissolução dos componentes do adesivo, esta pode vir a ocorrer caso haja uma polimerização incompleta do adesivo dentro da camada híbrida devido à presença de água residual no substrato dentinário durante a aplicação do adesivo.

Conforme Breschi *et al.*<sup>37</sup> (2008) diferentes pesquisas têm sido propostas com o objetivo de melhorar a infiltração dos monômeros resinosos, reduzir a taxa de sorção de água e a degradação do colágeno. Dessa maneira, o prolongamento do tempo de aplicação (Van Landuyt *et al.*<sup>21</sup>, 2005) e fotoativação dos sistemas adesivos (Cadenaro *et al.*<sup>16</sup>, 2005), a utilização de uma camada adicional de agente resinoso hidrofóbico (King *et al.*<sup>19</sup>, 2005), aplicação de múltiplas camadas (Pashley *et al.*<sup>14</sup>, 2002; Hashimoto *et al.*<sup>15</sup>, 2004 e Ito *et al.*<sup>18</sup>, 2005), utilização de clorexidina (substância inibidora das MMP) (Hebling *et al.*<sup>17</sup>, 2005 e Carrilho *et al.*<sup>23</sup>, 2007), EDTA (Osório *et al.*<sup>20</sup>, 2005) e de corrente elétrica para melhorar a impregnação do monômero (Breschi *et al.*<sup>22</sup>, 2006 e Pasquantonio *et al.*<sup>25</sup>, 2007) são algumas das modificações dos protocolos clínicos sugeridas para aumentar a estabilidade de união.

De acordo com Van Landuyt *et al.*<sup>21</sup> (2005), uma maneira simples de melhorar a eficácia e a estabilidade adesiva está relacionada com o prolongamento do tem-





po de aplicação do adesivo (10 minutos) para que haja a total evaporação do solvente. Contudo, clinicamente esse tempo é quase inviável.

Conforme Cadenaro *et al.*<sup>16</sup> (2005), a extensão do tempo de fotoativação dos adesivos, além do recomendado pelos fabricantes (20 segundos), resulta em uma melhor polimerização, reduzida permeabilidade e parece ser um dos possíveis meios para melhorar o desempenho desses adesivos, uma vez que contribui para reduzir a percentagem de oligômeros não fotoativados.

No entanto, vale ressaltar que, na pesquisa realizada pelos autores acima, apenas os dois adesivos convencionais alcançaram uma polimerização considerada ótima (100 e 99%), enquanto os dois auto-condicionantes ainda permaneceram subpolimerizados até mesmo com 60 segundos de irradiação por luz. Essas diferenças podem estar diretamente relacionadas com a composição dos adesivos simplificados que possuem uma alta concentração de monômeros hidrofílicos.

Em 2005, um estudo realizado por Ito *et al.*<sup>18</sup> evidenciou que uma única aplicação dos adesivos simplificados produz baixa resistência adesiva. Uma segunda camada é capaz de aumentar um pouco a resistência de união sem, contudo, apresentar diferença estatística. O efeito de múltiplas camadas só alcançou diferença significativa apenas após 3 camadas, sendo o máximo atingido após 4 camadas. Esses resultados confirmam que mudanças simples na técnica adesiva, tais como a aplicação de mais camadas dos adesivos simplificados, podem aumentar a resistência adesiva inicial e conseqüentemente a longo prazo.

Um agente resinoso hidrofóbico também pode ser utilizado para aumentar a resistência adesiva dos adesivos autocondicionantes de passo único, os quais têm seu uso um pouco mais restrito devido à incompatibilidade química com compósitos de presa química e por atuarem como uma membrana permeável à passagem de água após a sua polimerização.

No trabalho realizado por King *et al.*<sup>19</sup> (2005), os autores pesquisaram a viabilidade de converter adesivos de passo único

em adesivos de 2 passos através da utilização de um agente resinoso hidrofóbico. Como resultado, eles obtiveram que tanto a incompatibilidade como a passagem de água foram eliminadas pela conversão em um sistema de 2 passos.

