

## RESISTÊNCIA ADESIVA DE RESTAURAÇÕES REPARADAS COM AMÁLGAMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

JAIME PORTUGAL\*; MÁRIO F. BERNARDO\*; LUÍS JARDIM\*\*; JORGE LEITÃO \*\*\*

### RESUMO

*Os Médicos Dentistas deparam-se frequentemente com restaurações em amálgama clinicamente deficientes. Em algumas situações, a reparação destas restaurações é uma alternativa aceitável à sua total substituição, uma vez que a condensação de amálgama recentemente triturado sobre uma superfície de amálgama já endurecido, conduz à união química entre os dois incrementos. Com o objectivo de aumentar a força de união entre estes incrementos de amálgama, têm sido propostos diversos procedimentos operatórios. Os últimos dados disponíveis na bibliografia indicam que a utilização de mercúrio em excesso na interface de união do amálgama reparado, assim como a utilização de sistemas adesivos não são aconselháveis. A criação de rugosidades na superfície do amálgama a reparar aumenta a resistência adesiva das restaurações reparadas com amálgama. No entanto, segundo a maioria dos estudos, a aplicação de jactos abrasivos de óxido de alumínio não conduz a um aumento dos valores de resistência adesiva entre os dois materiais, quando comparada com a utilização dos outros métodos clínicos de abrasão convencionais, tais como brocas e pedras verdes.*

**Palavras-Chave:** reparação do amálgama, tratamento de superfície, sistemas adesivos.

### ABSTRACT

*In clinical practice, dentists frequently come across deficient amalgam restorations. In some situations, the repair of these restorations is an alternative to its total replacement. The condensation of fresh amalgam on amalgam surface already hardened leads to the chemical bond of the two increments. With the objective of increasing the bond strength between the new and the old amalgam, several operative procedures have been proposed. Available data shows that the application of mercury in the surface of the amalgam to be repaired, as well as the use of adhesive systems, is not recommended. Roughing the surface of the amalgam to be repaired increases the bond strength values between the two increments. However, according to most of the studies, the use of aluminum oxide air-abrasion doesn't lead to an increase of the bond strength values, when compared to other operative methods of conventional abrasion such as burs and greenstones.*

**Key-Words:** amalgam repair, surface treatment, adhesive systems.

### INTRODUÇÃO

O amálgama dentário continua a ser um dos materiais restauradores mais utilizados em dentisteria operatória, apesar da crescente preocupação sobre os efeitos ambientais produzidos pelos metais lançados nos esgotos prove-

nientes dos consultórios dentários, assim como os possíveis efeitos nocivos, para a saúde dos pacientes, relacionados com a libertação de mercúrio a partir de restaurações em amálgama, aplicadas na cavidade oral<sup>(18, 19, 37)</sup>. O amálgama dentário é, ainda, um material de eleição em muitas situações clínicas devido à sua durabilidade, facilidade de manipulação, propriedades físicas adequadas e baixo custo<sup>(1, 20)</sup>. No entanto, cerca de metade das restaurações realizadas em amálgama apresenta deficiências que obrigam à intervenção por parte do clínico, durante os primeiros dez anos em função<sup>(47)</sup>.

\*Médico Dentista. Assistente da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa (FMDUL).

\*\*Médico Dentista. Professor Associado da FMDUL.

\*\*\*Médico Estomatologista. Professor Catedrático da FMDUL.

Perante esta situação, o clínico poderá optar pela substituição ou pela reparação da restauração.

A substituição de uma restauração implica quase sempre redefinição das margens, o que significa um aumento do tamanho da cavidade dentária<sup>(11)</sup>, que pode variar entre 0,2 mm e 0,5 mm<sup>(24, 25)</sup>. À medida que as restaurações são removidas e substituídas, as cavidades alargam, tornando o dente mais frágil<sup>(48)</sup> e conduzindo, na maior parte das vezes, à necessidade de tratamento endodôntico ou ao recurso a reabilitação com prótese fixa através da realização de uma coroa<sup>(50)</sup>. A substituição de grandes restaurações feitas com amálgama pode significar riscos elevados para a integridade do órgão pulpo-dentinário<sup>(35)</sup>, assim como levantar dificuldades de ordem técnica ao clínico<sup>(41)</sup>. Por outro lado, a durabilidade de uma restauração parece diminuir com aumento do número de substituições do material restaurador a que foi sujeita. Segundo Barbakow et al.<sup>(5)</sup>, apenas cinco substituições são normalmente possíveis, antes da dentina e do esmalte se tornarem demasiado frágeis para reter uma restauração intracoronária em amálgama. Assim, sempre que possível, a reparação de restaurações deficientes deveria ser o tratamento escolhido, em detrimento da sua total remoção e substituição<sup>(4)</sup>.

A reparação de restaurações em amálgama foi definida por Barbakow et al.<sup>(5)</sup>, como a remoção e substituição de parte do amálgama existente. A maior parte da restauração original é conservada, por se apresentar clinicamente aceitável, sendo preparada uma cavidade no interior do bloco de amálgama que é preenchida com um novo incremento de amálgama.

