

# RESISTÊNCIA À CORROSÃO DO AMÁLGAMA SUBMETIDO A TRATAMENTO DESOXIDANTE

## CORROSION OF AMALGAM TREATED WITH A DEOXIDIZING CHEMICAL AGENT

Isabela Silva LIA\*

José MONDELLI\*\*

Maria Teresa Atta Alves BASTOS\*\*\*

Carlos Eduardo FRANCISCHONE\*\*

### RESUMO

O efeito do tratamento do amálgama com um agente desoxidante foi verificado através de testes de corrosão "in vitro" com ensaios de perda e ganho de peso. Para isso, corpos de prova obtidos com os amálgamas Velvalloy e Dispersalloy foram submetidos à imersão alternada em solução de sulfeto de sódio a 1% por períodos de 24 e 48 horas. Foi possível observar que não há influência estatisticamente significativa do agente desoxidante sobre o índice de corrosão das ligas de amálgama testadas, sendo que a liga Dispersalloy apresentou uma resistência superior. Também foi possível observar uma tendência à diminuição do índice de corrosão com o passar do tempo.

### UNITERMOS:

Amálgama dentário, corrosão.

---

\* Residente Odontológica - Setor de Dentística - do Hospital de Reabilitação de Bauru - USP.

\*\* Professores do Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP.

\*\*\* Doutora em Dentística - Hospital de Reabilitação de Bauru - USP.

## INTRODUÇÃO

Embora introduzido na Odontologia há cerca de 150 anos, o amálgama, com limitações em muitas de suas características comportamentais, é ainda o material restaurador dentário de uso direto mais utilizado nos dias atuais, devido a sua fácil manipulação, propriedades mecânicas adequadas, biocompatibilidade e baixo custo<sup>12</sup>. Além dessas características, o amálgama é o único material restaurador que apresenta uma melhora com o tempo com a diminuição da microinfiltração devido à difusão de íons Ca e P para o interior da massa do amálgama e a difusão de íons Sn para dentro da estrutura dental em áreas onde inicialmente se encontrava a fase gama 2<sup>16</sup>.

FAIRHURST (1981)<sup>5</sup> relata que, talvez por sua popularidade e fácil manuseio, o amálgama foi penalizado pelos descuidos dos profissionais na observância de procedimentos técnicos necessários para se conseguir resultados satisfatórios, levando ao aparecimento de falhas, tais como: expansão mercurioscópica, porosidades, reincidência de cáries, fraturas marginais, manchamento e corrosão.

BLACK<sup>1</sup> em 1924 observou que a limalha recém-usinada amalgamava-se muito mais rapidamente exigindo, porém, maior quantidade de mercúrio do que a limalha exposta a temperatura ambiente por vários meses, sofrendo assim um processo de envelhecimento natural. O armazenamento da limalha por tempo prolongado poderia dificultar o seu contato com o mercúrio em razão de uma camada de óxidos formada na superfície das partículas, promovendo desequilíbrio na formação das fases. Inclusive esse armazenamento poderia estar relacionado com o aumento da fase gama 2 na liga depois de amalgamada<sup>8</sup>.

A película de óxido existente sobre as partículas deve ser removida de alguma maneira para possibilitar que uma superfície limpa entre em contato com o mercúrio. Se algumas partículas não forem atacadas pelo mercúrio ou forem só parcialmente atacadas, obter-se-á uma massa de amálgama heterogênea e mais suscetível à corrosão. Por essas razões, alguns tratamentos de superfície das partículas foram sugeridos, a fim de eliminar a oxidação das limalhas envelhecidas e facilitar o processo de trituração e amalgamação.

Há informações de profissionais que empregaram, há algum tempo atrás, uma solução desoxidante durante a trituração ou durante a amalgamação e sempre alardearam a efetividade desse tratamento por tornar a massa de amálgama livre de impurezas, com cor clara e brilhante, sem manchas ou corrosão, quando em uso na boca. Todavia, nunca puderam informar com exatidão a composição dessa solução desoxidante.