A clorexidina tem sido uma substância amplamente utilizada como agente antimicrobiano, inclusive para a desinfecção de cavidades antes da restauração (Carrilho *et al.*<sup>23</sup>, 2007). Quando aplicada após o condicionamento ácido, as fibras colágenas desnudas, vulneráveis à degradação pelas MMP, são expostas à clorexidina que é selada após a aplicação do adesivo resinoso.

Atualmente, não se sabe como é o mecanismo de ação da clorexidina sobre estas enzimas. O que se sabe é que as atividades colagenolíticas e gelatinolíticas dentinárias podem ser suprimidas pelos inibidores de protease, no caso a clorexidina a 2%, indicando assim que a inibição das MMP pode ser benéfica na preservação da camada híbrida, como encontrado nos estudos de Hebling *et al.*<sup>17</sup> (2005) e Carrilho *et al.*<sup>23</sup> (2007).

As fibras colágenas desprotegidas dentro da camada híbrida comprometem a longevidade das restaurações. No entanto, uma maneira de se evitar esse fenômeno seria a utilização de uma solução ácida que não desmineralizasse tanto a dentina, como o ácido fosfórico a 35%. Sendo assim, propôs-se a utilização do EDTA como agente desmineralizante, o qual permite que as fibras não sejam completamente alteradas e contenham ainda uma maior quantidade de minerais intrafibrilares.

Em 2005, Osório *et al.*<sup>20</sup>, ao realizarem uma pesquisa *in vitro* com dentina pré-tratada com EDTA, obtiveram resultados satisfatórios com esse material. De acordo com os autores, uma possível explicação para o resultado obtido com o EDTA é que pode ter havido uma melhor infiltração resinsosa na matriz colágena desmineralizada, devido ao mineral residual nas fibras colágenas, aumentando-se a estabilidade da matriz orgânica. No entanto, trabalhos a longo prazo para determinar a estabilidade com o EDTA ainda são necessários. Além disso, existe a possibilidade de que o efeito observado pelo EDTA na dentina

seja dependente da composição do sistema adesivo.

A utilização de um protocolo adesivo empregando corrente elétrica para aumentar a infiltração de monômeros nos sistemas de condicionamento total (Pasquantonio *et al.*<sup>25</sup>, 2007) e autocondicionantes (Breschi *et al.*<sup>22</sup>, 2006) tem sido recentemente reportada. Tal corrente elétrica seria gerada por um dispositivo denominado ElectroBond, onde o adesivo fica disponível em uma esponja sobre a dentina e sua liberação ocorre através da ativação da diferença de potencial elétrico entre a estrutura do dente condicionado e o adesivo.

## CONCLUSÕES

1) A permanência de fibras colágenas expostas susceptíveis ao ataque enzimático, assim como a dissolução dos componentes resinosos do adesivo devido a uma subpolimerização ou à alta hidrofília deste, são fatores que levam ao comprometimento da adesão a longo prazo.

2) Os adesivos autocondicionantes de dois passos representam os agentes de união com maior estabilidade morfológica ao longo do tempo, enquanto que os de passo único apresentaram os mais baixos valores de resistência adesiva.

3) Mudanças no protocolo clínico, como a aplicação de clorexidina após o condicionamento ácido ou a utilização de EDTA, têm proporcionado aumento da durabilidade dos procedimentos adesivos.