Este procedimento tem sido indicado como uma alternativa viável à remoção total e substituição da restauração, em determinadas situações. Terkla, Mahler e Mitchem<sup>(61)</sup> referem que, quando uma restauração com amálgama apresenta pequenas fracturas, pequenas deficiências na adaptação marginal ou pequenas cáries secundárias, a reparação com adição de um novo incremento de amálgama poderá ser o procedimento indicado. A reparação de uma

restauração íntegra é sugerida por Cowan<sup>(17)</sup>, quando uma superfície dentária oposta à restauração, necessita de tratamento devido ao desenvolvimento de uma nova cárie. Berge<sup>(8)</sup> e Gordon et al.<sup>(32)</sup> acrescentam que na presença de pequenas fracturas de esmalte ou dentina, adjacentes a restaurações de amálgama, a reparação é um tratamento possível. Tem sido ainda sugerida a reparação de pequenas fracturas do amálgama recém-triturado que podem ocorrer durante a execução de uma restauração. Durante a escultura do amálgama, a remoção da matriz ou o encerramento inadvertido da boca pelo paciente antes da remoção dos excessos, podem originar pequenas fracturas que poderão ser imediatamente reparadas pela adição de uma nova mistura de amálgama<sup>(16, 61)</sup>.

No entanto, os clínicos optam frequentemente pela total remoção e substituição das restaurações em amálgama, em detrimento da sua reparação, citando como motivo a baixa magnitude da força de união conseguida entre os dois incrementos de amálgama<sup>(19)</sup>.

Na realidade, a maioria dos estudos referem uma redução da resistência mecânica de aproximadamente 50% em relação aos espécimes intactos. De facto, os valores de resistência adesiva do amálgama reparado, variam entre 7% e 98%, dependendo das variáveis utilizadas<sup>(37, 38, 39)</sup>. Assim, tradicionalmente, a reparação de restaurações em amálgama tem sido proposta apenas em áreas que não estejam sujeitas a tensões mastigatórias elevadas<sup>(5)</sup>.

Vários factores podem contribuir para melhorar a união entre o amálgama remanescente de uma restauração e o incremento de amálgama posteriormente adicionado. Entre eles, salientam-se a presença de mercúrio em excesso na interface de união, a rugosidade da superfície do amálgama a reparar, o eventual uso de sistemas adesivos, o tipo de liga de amálgama utilizado e o grau de envelhecimento da restauração inicial<sup>(37)</sup>.

### **1 - Influência da presença de mercúrio em excesso na interface de união**

Na tentativa de explicar o fenómeno de adesão entre dois incrementos de amálgama

em diferentes estádios de presa, Kirk <sup>(39)</sup> refere que o mercúrio do amálgama recentemente triturado, ao entrar em contacto com a superfície do amálgama num estádio de presa mais avançado, é capaz de dissolver algumas fases metalúrgicas, promovendo a criação de novos compostos inter-metálicos, responsáveis pela união entre os dois incrementos de amálgama. Deste modo, a utilização de mercúrio em excesso, quer na forma de uma gota de mercúrio friccionada sobre a superfície do amálgama envelhecido ou pela utilização de uma primeira porção, do amálgama posteriormente adicionado, com um maior proporção de mercúrio/liga, tem sido sugerido por diversos autores como uma maneira de aumentar a resistência adesiva do amálgama reparado.

O efeito de um condicionamento prévio com mercúrio da superfície do amálgama envelhecido tem sido avaliado em vários trabalhos, com resultados contraditórios.

Terkla, Mahler e Mitchem <sup>(61)</sup> e Hornberk, Duke e Norling <sup>(36)</sup> observaram que, aumentando a percentagem de mercúrio da primeira porção do amálgama a ser condensado sobre a superfície do amálgama envelhecido, se obtinham valores de adesão superiores aos valores registados nos espécimes reparados com a proporção de mercúrio/liga indicada pelo fabricante. Jorgensen e Saito <sup>(38)</sup> referem que a magnitude da força de adesão entre dois incrementos de amálgama não apresenta diferenças estatisticamente significativas em relação à resistência coesiva do material, quando a superfície do amálgama envelhecido é friccionada com uma gota de mercúrio antes da adição do novo incremento de amálgama. Posteriormente foram descritas duas técnicas clínicas de reparação de restaurações com amálgama, em que é preconizada a utilização de uma porção inicial do amálgama adicionado rica em mercúrio <sup>(4, 17)</sup>. No entanto, noutros estudos não se verificou o aumento dos valores de adesão com a utilização de uma porção inicial rica em mercúrio <sup>(27, 35, 57)</sup>.

Clinicamente, são vários os autores que defendem a não utilização deste método, devido aos resultados contraditórios dos estudos

disponíveis na bibliografia científica, aos problemas relacionados com a manipulação do mercúrio e aos seus possíveis efeitos adversos sobre as propriedades mecânicas do amálgama <sup>(34, 35)</sup>.

