

Avaliação da infiltração marginal de restaurações de amálgama: mercúrio *versus* gálio

Evaluation of marginal leakage of amalgam restorations: mercury versus gallium

Elizangela Soares FIALHO*

Everson Vargas da SILVA*

Claúdia Scherer GRAFF*

Alessandro Dourado LOGUERCIO**

Guilherme Brião CAMACHO***

Adair Luiz Stefanello BUSATO****

FIALHO, E. S.; SILVA, E. V.; GRAFF, C. S.; LOGUERCIO, A. D.; CAMACHO, G. B.; BUSATO, A. L. S. Avaliação da infiltração marginal de restaurações de amálgama: mercúrio *versus* gálio. **Pesq Odont Bras**, v. 14, n. 1, p. 59-63, jan./mar. 2000.

As restaurações de amálgama sofrem hoje uma série de questionamentos em relação a presença de mercúrio na sua composição e ligas alternativas foram desenvolvidas para a substituição desse material. Neste estudo avaliamos a infiltração marginal de duas ligas de amálgama (com mercúrio e com gálio) conjuntamente com dois sistemas adesivos (PAAMA e Scotchbond Multi-Usos Plus) em cavidades de classe V (margens em esmalte e cimento). Foram utilizados dentes humanos que após serem restaurados foram termociclados (500 ciclos, 5°C-55°C, 15 s em cada banho) e inseridos em corante (azul de metileno) e então desgastados e avaliados. Os escores foram compilados e submetidos a análise estatística (teste de Kruskal-Wallis com significância de 1%). Baseados nos resultados encontrados, pode-se concluir que houve diferença significativa entre os adesivos utilizados, sendo melhor o sistema Scotchbond Multi-Usos Plus, não havendo diferença estatística entre as ligas de amálgama e nem entre as paredes.

UNITERMOS: Amálgama dentário; Gálio; Infiltração dentária.

INTRODUÇÃO

O amálgama dental ainda é o material restaurador mais utilizado em todo o mundo (OSBORNE *et al.*¹⁵, 1997), e isto se deve a algumas características positivas do material, como: (1) fácil manipulação e emprego, sendo um material pouco sensível às variáveis manipulativas (MONDELLI¹¹, 1995); (2) único material "auto-selante", isto é, possui a capacidade de aumentar o vedamento marginal com o decorrer do tempo, devido a depósito dos produtos resultantes da corrosão (óxidos) na interface dente/restauração (PINTO¹⁸, 1997); (3) material restaurador direto com a maior resistência ao desgaste (CARDOSO⁴, 1994); (4) possui longevidade atestada pela experiência de mais de um século, sendo a média em torno de 20 anos de uso na cavidade oral e (5) custo relativamente baixo, fator relevante em um país como o Brasil.

Contudo esse material também apresenta algu-

mas desvantagens: (1) é contra-indicado em áreas em que a estética esteja envolvida; (2) não se une ao dente, portanto necessita de um preparo cavitário retentivo que leva invariavelmente ao (3) desgaste de estrutura dentária sadia, que conseqüentemente leva a (4) diminuição da resistência do elemento dental como um todo¹² e (5) a presença do mercúrio em sua composição sempre gerou uma série de questionamentos, seja devido a sua toxicidade ou pela sua contaminação ambiental.

Com o uso de sistemas adesivos, houve uma diminuição da microinfiltração marginal inicial, e se utilizada a técnica do amálgama adesivo pode também diminuir o desgaste de estrutura dentária devido a não necessidade de confecção da forma de retenção, bem como reforçar a estrutura dental remanescente^{2,3} e desta forma reduziu-se, indiscutivelmente essas desvantagens do amálgama.

* Cirurgiões-dentistas; *** Professor Adjunto Doutor em Reabilitação Oral - Faculdade de Odontologia - UFPEL.

** Doutorando em Materiais Dentários pela Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

**** Professor Titular da Disciplina de Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia da Universidade Luterana do Brasil.

Em relação a toxicidade do mercúrio é indiscutível que este elemento é altamente poluente e que acarreta importantes danos à saúde⁹. Contudo nada foi atestado em relação a contaminação de dentistas, pessoal auxiliar e pacientes quando corretamente manipulado, a não ser realmente aquelas pessoas sensíveis ao mercúrio. Mesmo assim, um número crescente de organizações profissionais tem discriminado o amálgama e, metais alternativos tem surgido visando a sua substituição¹¹. Dentre eles destacam-se as ligas com gálio.