Entretanto, pelo que se conhece, esse tipo de procedimento foi proscrito das técnicas de manipulação do amálgama, caindo totalmente em desuso, devido talvez à contaminação por umidade que promoveria expansão tardia, que pode atingir em poucos meses valores tão altos quanto 400 micrômetros por centímetro ou 0.4%<sup>11,13</sup>.

Atualmente, devido ao aumento do uso de ligas com alto conteúdo de cobre, que comprovadamente quando armazenadas por longo período apresentam uma maior quantidade de óxidos na superfície de suas partículas, existe uma justificativa maior em se aplicar um tratamento desoxidante. Em vista disso, já está sendo comercializado um produto à base de brometo de cetiltrimetilamônio, a fim de promover a desoxidação da liga durante a amalgamação.

Essas observações e a falta de informação sobre o tratamento desoxidante nos motivaram a verificar a influência desse tipo de tratamento na resistência à corrosão do amálgama convencional e de fase dispersa em solução de sulfeto de sódio 1%, em água deionizada por períodos de 24 e 48 horas.

## MATERIAIS E MÉTODO

Foram utilizadas as ligas de amálgama convencional Velvalloy (S.S.White) e com alto conteúdo de cobre Dispervalloy (Dentsply Indústria e Comércio Ltda.) manipuladas na proporção de 1:1 com tempo de trituração de 15 segundos e homogeneização de 2 segundos para a confecção dos corpos de prova.

As ligas foram trituradas no amalgamador mecânico Vari-Mix II (L.D. Caulk Co.) regulado à velocidade M2 durante 15 segundos em cápsula de plástico com tampa rosqueável com pistilo metálico. Após a trituração, o pistilo foi removido e acrescentaram-se 2 gotas do agente desoxidante (Artec - Artigos Dentários Ltda.) que consiste em uma solução de brometo de cetiltrimetilamônio,



previamente à homogeneização por 2 segundos. No grupo controle, os passos foram os mesmos já descritos, mas sem a adição do agente desoxidante.

A massa de amálgama obtida foi dividida em 3 partes, que através do porta-amálgama foram levadas e compactadas com um condensador Ward, uma a uma, para o interior de uma matriz metálica especial não ultrapassando um período de 180 s, conforme recomendação de MOTTA et alii.\* Esta consistia de uma placa metálica com 5 cavidades cilíndrico-circulares que permitiam a obtenção de corpos de prova com 10.8mm de diâmetro por 2.1mm de espessura (figura 1).

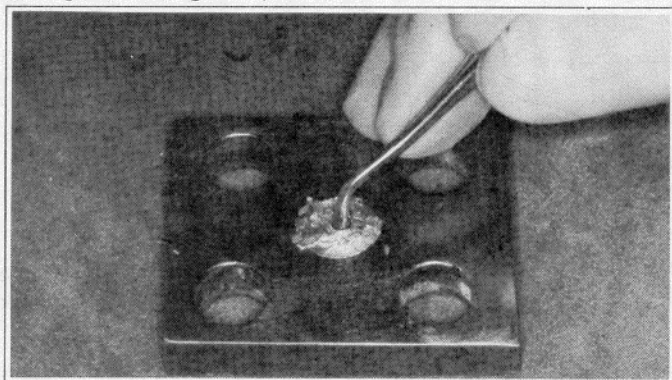


FIG. 1 - Condensação manual do amálgama no interior da cavidade cindrico-circular da matriz metálica.

Após a condensação de cada porção, o excesso de mercúrio foi removido antes da inserção de nova porção. A condensação foi realizada com ligeiro excesso que era removido, com uma lâmina de bisturi afiada, 5 minutos contados a partir do início da trituração.

Os corpos de prova assim obtidos foram brunidos com uma espátula Hollenback nº6 e armazenados em estufa a 37°C em ambiente úmido por 24 horas. Decorrido esse tempo, os exemplares foram polidos metalograficamente em uma politriz (Fortel) com lixas de carbetto de silício nº600 irrigadas com água, até que ficassem lisos e brilhantes. O polimento final foi dado com feltros acoplados na politriz contendo pastas abrasivas com granulações de 9, 6, 1 e 1/4 microns. Cada lado do corpo de prova foi polido por 20 segundos com cada um dos feltros, começando pelo que continha a pasta de maior abrasividade, até chegar à de menor abrasividade.