## REFERÊNCIAS

1. Baratieri, LN, Monteiro Júnior S, Vieira LCC, Poletto LTA. Restaurações com Resinas Compostas (Classes V e III). In: Baratieri e cols. Dentística: procedimentos preventivos e restauradores. São Paulo: Santos; 1992.
2. Carvalho RM, Carrillo MRO, Pereira LCG, Garcia FCP, Marquezini L. Durabilidad de la unión resina-dente. Una dimensión olvidada. In: Henostroza GH. *et al.* Adhesión en Odontología Restauradora. Editora Maio; 2003.
3. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J Dent Res*, 2000 Jan; 79(6):1385-91.
4. 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.
5. De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Suzuki K, Lanbrechts P, Vanherlé G. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res*, 2003 Feb; 82(2):136-40.
6. Okuda M, Pereira PN, Nakajima M, Tagami J. Relationship between nanoleakage and long-term durability of dentin bonds. *Oper Dent*, 2001 Sep-Oct; 26(5): 482-90.
7. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. Degradation patterns of different adhesives and bonding procedures. *J Biomed Mater Res, Part B: Appl. Biomater.* 2003 Jul 15; 66(1): 324-30.
8. Bedran-De-Castro AK, Pereira PN, Pimenta LA. Long-term bond strength of restorations subjected to thermo-mechanical stresses over time. *Am J Dent*, 2004 Oct; 17(5): 337-341.



9. Burrow MF, Harada N, Kitasako Y, Nikaido K, Tagami J. Seven-year dentin bond strengths of a total- and self-etch system. *Eur J Oral Sci.*, 2005 Jun; 113(3): 265-70.
10. Inoue S, Koshiro K, Yoshida Y, De Munk J, Nagakane K, Suzuki K, et al. Hydrolytic stability of self-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res* 2005 Dec; 84(12):1160-4.
11. Sano H, Yoshikawa T, Pereira PN, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, et al. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J Dent Res*, 1999 Apr; 78(4):906-911.
12. Takahashi A, Inoue S, Kawamoto C, Ominato R, Tanaka T, Sato Y, et al. In vivo long-term durability of the bond to dentin using two adhesive systems. *J Adhesive Dent*, 2002 Summer; 4 (2): 151-9.
13. Koshiro K, Inoue S, Tanaka T, Kaase K, Fujita M, Hashimoto M, et al. In vivo degradation of resin-dentin bonds produced by a self-etch vs. a total-etch adhesive system. *Eur J Oral Sci*, 2004 Aug; 112(4): 368-75.
14. Pashley EL, Agee KA, Pashley DH, Tay FR. Effects of one versus two applications of an unfilled, all-in-one adhesive on dentine bonding. *J Dent*, 2002 Feb-Mar; 30(2-3): 83-90.
15. Hashimoto M, Sano H, Yoshida E, Horii M, Kaga M, Oguchi H, et al. Effects of multiple adhesive coatings on dentin bonding. *Oper Dent*, 2004 Jul-Aug; 29(4): 416-23.
16. Cadenaro M, Antonioli F, Sauro S, Tay FR, Di Lenarda R, Prati C, et al. Degree of conversion and permeability of dental adhesives. *Eur J Oral Sci*, 2005 Dec; 113(6): 525-30.
17. Hebling J, Pashley DH, Tjäderhane L, Tay FR. Chlorhexidine arrests subclinical degradation of dentin hybrid layers in vivo. *J Dent Res*, 2005 Aug; 84(8):741-6.
18. Ito S, Tay FR, Hashimoto M, Yoshiyama M, Saito T, Brackett WW, et al. Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding. *J Adhes Dent*, 2005; 7(2):133-41.
19. King NM, Tay FR, Pashley DH, Hashimoto M, Ito S, Brackett WW, et al. Conversion of one-step to two-step self-etch adhesives for improved efficacy and extended application. *Am J Dent*, 2005 Apr; 18(2):126-34.
20. Osório R, Erhardt MC, Pimenta LA, Osorio E, Toledano M. EDTA Treatment Improves Resin-Dentin Bonds' Resistance to Degradation. *J Dent Res*, 2005 Aug; 84(8):736-40.
21. Van Landuyt KI, De Munck J, Snauwaert J, Coutinho E, Poitevin A, Yoshida Y, et al. Monomer-solvent phase separation in one-step self-etch adhesives. *J Dent Res*, 2005 Feb; 84(2): 183-8.
22. Breschi L, Mazzoni A, Pashley DH, Pasquantonio G, Ruggeri A, Suppa P, et al. Electric current-assisted application of self-etch adhesives to dentin. *J Dent Res*, 2006; 85(12): 1092-6.
23. Carrilho MRO, Carvalho RM, De Góes MF, Di Hipólito V, Geraldini S, Tay FR, et al. Chlorhexidine preserves dentin bond *in vitro*. *J Dent. Res*, 2007 Jan; 86(1): 90-94.
24. França FM, Dos Santos AJ, Lovadino JR. Influence of air abrasion and long-term storage on the bond strength of self-etching adhesives to dentin. *Oper Dent*, 2007 May-Jun; 32(3):217-24.
25. Pasquantonio G, Tay FR, Mazzoni A, Suppa P, Ruggeri Jr A, Falconi M, et al. Electric device improves bonds of simplified etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater*, 2007 Apr; 23 (4): 513-8.