A sugestão de substituir o gálio pelo mercúrio não é nova^{19,20}. Entretanto, nos últimos 30 anos é que um programa desenvolvido pela ADA tem investido no desenvolvimento dessa liga. Só recentemente duas ligas que utilizam esse produto foram lançadas no mercado: Gallium Alloy GF (Tokuriki Holtan – Japão) e Galloy (SDI – Austrália).

É objetivo desse estudo testar a microinfiltração marginal em cavidades de classe V restauradas com duas diferentes ligas de amálgama (Permite C e Galloy) e dois sistemas adesivos, um na técnica do amálgama convencional (PAAMA) e o outro na técnica do amálgama adesivo (Scotchbond Multi-Usso Plus).

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados 48 dentes humanos extraídos, hígidos. Após as extrações, os dentes foram adequadamente limpos e desinfetados e ficaram armazenados em soro fisiológico até receberem os preparos cavitários. Os dentes foram divididos em 4 grupos de 12 dentes cada, conforme a Tabela 1. Preparos cavitários de classe V foram realizados nas faces livres de cada dente, com as margens oclusal em esmalte e cervical em cimento, sendo que em cada dente foram realizadas duas cavidades. Os preparos tinham 4 mm nos sentidos méso-distal e cérvico-oclusal e 2 mm de profundidade. As cavidades foram confeccionadas com broca carbide n° 245, cone invertida de extremo arredon-

dado, utilizada em alta rotação sob refrigeração. A retenção mecânica das cavidades foi dada apenas pelo formato da broca. Os procedimentos restauradores foram realizados pelo mesmo operador, e os materiais adesivos, de acordo com as instruções de cada um dos fabricantes. Nos grupos 1 e 2 o adesivo foi fotopolimerizado previamente a condensação do amálgama (amálgama convencional), já nos grupo 3 e 4, o adesivo foi utilizado na sua forma “dual”, ou seja, o amálgama foi condensado/adaptado com o adesivo ainda em fase de polimerização (amálgama adesivo). Para os grupos que utilizam a liga com gálio (1 e 3) é indispensável após a condensação do amálgama que esse seja protegido da umidade, pois esse material apresenta grande alteração dimensional quando sofre contaminação com umidade durante a cristalização. É importante esclarecer que essa umidade pode ser via dentina (fluido pulpar) ou via fluidos externos (saliva, sangue, etc.) e que essa proteção deve permanecer no mínimo durante as primeiras 8 horas^{7,17}. Essa proteção foi realizada com o sistema adesivo de cada um dos grupos. Após 7 dias da realização das restaurações de amálgama, essas sofreram acabamento e polimento pela técnica convencional² e depois foram vedados e armazenados em soro fisiológico por 24 horas, sendo a seguir termociclados. A ciclagem térmica foi realizada com os dentes imersos em água com temperaturas de 5°C - 55°C, por 500 ciclos com tempo de 15 s em cada banho, em aparelho específico. Após a ciclagem, os dentes foram cobertos com duas camadas de esmalte de unhas até 1 mm aquém das restaurações. Após o vedamento os espécimes ficaram imersos em corante de azul de metileno à 5% em temperatura ambiente durante 24 horas e lavadas em água corrente, pelo mesmo período de tempo¹⁸. Após remoção do esmalte de unhas, os dentes foram cortados longitudinalmente no centro das restaurações com o auxílio de uma máquina de corte (Labcut 1010, Extec, USA), com o objetivo de visualizar a microinfiltração do corante na interface dente/restauração. A infiltração foi avaliada por dois examinadores calibrados através de uma lupa estereoscópica (Olympus SZ PT 40 – aumento de 25 X), tanto na parede gengival como na oclusal. Os escores foram dados pelo grau de penetração do corante no esmalte ou cimento e dentina, das paredes oclusais e cervicais, com os resultados expressos em uma escala cujos valores de 00 a 03 aumentando conforme o grau de infiltração (Tabela 2). De posse dos dados esses foram submeti-

TABELA 1 - Grupos usados no estudo e número de amostras em cada grupo.

Grupo	Liga de amálgama	Sistema adesivo	Nº das amostras
GP	Galloy	PAAMA	12
PP	Permite C	PAAMA	12
GS	Galloy	Scotchbond Multi-Usso Plus	12
PS	Permite C	Scotchbond Multi-Usso Plus	12

TABELA 2 - Escores de infiltração utilizados.