Após o polimento, os corpos de prova foram escovados com água e sabão, submetidos à limpeza em aparelho de ultra-som (Tempo-Ultrasonic) com água destilada e

deionizada e colocados em um dessecador formado por uma base de borracha e uma redoma acrílica apresentando em seu interior grânulos de CaCl<sub>2</sub> para promover a desumidificação do meio e evitar a oxidação dos corpos de prova.

Depois desses procedimentos, os corpos de prova foram pesados em uma balança analítica com 0.0001g de precisão (Mettler - Fortel) antes da sua imersão no banho de corrosão com solução de Sulfeto de Sódio a 1% por 24 e 48 horas em estufa a 37°C (figuras 2 e 3).

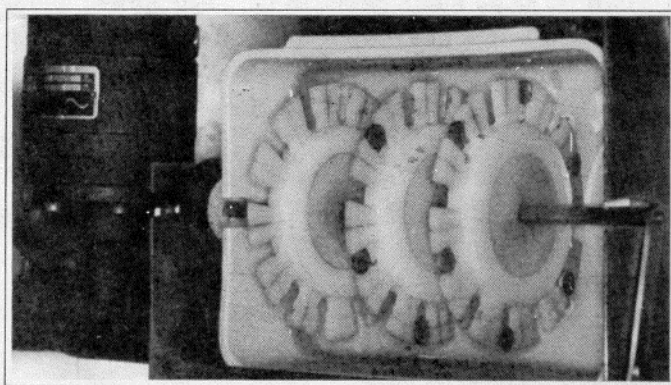


FIG. 2 - Dispositivo para ensaios de corrosão. As rodas de plástico girando (1 R.P.M.) permitem uma exposição alternada ao ar e à solução química dos corpos de prova retidos sob pressão nos entalhes periféricos.

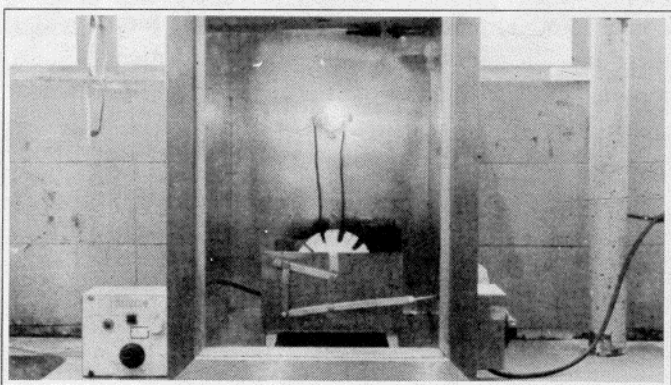


FIG. 3 - Estufa especial com porta de vidro e exaustor regulada a 37° C, abrigando em seu interior, o dispositivo para ensaio de imersão alternada.

Esse dispositivo é similar ao usado por TUCCIO; NIELSEN<sup>15</sup> (1971), apresentando algumas modificações feitas no Departamento de Dentística da FOB-USP. Através de um pequeno motor elétrico, ele faz com que as rodas de plástico girem ao redor de um eixo central, movimentando-as lentamente com velocidade angular de 1 R.P.M. Isso permite uma exposição cíclica dos corpos de prova ao ar e à solução química utilizada nessa

\* MOTTA, R.G.; MOTTA, L.G.; SILVA, M.P. Influência da condensação atrasada na resistência à compressão e no mercúrio residual de amálgamas. Rev.Ass.paul.Cirurg.Dent., v.45,n.6, nov./dez., 1991.

experimentação. Uma vez que 1600 rotações equivalem a 6 meses de uso clínico em meio oral, 24 e 48 horas de teste "in vitro" correspondem, aproximadamente, a 6 meses e 1 ano de uso clínico, respectivamente<sup>15</sup>. Esse teste pode ser considerado bastante agressivo, pois além da concentração da solução de Na<sub>2</sub>S ser a 1% (a maioria dos trabalhos emprega concentração de 0.5%), não houve o sistema de auto-limpeza oral realizado com a mastigação, escovação, movimentação de língua e bochecha, que ocorre no uso "in vivo".