## 2 - Influência do tratamento de superfície do amálgama a reparar

Tradicionalmente, a retenção do material reparador, era atingida através de retenções macro-mecânicas, como sulcos, caixas e pinos, encontrando-se descritas na literatura científica diversas técnicas clínicas para a reparação de restaurações em amálgama que utilizam estes meios de retenção <sup>(2, 4, 6, 17, 31, 42, 52)</sup>.

Num estudo *in vivo*, Cowan <sup>(17)</sup> descreve uma técnica para reparação de restaurações com amálgama em que, como forma de retenção mecânica, são executados sulcos na superfície do amálgama existente. Adicionalmente, e com o objectivo de aumentar a força de união entre o amálgama da restauração a reparar e o material posteriormente adicionado, o autor utilizou uma primeira porção do amálgama adicionado com uma elevada proporção de mercúrio/liga. Em seguida foi condensado amálgama com a proporção correcta. Não se verificaram sinais de corrosão ou outros efeitos adversos, na avaliação efectuada após um período de 16 meses.

Baratieri, Monteiro Jr e de Andrada <sup>(4)</sup>, a propósito de um caso clínico, descrevem uma técnica ligeiramente diferente. Utilizando de igual modo, uma primeira porção de amálgama rica em mercúrio, com o objectivo de melhorar a adesão entre o amálgama envelhecido e o posteriormente adicionado, foram usados como meios adicionais de retenção “*amalgam pins*”, caixas e sulcos retentivos. A avaliação clínica ao longo de dois anos e meio revelou um bom desempenho da restauração reparada, não se verificando cáries secundárias, nem sensibilidade dentária, sendo a interface entre os dois incrementos de amálgama quase imperceptível.

Com o objectivo de melhorar a união entre os dois materiais, tem sido estudado por diversos

autores a influência do tratamento mecânico da superfície do amálgama envelhecido sobre a força de adesão entre dois incrementos de amálgama. Os métodos de tratamento de superfície referidos na literatura, com a finalidade de aumentar a rugosidade do amálgama envelhecido, consistem na utilização de instrumentos abrasivos, tais como brocas, pedras abrasivas, lixas e jacto de óxido de alumínio.

Walker Jr e Reese<sup>(63)</sup>, verificaram que aumentando a rugosidade da superfície do amálgama envelhecido antes da adição de um novo incremento de amálgama, se obtinha um aumento da magnitude da força de adesão entre os dois materiais. Estes resultados foram posteriormente confirmados por Hadavi et al.<sup>(34)</sup> que observaram um aumento da força de adesão associada à abrasão da superfície do amálgama com brocas de diamante ou de tungsténio. Neste estudo não se verificaram diferenças entre os dois tipos de broca utilizados. Lacy, Rupprecht e Watanabe<sup>(41)</sup>, num estudo *in vitro* avaliando a influência de três métodos de tratamento de superfície (execução de sulcos retentivos e abrasão com brocas diamantadas de grão fino e grosso) e de dois tipos de ligas de amálgama (Tytin e Dispersalloy) sobre a resistência adesiva a forças de flexão, também verificaram que o tipo de broca utilizado não influenciava os valores de adesão. Os resultados deste trabalho permitiram observar um aumento da resistência adesiva quando se realizaram sulcos retentivos. No entanto, estas diferenças só tiveram significado estatístico entre os grupos onde foi utilizado Dispersalloy.

Estudos mais recentes têm avaliado o efeito do tratamento de superfície com jactos de óxido de alumínio sobre a resistência adesiva do amálgama reparado. Fruits, Duncanson Jr e Coury<sup>(29)</sup> avaliaram *in vitro* a influência da abrasão da superfície do amálgama com um jacto de óxido de alumínio, de três sistemas adesivos e do período de envelhecimento (1 hora e 21 dias) sobre a resistência adesiva do amálgama reparado. Como controlo, foi utilizado um grupo em que o amálgama envelhecido não foi sujeito a nenhum tipo de tratamento de superfície, nem se utilizaram sistemas

adesivos antes da adição do novo incremento de amálgama. Os autores verificaram que nos grupos em que não se utilizaram sistemas adesivos, a influência do tratamento com jacto de óxido de alumínio sobre os valores de adesão variou consoante o tempo de envelhecimento do amálgama considerado. Nos espécimes envelhecidos durante um período de 21 dias observou-se um aumento da resistência adesiva. Pelo contrário, nos espécimes reparados após 1 hora houve uma redução desses valores, que foi atribuída à impregnação da superfície do amálgama incompletamente endurecido por partículas de óxido de alumínio, criando um obstáculo a uma adesão eficaz. Nos grupos em que a união entre os dois incrementos de amálgama foi promovida pelo uso de adesivos, o aumento da rugosidade de superfície não influenciou os valores de adesão. Resultados diferentes foram contudo apresentados por Diefenderfer, Reinhardt e Brown<sup>(19)</sup>, num estudo *in vitro* realizado com o objectivo de determinar a influência de diversos métodos de tratamento de superfície e de vários sistemas adesivos sobre a resistência adesiva do amálgama reparado, sob forças de corte. A eficácia da abrasão da superfície do amálgama envelhecido com uma broca de tungsténio, seguida ou não de um jacto de óxido de alumínio foi avaliada, comparando os valores obtidos com os verificados num grupo em que os espécimes não foram sujeitos a tratamento de superfície. Os resultados obtidos mostraram um aumento significativo da magnitude da força de adesão entre o amálgama envelhecido e o posteriormente adicionado quando se utilizaram brocas de tungsténio, seguida ou não de jacto de óxido de alumínio, sem serem utilizados sistemas adesivos. Não se verificaram diferenças entre os dois métodos de tratamento de superfície. Os resultados obtidos por Jessup et al.<sup>(37)</sup>, num estudo *in vitro* onde avaliaram a influência do tratamento de superfície sobre a resistência adesiva sob forças de flexão do amálgama reparado, demonstraram também que a utilização de uma broca de tungsténio montada numa turbina conduzia a um aumento estatisticamente significativo dos valores de adesão, em