26. De Munck J, Shirai K, Yoshida Y, Inoue S, Van Landuyt K, Lambrechts P, *et al.* Effect of water storage on the bonding effectiveness of 6 adhesives to Class I cavity dentin. *Oper Dent*, 2006 Jun-Ago; 31(4):456-65.
27. Do Amaral FL, Colucci V, De Souza-Gabriel AE, Chinelatti MA, Palma-Dibb RG, Corona SA. Adhesion to Er:YAG laser-prepared dentin after long-term water storage and thermocycling. *Oper Dent*, 2008 Jan-Feb; 33(1):51-8.
28. Reis A, Albuquerque M, Pegoraro M, Mattei G, Bauer JR, Grande RH, *et al.* Can the durability of one-step self-etch adhesives be improved by double application or by an extra layer of hydrophobic resin? *J Dent*, 2008 May; 36(5): 309-315.
29. Koshiro K, Inoue S, Sano H, De Munk J, Van Meerbeek B. In vivo degradation of resin-dentin bonds produced by a self-etch vs. a total-etch adhesive system. *Eur J Oral Sci*, 2005 Aug; 113(4): 341-8.
30. Van Dijken JW, Pallesen U. Long-term dentin retention of etch-and-rinse and self-etch adhesives and a resin-modified glass ionomer cement in non-carious cervical lesions. *Dent Mater*, 2008 Jul; 24(7): 915-922.
31. Amaral FL, Colucci V, Palma-Dibb RG, Corona SA. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *J Esthet Restor Dent*, 2007; 19(6): 340-53; discussion 354.
32. De Munck, J, Van Meerbeek B, Van Landuyt K, Lambrechts P. Influence of a shock absorbing layer on the fatigue resistance of a dentin-biomaterial interface. *Eur J Oral Sci*, 2005; 113:1-6.
33. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*, 1999 Feb; 27(2):89-99.
34. Van Dijken JW, Sunnegårdh-Grönberg, K, Lindberg A. Clinical long-term retention of etch-and-rinse and self-etch adhesive systems in non-carious cervical lesions. A 13 years evaluation. *Dent Mater*, 2007 Sep; 23(9): 1101-7.
35. Reis AF, Giannini M, Pereira PN. Influence of water-storage time on the sorption and solubility behavior of current adhesives and primer/adhesive mixtures. *Oper Dent*, 2007 Jan-Feb; 32(1):53-59.
36. Busato ALS, González-Hernández PA, Macedo RP. Materiais Restauradores. In: \_\_\_\_\_ Dentística: restaurações estéticas. São Paulo: Artes Médicas; 2002.
37. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, Dorigo EDS. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater*, 2008 Jan; 24(1): 90-101.

Recebido em: 29/02/2009

Aceito em: 01/10/2009