Decorridas as 24 ou 48 horas, os corpos de prova foram cuidadosamente removidos do dispositivo de corrosão e submetidos à escovação com sabão neutro e água corrente. Na limpeza subsequente, acrescentou-se o tratamento com ultra-som por 15 minutos para a remoção de alguns micro-resíduos em suas superfícies. Logo após, foram enxugados com papel absorvente e mantidos no dessecador por mais 15 minutos, sendo a seguir pesados novamente na balança analítica com 0.0001g de precisão. Dessa maneira, foram obtidos os pesos inicial e final, sendo a diferença entre ambos igual a perda de peso sofrida pelo corpo de prova.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas I e II apresentam as médias dos valores obtidos nos ensaios de perda de peso, em 24 e 48 horas para as duas ligas testadas. As médias correspondem a cinco réplicas em cada tempo para o mesmo meio de imersão (Na<sub>2</sub>S a 1%).

TABELA I - Médias dos valores obtidos nos períodos de 24 e 48 horas, sem tratamento desoxidante, com seus respectivos desvios-padrão (valores em mg).

|              |       | PERDA DE PESO | Y      |
|--------------|-------|---------------|--------|
| Dispersalloy | 24 h. | 1.12          | 0.2588 |
| Dispersalloy | 48h.  | 1.32          | 0.2588 |
| Dispersalloy | 24h.  | 4.68          | 0.3962 |
| Dispersalloy | 48h.  | 4.74          | 0.4505 |

TABELA II - Médias dos valores obtidos nos períodos de 24 e 48 horas, com tratamento desoxidante, com seus respectivos desvios-padrão. (valores em mg).

|              |      | PERDA DE PESO | Y      |
|--------------|------|---------------|--------|
| Dispersalloy | 24h  | 1.16          | 0.2880 |
| Dispersalloy | 48h. | 1.30          | 0.1732 |
| Dispersalloy | 24h. | 4.60          | 0.4415 |
| Dispersalloy | 48h. | 4.72          | 0.5932 |

Aos dados obtidos aplicou-se a análise de variância a três critérios (tabela III) que demonstrou haver diferença estatisticamente significativa somente entre os materiais testados.

TABELA III - Análise de variância a três critérios, modelo fixo.

| Fonte de variação      | Soma dos quadrados | Graus de liberdade | Quadrado médio | "F"   |
|------------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------|
| entre mater.           | 119,716            | 1                  | 119,716        | 829,9 |
| entre tratam.          | 3,99407E-03        | 1                  | 3,99407E-03    | 0,027 |
| entre tempos           | 0,168994           | 1                  | 0,168994       | 1,17  |
| mater.X trat.          | 9,00593E-03        | 1                  | 9,00593E-03    | 0,062 |
| mater.X tempo          | 0,016006           | 1                  | 0,16006        | 0,111 |
| trat. X tempo          | 5,92983E-05        | 1                  | 5,92983E-05    | 0,000 |
| mater. X trat X tempo. | 8,99029E-03        | 1                  | 8,99029E-03    | 0,062 |
| resíduo                | 4,61599            | 32                 | 0,14425        |       |
| variação total         | 124,539            | 39                 |                |       |

F 1,32 (0,1%) = 13,3

Os resultados desse trabalho são comparáveis às observações de DUPERON et. alii<sup>4</sup>, LETZEL et alii<sup>6</sup> e SARKAR & GREENER<sup>12</sup> que verificaram que a resistência à corrosão do Dispersalloy melhora com o tempo, devido à eliminação da fase Y<sub>2</sub> e pela conversão do composto intermetálico Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> ativo eletricamente em um composto estável Cu<sub>3</sub>Sn. DERAND<sup>3</sup> entretanto observou que a corrosão é um processo contínuo, sendo mais agressivo nas ligas ricas em cobre do que nas convencionais.