relação a todos os outros grupos. Não se verificaram diferenças entre os grupos onde se utilizou um jacto de óxido de alumínio, seguido ou não da aplicação de Amalgambond, os grupos em que se realizaram sulcos retentivos e os grupos onde não se não foi utilizado qualquer tipo de tratamento de superfície. Estes resultados são corroborados por Portugal et al. <sup>(53)</sup> num estudo em que compararam a influência de dois métodos de tratamento de superfície, abrasão com pedra verde ou jacto de óxido de alumínio, sobre a resistência adesiva do amálgama reparado após um período de três anos de envelhecimento. Nos grupos em que não foram utilizados sistemas adesivos, o jacto de óxido de alumínio não produziu um aumento da resistência adesiva, quando comparado com a pedra verde. Jessup et al. <sup>(37)</sup>, através da simples inspecção visual da superfície do amálgama após o tratamento de superfície, observaram uma superfície mais rugosa nos espécimes sujeitos à acção abrasiva de um instrumento rotativo, em comparação com a que se obtinha com o jacto de óxido de alumínio. O aumento da área de superfície associado à maior rugosidade conduziria a um aumento das retenções micro-mecânicas, o que explicaria os valores de adesão mais elevados. No entanto, Portugal <sup>(54)</sup> após observação com microscópio electrónico de varrimento, demonstrou que a rugosidade criada pelos instrumentos rotativos correspondia fundamentalmente a sulcos e cristas na superfície do amálgama. Pelo contrário, a acção do jacto de óxido de alumínio produzia uma superfície mais irregular, com um elevado grau de rugosidade e inúmeras micro-retenções. Por este facto, seria de esperar um aumento dos valores de adesão para os espécimes tratados com jacto de óxido de alumínio. Uma possível explicação para a obtenção de valores de resistência adesiva mais elevados após a abrasão com instrumentos rotativos, poderá ser o facto das partículas do amálgama serem demasiado grandes para possibilitar a sua condensação no interior das irregularidades formadas pela acção do jacto de óxido de alumínio <sup>(19)</sup>. Assim, a área de contacto entre o amálgama envelhecido e o amál-

gama posteriormente adicionado fica drasticamente reduzida, diminuindo a formação de compostos inter-metálicos, responsáveis pelo mecanismo de adesão entre os dois incrementos de amálgama <sup>(39)</sup>.

### 3 Influência da utilização de sistemas adesivos

Inicialmente, os sistemas adesivos foram concebidos para promover a adesão entre as estruturas dentárias e as resinas restauradoras. No entanto, com o aparecimento dos sistemas adesivos amelodontinários de quarta geração, começou a ser incluído entre as suas indicações a possibilidade de se efectuar a adesão a vários substratos tais como ligas metálicas, amálgama, cerâmica e resinas compostas <sup>(26)</sup>. Actualmente, é também possível estabelecer com sucesso a adesão entre diversos materiais restauradores. Vários fabricantes desenvolveram sistemas adesivos “*all purpose*” que reclamam aumentar a adesão da interface amálgama-amálgama <sup>(19)</sup>.

A utilização de sistemas adesivos como promotores de adesão do amálgama aos tecidos dentários permitiu o desenvolvimento de uma nova técnica de restauração dentária, a restauração adesiva com amálgama <sup>(62)</sup>. Esta técnica permitiu a realização de preparações cavitárias menos mutilantes e reduziu a necessidade de recorrer a outros mecanismos de retenção, como pinos e sulcos <sup>(60)</sup>. Entre os benefícios desta técnica contam-se ainda o aumento da resistência à fractura dos dentes restaurados <sup>(10, 21, 23, 64)</sup> e a diminuição da infiltração marginal <sup>(7, 22, 44, 59)</sup>.