Escores	Significado
00	Não houve infiltração de corante entre a interface dente-restauração.
01	Infiltração nas paredes oclusais e/ou cervicais, menos da metade da distância entre o cavo-superficial e as paredes de fundo da cavidade.
02	Infiltração nas paredes oclusais e/ou cervicais com penetração de corante em mais da metade da distância entre o cavo-superficial e as paredes de fundo da cavidade sem, contudo, atingi-la.
03	Infiltração nas paredes oclusais e/ou cervicais com presença de corante sobre ou através das paredes de fundo da cavidade.

dos a análise estatística com auxílio do “software” GMC versão 7.1, desenvolvido pelo Prof. Dr. Geraldo Campos Maia, da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP, sendo usado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 1% ($\alpha = 0,01$).

RESULTADOS

Os resultados obtidos foram compilados e estão demonstrados na Tabela 3. Os dados originais consistiam de um total de 192 valores divididos em três fatores (liga *versus* adesivo *versus* parede) e que foram submetidos a análise estatística (Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,01$).

Os dados da Tabela 3 demonstraram que houve diferença estatística entre os diferentes grupos. Na parede gengival, os melhores valores de vedamento foram obtidos para as associações GS e PS, sendo que o grupo PS foi similar aos grupos GP e PP. Na parede oclusal as diferenças entre os grupos foram mais marcantes, sendo os grupos GS e PS novamente os melhores. A observação desses dados ainda nos demonstra que a liga utilizada teve pouca influência nos níveis de infiltração observados. A diferença significativa se deve aos diferentes sistemas adesivos estudados. O melhor sistema adesivo foi o Scotchbond Multi-Usado Plus, sendo apenas similar quando associado a liga Permite C na parede gengival.

DISCUSSÃO

Este trabalho se propôs a avaliar, por meio de testes de infiltração marginal, a capacidade de selamento de dois materiais adesivos, utilizando a

TABELA 3 - Frequência dos escores atribuídos à infiltração marginal nas paredes gengival e oclusal e análise estatística.

Parede	Escore					Parede	Escore				
	00	01	02	03	*		00	01	02	03	*
Gengival	00	01	02	03	*	Oclusal	00	01	02	03	*
GS	20	03	01	00	a	GS	21	00	03	00	a
PS	17	04	00	03	a b	PS	19	03	00	02	a
GP	14	01	03	06	b c	GP	11	03	04	06	b
PP	13	01	06	04	b c	PP	10	03	04	07	b

(*) Os grupos com letras iguais não foram diferentes estatisticamente ($\alpha = 0,01\%$).

técnica convencional e a técnica de amálgama adesivo, considerando duas diferentes ligas de amálgama, uma com gálio (Galloy) e outra com mercúrio (Permite C).

Diferentes trabalhos com essas ligas, já realizados até hoje tem chamado a atenção para alguns pontos importantes: as ligas de gálio são sensíveis às variações de energia de trituração. Deve-se lembrar que um material imprópriamente triturado tende a apresentar corrosão excessiva e uma expansão precoce após sua condensação, desta forma especial atenção deve ser dispensada à energia de trituração.

Além disso quando inseridos em preparos cavitários extensos, o nível de expansão é suficiente para causar sensibilidade pós-operatória, fratura de corpo e mesmo trincas e rachaduras na estrutura dental adjacente, principalmente se existir contato precoce com umidade durante a sua cristalização. Desta maneira a sua indicação deve ser restrita a preparos conservativos^{8,11,13}.

Vale a pena salientar o estudo de NAVARRO *et al.*¹³ (1996), onde todas as restaurações executadas com esse material tiveram que ser substituídas após 8 meses de estudo e esses achados também são confirmados por estudos em laboratório que demonstraram uma elevada taxa de oxidação e de corrosão^{1,5,22}.

Contudo, é importante percebermos que essas avaliações foram realizadas com a liga Gallium Alloy GF (Tokurike Holtan – Japão). Apesar do recente lançamento no mercado, a liga Galloy (SDI) já possui uma série de publicações e avaliações, tendo demonstrado comportamento similar as ligas com mercúrio^{10,17}.

Uma liga que tenha excessiva corrosão terá precocemente fratura das bordas da restauração e,

essa será responsável pelo aumento da propensão da instalação de uma lesão de cárie (recidiva), assim como descoloração do dente, em contrapartida ela é de certa forma benéfica, já que os óxidos oriundos dessa corrosão irão se depositar e vedar a interface dente/restauração². As ligas com alto teor de cobre (como a Permite C), necessitam de mais tempo do que as convencionais para se oxidar, já que possuem menos fase gama 2 e, conseqüentemente, formar produtos resultantes de sua corrosão, podendo aumentar o risco de microinfiltração na interface dente/restauração, principalmente nos períodos iniciais.