Um trabalho desenvolvido por SWARTZ et alii<sup>14</sup>, em 1958, utilizando difração por raios X de restaurações a amálgama que encontravam-se manchadas por uso clínico, indicou a existência de um sulfeto como fator predominante na descoloração, tendo sido evidenciados apenas traços de cloretos e outros compostos. PHILLIPS(1984)<sup>10</sup> afirma que os sulfetos, de alguma forma presentes na cavidade oral, são os agentes de corrosão química mais comuns. Devemos lembrar que grande quantidade de alimentos como ovos, cebola etc contém quantidade significativa de enxofre, formando sulfetos diversos como os de hidrogênio e amônia, que possuem predileção por corroer a prata, o cobre e o mercúrio presentes nas ligas de amálgama.



A tabela IV apresenta os valores da taxa de corrosão que combina as variáveis responsáveis pela perda de massa como a área exposta, tempo de imersão e de exposição. A taxa de corrosão foi expressa em mpA (milésimos de polegada de penetração por ano) como recomenda a "Nace Standards", através da seguinte equação:

$$\text{mpA} = \frac{\text{Perda de Peso}}{\text{área (pol}^2\text{)} \times \text{tempo (h)} \times \text{massa específica do metal (g/cm}^3\text{)}}$$

TABELA IV - Taxa de corrosão (em mpA) para os amálgamas Dispersalloy e Velvalloy nos períodos de 24 e 48 horas.

|                       | SEM AGENTE | COM AGENTE |
|-----------------------|------------|------------|
| Dispersalloy 24 horas | 5,42       | 5,61       |
| Dispersalloy 48 horas | 3,19       | 3,14       |
| Velvalloy 24 horas    | 22,84      | 22,44      |
| Velvalloy 48 horas    | 11,56      | 11,51      |

Analisando a velocidade de corrosão para as ligas ensaiadas com e sem o uso do agente desoxidante, observa-se que a liga Dispersalloy mostrou comportamento excelente em todas as situações, enquanto a liga Velvalloy apresentou altos índices de taxa de corrosão.

Foi possível também notar que a taxa de corrosão diminuiu com o passar do tempo o que pode ser explicado pelas observações de MAREK (1983)<sup>7</sup>, que verificou que produtos de corrosão formados na superfície do amálgama oferecem uma proteção parcial à corrosão, criando uma camada de passivação, a qual devido à abrasão e à força mastigatória é frequentemente danificada, expondo as fases Y<sub>1</sub> e Y<sub>2</sub> ao ataque da corrosão.

O uso do agente desoxidante não influenciou no índice de perda de massa, significando que não tem capacidade de evitar ou diminuir os processos de corrosão do amálgama.

Apesar de diversos profissionais e o fabricante indicarem o uso do agente desoxidante para a obtenção de uma massa de amálgama livre de impurezas, de cor clara e brilhante, esse procedimento interfere negativamente em algumas

propriedades do amálgama como resistência à compressão, expansão tardia<sup>2</sup> e resistência à fratura<sup>9</sup>, devido à contaminação por umidade.

Através do presente trabalho, foi possível verificar que os índices de corrosão obtidos pela liga Dispersalloy foram sempre menores que os obtidos pela liga Velvalloy, com ou sem a utilização do agente desoxidante. Os corpos de prova da liga Velvalloy mostraram-se escurecidos e oxidados, enquanto os da liga Dispersalloy, apesar de também perderem o brilho, mantiveram a superfície com menores índices de manchamento e oxidação (figura 4).

Além disso, os corpos de prova da liga Velvalloy sofriram descoloração mais rapidamente do que os feitos com a liga Dispersalloy.



FIG. 4 - Aspecto visual dos corpos de prova antes (centro) e depois (V e D) de ensaiados.