Vários estudos têm sido realizados com o objectivo de avaliar a influência de diversos sistemas adesivos sobre a magnitude da força de união entre superfícies de amálgama envelhecido e recentemente triturado. Entre estes, são poucos os trabalhos cujos resultados indicam um aumento estatisticamente significativo dos valores de resistência adesiva do amálgama reparado recorrendo ao uso de sistemas adesivos, relativamente aos valores encontrados quando o amálgama recentemente

triturado é condensado directamente sobre a superfície do amálgama envelhecido <sup>(29, 43)</sup>. Fruits, Duncanson Jr e Coury <sup>(29)</sup> avaliaram a eficácia de três sistemas adesivos (Advance, Amalgambond Plus e All-Bond 2) como promotores de união entre dois incrementos de amálgama. Neste estudo foi ainda avaliada a influência do tratamento de superfície com um jacto de óxido de alumínio e do tempo de envelhecimento (1 hora e 21 dias). Os resultados obtidos sugerem não existirem diferenças entre os sistemas adesivos estudados. O uso de sistemas adesivos conduziu a um aumento dos valores de adesão entre o amálgama envelhecido e o amálgama posteriormente adicionado, apenas nos espécimes com um período de envelhecimento de 21 dias e que não foram sujeitos a tratamento de superfície.

No entanto, de acordo com os resultados obtidos na maioria dos estudos disponíveis na bibliografia científica, a utilização de sistemas adesivos não só não aumenta como por vezes diminui os valores de adesão entre o amálgama envelhecido e o recentemente triturado <sup>(13, 19, 33, 37, 40, 41, 49, 53, 55)</sup>. Segundo estes estudos, os valores mais elevados de resistência adesiva do amálgama reparado são obtidos quando o amálgama recentemente triturado é condensado directamente sobre a superfície do amálgama envelhecido, sem recorrer a nenhum sistema de união.

A penetração do sistema adesivo nas micro-retenções existentes no amálgama envelhecido e a incorporação de adesivo no interior do novo incremento de amálgama durante a condensação parece ser o principal factor de união entre os dois incrementos de amálgama <sup>(54)</sup>. No entanto, esta incorporação do adesivo no amálgama diminui a resistência mecânica deste material de restauração <sup>(14)</sup>. Por outro lado, a presença dos sistemas adesivos na interface de união parece impedir o contacto directo entre os dois incrementos de amálgama. Este facto, que impossibilita criação dos novos compostos inter-metálicos, responsáveis pela união entre os dois incrementos de amálgama, poderá ser o responsável pela ineficácia dos sistemas adesivos como promotores de adesão entre dois

incrementos de amálgama com estádios de presa diferentes.

#### 4 Influência do tipo de liga de amálgama utilizado

Actualmente, existem disponíveis no mercado três tipos de ligas de amálgama: i) ligas tradicionais com uma percentagem de cobre inferior a 6%, ii) ligas de alto teor de cobre, de fase dispersa e iii) ligas com alto teor de cobre, de fase única. Quando se reparam restaurações com amálgama, o tipo de liga de amálgama utilizado tem sido considerado por alguns autores como uma das variáveis susceptíveis de influenciar os valores de resistência adesiva <sup>(8, 33, 34, 49, 56)</sup>. No entanto, os resultados destes estudos são contraditórios.

Num estudo realizado por Hadavi et al. <sup>(33)</sup>, os espécimes fabricados com ligas de amálgama de fase dispersa ou de fase única foram reparados utilizando uma liga igual à inicial. Os resultados obtidos revelaram valores de resistência adesiva superiores para os espécimes constituídos por amálgama de fase única. No entanto, Lacy, Rupperecht e Watanabe <sup>(41)</sup> não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os valores de adesão obtidos em espécimes constituídos por ligas de amálgama de fase dispersa ou de fase única quando reparados com uma liga igual à do respectivo amálgama envelhecido.

Hadavi et al. <sup>(34)</sup>, num estudo em que foi condensada uma liga de amálgama sem fase gama-2 sobre a superfície envelhecida de espécimes constituídos pela mesma liga ou por uma liga de amálgama tradicional, obtiveram valores de resistência adesiva sob forças de tracção superiores nos espécimes reparados com a mesma liga. Estes resultados parecem confirmar os dados de Hibler et al. <sup>(35)</sup>, que recomenda o uso de uma liga igual à utilizada na restauração a reparar. No entanto, estes resultados podem dever-se não à utilização de uma liga dissemelhante, mas ao facto do amálgama envelhecido ser de uma liga tradicional. Nuckles, Draughn e Smith <sup>(49)</sup>, obtiveram resultados que sugerem ser preferível a utilização de uma liga de fase

única, independentemente do tipo de liga utilizado na restauração original.

Por outro lado, Chen e Greener <sup>(15)</sup> observaram a formação de células galvânicas ao associarem ligas diferentes (Dispersalloy e Aristalloy). Este facto poderá originar fenómenos de corrosão, diminuindo a magnitude da força de adesão entre as duas ligas <sup>(51)</sup>.

### 5 Influência do grau de envelhecimento da restauração em amálgama a reparar

São vários os estudos publicados na bibliografia científica que procuram avaliar a influência do grau de envelhecimento sobre os valores de resistência adesiva do amálgama reparado. Nestes estudos, são normalmente comparados os valores de adesão obtidos em reparações realizadas poucos minutos após a colocação do primeiro incremento de amálgama (5-15 minutos) com os resultados obtidos após um grau de envelhecimento superior (7-120 dias) <sup>(37)</sup>. Os estudos efectuados que utilizam períodos de envelhecimento reduzidos, procuram recriar laboratorialmente a reparação do amálgama fracturado durante a realização de uma restauração. Por outro lado, ao utilizar um período de envelhecimento mais prolongado, os autores têm por objectivo simular situações de fractura de restaurações em amálgama durante o seu período normal de função <sup>(61)</sup>. No entanto, os resultados obtidos não reúnem consenso. Terkla, Mahler e Mitchem <sup>(61)</sup> verificaram que os espécimes reparados, 15 minutos após a condensação do primeiro incremento de amálgama, apresentavam valores de resistência adesiva superiores aos obtidos quando os espécimes eram reparados após um período de envelhecimento de 7 dias, tratando-se de uma diferença superior a 50%. Estes resultados têm sido corroborados por outros autores <sup>(3, 12, 57, 58)</sup>. Num estudo recentemente publicado, Fruits, Duncanson Jr e Coury <sup>(29)</sup> verificaram que, nos grupos em que não se utilizaram sistemas adesivos, o aumento do período de envelhecimento, de 1 hora para 21 dias, conduziu a uma diminuição dos valores de adesão, com excepção dos espécimes submeti-

dos à acção prévia de um jacto de óxido de alumínio, em que os valores obtidos foram mais elevados no grupo sujeito a um período de envelhecimento de 21 dias. Como já foi referido, os autores explicam estes resultados pela impregnação da superfície do amálgama por partículas de óxido de alumínio impossíveis de remover e que impediriam uma eficaz adesão entre os dois incrementos de amálgama.

Por outro lado, existem vários estudos com resultados opostos a estes, que sugerem não haver influência do tempo de envelhecimento sobre os valores de resistência adesiva <sup>(30, 34, 35, 46, 63)</sup>.

Jørgensen e Saito <sup>(38)</sup>, bem como Forsten <sup>(28)</sup>, verificaram que após um período de 24 horas de presa inicial do amálgama, a variação do tempo de envelhecimento não influenciava os valores de adesão obtidos.

Uma limitação de todos os estes estudos tem sido a utilização de um período de envelhecimento do amálgama relativamente pequeno, que varia entre 10 minutos e 120 dias. No entanto, depois de colocadas em função, as ligas de amálgama encontram-se sujeitas a constantes transformações como resultado de forças mecânicas, fenómenos de corrosão e alterações lentas de fases cristalográficas no estado sólido <sup>(9, 45)</sup>. Deste modo, a adesão ao amálgama envelhecido por um período de tempo maior, poderá ser diferente.

### CONCLUSÃO

Em determinadas situações, a reparação de restaurações com amálgama constitui uma alternativa viável à sua total substituição.

Durante a reparação de restaurações em amálgama, a condensação de amálgama recentemente triturado sobre uma superfície de amálgama já endurecido, conduz à união química entre os dois incrementos de amálgama.

Devido aos efeitos biológicos associados ao mercúrio, aos possíveis efeitos adversos sobre as propriedades mecânicas do amálgama e uma vez que os resultados dos estudos disponíveis na bibliografia científica são contraditórios, não deve ser utilizado mercúrio em excesso na

interface de união entre os dois incrementos do amálgama reparado.

O aumento da rugosidade da superfície do amálgama a reparar aumenta a resistência adesiva das restaurações reparadas com amálgama. No entanto, segundo a maioria dos estudos, a aplicação de jactos abrasivos de óxido de alumínio não conduz a um aumento dos valores de resistência adesiva entre os dois materiais, quando comparada com a utilização dos outros métodos de abrasão convencionais, tais como brocas e pedras verdes.

Finalmente, a utilização de sistemas adesivos, como promotores de união entre dois incrementos de amálgama, não aumenta a resistência adesiva das restaurações reparadas com amálgama.