## CONCLUSÕES

Com base na análise estatística aplicada aos dados obtidos nos ensaios de perda de massa, foi possível concluir que:

- Não há influência estatisticamente significativa no uso do agente desoxidante sobre o índice de corrosão das ligas Dispersalloy e Velvalloy,
- A liga Dispersalloy apresentou maior resistência à corrosão do que a liga Velvalloy.

## SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the corrosion (loss and gain of weight) of dental amalgam with deoxidizing treatment. Specimens obtained with Velvalloy and Dispersalloy amalgams were immersed by turns in a 1% Na<sub>2</sub>S solution for 24 and 48 hours. No significant differences in corrosion were noted with the

use of the deoxidizing agent. Dispersalloy showed more resistance to corrosion than Velvalloy. A tendency of decreasing corrosion was observed as time went by.

## UNITERMS

Dental amalgam, corrosion.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- BLACK, G.V. Operative dentistry. 6<sup>a</sup> ed. Chicago, Medico-dental publications, 1924. v.2.
- 2- CORTES, D.F. et al. Amálgama com desoxidante: alteração dimensional e resistência à compressão. Rev. bras. Odont., v.48, n.5, p.23-7, set/out, 1991.
- 3- DERAND, T. - Test of long-term corrosion of dental amalgams. Scand. J. dent Res., v.94, n.3, p. 253-8, May/June, 1986.
- 4- DUPERON, D.F.; NEVILLE, M.D.; KASLOZZ, Z. - Clinical evaluation of corrosion resistance of conventional alloy, spherical-particle alloy and dispersion-phase alloy. J. prosth. Dent., v.25, n.6, p.650-6, June, 1971.
- 5- FAIRHURST, C.W. - Amalgam. In: O'BRIEN, W.J. ; RYGE, G. Materiais Dentários. Rio de Janeiro, Interamericana, 1981. p.182-9.
- 6- LETZEL, H. et al. Tarnish, corrosion, marginal fracture and creep of amalgam restorations: a two-year clinical study. Oper. dent., v.3, n.3, p.82-92, Summer, 1978.
- 7- MAREK, M. The corrosion of dental materials. In: MAREK, M. Treatise on materials science and technology. London, Academic Press, 1983. p. 331-94.
- 8- MOORE, B.K. et al. Effects of aging on two high copper amalgam alloys. J. dent. Res., v.58, p.100, 1979. Special issue A./ Abstract n.30/
- 9- OLIVEIRA, L.A.F. Resistência à fratura de restaurações à amálgama tratadas com agente químico desoxidante. Bauru, 1993. Monografia - Hospital de Pesquisa e Reabilitação das Lesões Lábiopalatais, Universidade de São Paulo.
- 10- PHILLIPS, R.W. Materiais dentários de Skinner. 8. ed. Rio de Janeiro, Interamericana, 1984.
- 11- PHILLIPS, R.W.; SWARTZ, M.L.; BOOZAYAANGOOL, R. Effect of moisture contamination on compressive strength of amalgam. J. Amer. dent. Ass., v 49, n.4, p.436-8, Oct, 1954.
- 12- SARKAR, N.K. & GREENER, E.H. - "In vitro" chloride corrosion behaviour of Dispersalloy. J. oral Rehab., v. 2, n.2, p.139-44, Apr, 1975.
- 13- SCHOONOVER, I.C.; SOUDER, W.; BEALL, J.R. Excessive expansion of dental amalgam. J. Amer. dent. Ass., v.29, n.15, p.1825-32, Oct. 1942
- 14- SWARTZ, M.L.; PHILLIPS, R.W.; EL TANNIR, M.D. Tarnish of certain dental alloys. J. dent. Res., v 37, n.5, p.837-47, Sept/Oct, 1958.
- 15- TUCCILO, J.J.; NIELSEN, J.P. Observation of onset of sulfide tarnish on gold-base alloys. J. prosth. Dent., v.25, n.6, p.629-37, June, 1971.
- 16- WING, G. The amalgam tooth interface. J. dent. Res., v.53, n.3, p.707, May/June, 1974./ Abstract n.9/