## BIBLIOGRAFIA

1. Anderson MH, McCoy RB. Dental amalgam: The state of the art and science. *Dent Clin North Am* 1993; 37(3): 419-431.
2. Anglis LF, Fine L. The amalgam-composite resin restoration. *J Prosthet Dent* 1982 ; 47: 685.
3. Bagheri J, Chan KC. Repair of newly condensed amalgam restorations. *Iowa Dent J* 1993; 79 (3): 13-14.
4. Baratieri LN, Monteiro S Jr, de Andrada MAC. Amalgam repair: a case report. *Quintessence Int* 1992; 23 (8): 527-531.
5. Barbakow F, Gaberthuel T, Lutz F, Schuepbach P. Maintenance of amalgam restorations. *Quintessence Int* 1988; 19 (12): 861-870.
6. Barkmeier WW, Cooley RL. Amalgam restoration with a composite resin window. *Quintessence Int* 1979; 10 (4): 31-34.
7. Ben-Amar A, Nordenberg D, Liberman R, Fischer J, Gorfil C. The control of marginal microleakage in amalgam restorations using a dentin-adhesive: a pilot study. *Dent Mater* 1987; 3 (2): 94-96.
8. Berge M. Flexural strength of joined and intact amalgam. *Acta Odontol Scand* 1982; 40 (5): 313-317.
9. Boyer DB, Edie JW. Composition of clinically aged amalgam restorations. *Dent Mater* 1990; 6 (4): 146-150.
10. Boyer DB, Roth L. Fracture resistance of teeth with bonded amalgams. *Am J Dent* 1994; 7: 91-94.
11. Brantley CF, Bader JD, Shugars DA, Nesbit SP. Does the cycle of reresoration lead to larger restorations? *J Am Dent Assoc* 1995; 126: 1407-13.
12. Brown KB, Molvar MP, Demarest VA, Hasegawa TK Jr, Heinecke PN. Flexural strength of repaired high-copper amalgam. *Oper Dent* 1986; 11 (4): 131-135.
13. Carr-Hosie MA, Miranda FJ, Collard EW, Duncanson MG Jr. The effect of Amalgambond on the flexural bond strength of dental amalgam. *J Okla Dent Assoc* 1992; 82 (3): 20-24.
14. Charlton DG, Murchison DF, Moore BK. Incorporation of adhesive liners in amalgam: Effect on compressive strength and creep. *Am J Dent* 1991; 4 (4): 184-188.
15. Chen CPW, Greener EH. A galvanic study of different amalgams. *J Oral Rehabil* 1977; 4: 23-27.
16. Cipriano TM, Santos JFF. Clinical behavior of repaired amalgam restorations: A two-year study. *J Prosthet Dent* 1995; 73 (1): 8-11.
17. Cowan RD. Amalgam repair: a clinical technique. *J Prosthet Dent* 1983; 49 (1): 49-51.
18. Diefenderfer KE, Reinhardt JW. Shear bond strengths of 10 adhesive resin/amalgam combinations. *Oper Dent* 1997; 22: 50-56.
19. Diefenderfer KE, Reinhardt JW, Brown SB. Surface treatment effects on amalgam repair strength. *Am J Dent* 1997; 10 (1): 9-14.
20. Dunne SM, Gainsford ID, Wilson NHF. Current materials and techniques for direct restorations in posterior teeth. Part 1: silver amalgam. *Int Dent J* 1997; 47 (3): 123-136.
21. Eakle WS, Staninec M, Lacy AM. Effect of bonded amalgam on the fracture resistance of teeth. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 257-260.
22. Edgren BN, Denehy GE. Microleakage of amalgam restorations using Amalgambond and Copalite. *Am J Dent* 1992; 5: 296-298.
23. El-Badrawy WA. Cuspal deflection of maxillary premolars restored with bonded amalgam. *J Dent Res* 1996; 75: 176 ( Abst 1266).



24. Elderton RJ. Research on cavity design for amalgam restorations. *Proceedings of the International Symposium on Amalgam and Tooth-Coloured Restorative Materials*. Nijmegen, The Netherlands, University of Nijmegen, 1975: 241.
25. Elderton RJ. A method for relating subjective judgements of the quality of amalgam restorations to objective measurements for their morphology. In: Allred H (ed). *A Series of Monographs on the Assessment of the Quality of Dental Care*. London: The London Hospital Medical College, 1977: 53-81.
26. Eliades G. Setting mechanisms of dentine bonding agents. *Transactions of The Academy of Dental Materials* 1992; 5 (2):152-175.
27. Erkes EO, Burgess JO, Hornbeck DD. Amalgam repair: an in vitro evaluation of bond integrity. *Gen Dent* 1990; 38 (3): 203-205.
28. Forsten L. Transverse strength of repaired amalgam. *Arsb Odontol Samf Finl* 1969-70: 52-58.
29. Fruits TJ, Duncanson MG Jr, Coury TL. Interfacial bond strengths of amalgam bonded to amalgam and resin composite bonded to amalgam. *Quintessence Int* 1998; 29 (5): 327-334.
30. Fukuba S, Hiraoka H, Shimasue K, Shintani H, Inoue T. Studies on the repaired filling using dispersed phase amalgam. *Hiroshima Daigaku Shigaku Zasshi* 1977; 9 (1): 25-32.
31. Gordon M, Laufer BZ, Metzger Z. Composite-veneered amalgam restorations. *J Prosthet Dent* 1985; 54 (6): 759-762.
32. Gordon M, Ben-Amar A, Librus S, Liberman R. Bond strength of mechanically condensed repaired high-copper amalgam. *Quintessence Int* 1987; 18 (7): 471-474.
33. Hadavi F, Hey JH, Ambrose ER, Elbadrawy HE. The influence of an adhesive system on shear bond strength of repaired high-copper amalgams. *Oper Dent* 1991; 16: 175-180.
34. Hadavi F, Hey JH, Czech D, Ambrose ER. Tensile bond strength of repaired amalgam. *J Prosthet Dent* 1992; 67 (3): 312-317.
35. Hibler JA, Foor JL, Miranda FJ, Duncanson MG Jr. Bond strength comparisons of repaired dental amalgams. *Quintessence Int* 1988; 19 (6): 411-415.
36. Hornbeck D, Duke E, Norling B. Strength of amalgam following a clinical repair technique. *J Dent Res* 1986; 65: 218 (Abst 442).
37. Jessup JP, Vandewalle KS, Hermes CB, Buikema DJ. Effects of surface treatments on amalgam repair. *Oper Dent* 1998; 23(1): 15-20.
38. Jorgensen KD, Saito T. Bond strength of repaired amalgam. *Acta Odontol Scand* 1968; 26: 605-615.
39. Kirk EEJ. Amalgam to amalgam bond, a preliminary report. *Dent Pract* 1962; 12: 371-373.
40. Lacy AM, Rupprecht R, Watanabe L, Hiramatsu D. Amalgam-amalgam and amalgam-composite resin bond strengths. *J Dent Res* 1989; 68: 189 (Abs 59).
41. Lacy AM, Rupprecht R, Watanabe L. Use of self-curing composite resins to facilitate amalgam repair. *Quintessence Int* 1992; 23 (1): 53-59.
42. Lambert RL, Scrabeck JG, Robinson FB. Esthetic composite resin facings for amalgam restorations. *Gen Dent* 1983; 31 (3): 222-224.
43. Leelawat C, Sherer W, Chang J, Vijayaraghavan T, LeGeros J. Bonding fresh amalgam to existing amalgam: a shear and flexural strength study. *J Esthet Dent* 1992; 4 (2): 46-49.
44. Lopes L, Bernardo M, Leitão J. The effect of adhesives on microleakage of amalgam restorations. *J Dent Res* 1998; 77: 678 (Abst 374).
45. Marshall SJ. Dental amalgam – Structures and properties. In: Anusavice KJ. *Phillips' Science of Dental Materials*. 10th edition. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1996: 361-385.
46. Miyata T. Bonding of repaired amalgam evaluated by tensile strength and scanning electron microscopic observation. *Nippon Shika Zairyō Kikai Gakkai Zasshi* 1972; 28: 92-108.
47. Mjör IA, Dahl JE, Moorhead JE. Age of restorations at replacement in permanent teeth in general dental practice. *Acta Odontol Scand* 2000; 58: 97-101.
48. Mondelli J, Steagall L, Ishikiriyama A, de Lima

- Navarro MF, Soares FB. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. *J Prosthet Dent* 1980; 43 (4): 419-422.
49. Nuckles DB, Draughn RA, Smith TI. Evaluation of an adhesive system for amalgam repair: Bond strength and porosity. *Quintessence Int* 1994; 25 (12): 829-833.
  50. Osborne JW, Binon PP, Gale EN. Dental amalgam: clinical behavior up to eight years. *Oper Dent* 1980; 5 (1): 24-28.
  51. Phillips R. *Skinner's Science of Dental Materials*. 7 ed. Philadelphia: WB Saunders, 1973: 362.
  52. Pollack BF, Blitzer MH. Esthetic veneering: Materials and techniques. *Gen Dent* 1983; 31 (6): 483-488.
  53. Portugal J, Bernardo MF, Jardim L, Leitão J. Shear Bond Strength of Repaired Aged Amalgam. *International Dental Journal* 2000; 50(6): 351, Abstract.
  54. Portugal J. Influência do tratamento de superfície e de sistemas adesivos na resistência adesiva do amálgama reparado após envelhecimento. Dissertação apresentada nas Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, Universidade de Lisboa, 2001.
  55. Roeder LB, DeSchepper EJ, Powers JM. In vitro bond strength of repaired amalgam with adhesive bonding systems. *J Esthet Dent* 1991; 3 (4): 126-132.
  56. Rueggeberg FA, Caughman WF, Gao F, Kovarik RE. Bond strength of Panavia EX to dental amalgam. *Int J Prosthodont* 1989; 2 (4): 371-375.
  57. Schaller HG, Gotze W, Kirn B, Oehler A. Flexural strength tests of repaired amalgam specimen. *Dtsch Zahnarztl Z* 1989; 44 (7): 542-543.
  58. Scott GL, Grisius RJ. Bond strength at the interface of new and old spherical amalgam. *US Navy Med* 1969; 54 (5): 34.
  59. Setcos JC, Staninec M, Wilson NHF. The development of resin-bonding for amalgam restorations. *Br Dent J* 1999; 186 (7): 328-332.
  60. Staninec M. Retention of amalgam restorations: undercuts versus bonding. *Quintessence Int* 1989; 20 (5): 347-351.
  61. Terkla LG, Mahler DB, Mitchem JC. Bond strength of repaired amalgam. *J Prosthet Dent* 1961; 11 (5): 942-947.
  62. Varga J, Matsumura H, Masuhara E. Bonding of amalgam filling to tooth cavity with adhesive resin. *Dent Mater J* 1986; 5 (2): 158-164.
  63. Walker AC Jr, Reese SB. Bond strength of amalgam to amalgam in a high-copper amalgam. *Oper Dent* 1983; 8 (3): 99-102.
  64. Zidan O, Abdelkereim U. The effect of bonding on the stiffness of teeth restored with amalgam and composite. *J Dent Res* 1997; 76: 278 (Abst 2119).