Desta forma era de se esperar que a Galloy tivesse menor infiltração marginal do que a liga Permite C, porém, no nosso estudo não houve diferença entre as ligas testadas, quando comparadas as mesmas técnicas restauradoras.

Vários motivos parecem justificar esse fato. Com a utilização de ligas na forma de cápsulas (como as ligas Permite C e Galloy) a energia de trituração pode ser controlada, assim como da relação pó/líquido e do tempo de trabalho. Dessa forma, parece ser pouco provável de ocorrer esse problema, principalmente com as ligas com gálio. Como no nosso trabalho não houve período de armazenamento, também não houve tempo para que ocorresse a corrosão do material, sendo assim não poderíamos contar com que os produtos dessa corrosão pudessem vedar essa interface, portanto tempos maiores são necessários para verificar esse fenômeno.

Além disso, a liga com gálio necessita do pincelamento de um adesivo nos primeiros períodos durante a cristalização, fato esse que vedaria a interface dente/restauração e diminuiria a possibilidade de formação dos óxidos. Quando submetidos a termociclagem, essa película de adesivo deve ser perdida ou pelo menos deve ficar porosa. Sem dúvida, as diferenças encontradas ficam por conta dos sistemas adesivos ou da técnica utilizada nesse estudo.

Constatou-se que o Scotchbond Multi-Use Plus (SBMUP) apresentou melhores resultados do que o PAAMA na redução da microinfiltração. Entretanto não podemos deixar de salientar que o primeiro foi utilizado na técnica do amálgama adesivo e o outro na técnica do amálgama convencional.

Os dois adesivos são de última geração e dessa forma era de se esperar resultados semelhantes

entre eles, contudo não foi isso o que ocorreu. O sistema Scotchbond Multi-Use Plus teve melhor vedamento marginal do que o PAAMA.

Duas hipóteses podem ser levantadas em relação a esse fato: a primeira é de que realmente o SBMUP tem uma melhor capacidade de vedamento do que o sistema PAAMA, ou então a técnica do amálgama adesivo proporcionou melhores resultados do que a técnica convencional e esta, no nosso ponto de vista, parece ser a principal causa da diferença observada.

O imbricamento mecânico entre o amálgama e o adesivo, formando uma linha irregular, reduz a capacidade de penetração de corantes. Assim parece que se o amálgama, qualquer um, for colocado na condição de "adesivo" os níveis de infiltração serão menores. O adesivo diminui a capacidade de infiltração marginal e conseqüentemente de recidiva de cárie, tornando menos crítica o tempo para a formação dos óxidos³, sendo indispensável, a sua utilização para as ligas com gálio^{6,14}.

Vale a pena salientar que apesar dos excelentes resultados encontrados nesse nosso estudo com os dois materiais, recente estudo clínico de OSBORNE; SUMMITT¹⁶ (1999) demonstram 10% de falhas com a liga Galloy devido a fratura das restaurações, mesmo em cavidades conservativas, sendo assim não adequadas para o uso em dentes posteriores segundo os mesmos autores.

Outras pesquisas clínicas e laboratoriais devem ser realizadas para confirmar esses recentes achados e essas hipóteses.

CONCLUSÕES

Os materiais e as técnicas utilizadas não permitiram o perfeito vedamento da interface dente/restauração, não havendo diferença estatística entre as diferentes ligas utilizadas.

Os resultados indicam que o sistema adesivo e/ou a técnica utilizada teve importância na diminuição da microinfiltração, sendo melhor o sistema Scotchbond Multi-Use Plus na técnica do amálgama adesivo.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao Departamento de Materiais Dentários da FOU SP, e ao apoio recebido pelo PRONEX (Programa Nacional de Excelência) da Faculdade de Odontologia de Pelotas/RS e da FAPESP (processo n.º. 99/054-0).

FIALHO, E. S.; SILVA, E. V.; GRAFF, C. S.; LOGUERCIO, A. D.; CAMACHO, G. B.; BUSATO, A. L. S. Evaluation of marginal leakage of amalgam restorations: mercury *versus* gallium. **Pesq Odont Bras**, v. 14, n. 1, p. 59-63, jan./mar. 2000.

Nowadays, there is an increasing concern about the presence of mercury in amalgam restorations, and alternative alloys were developed as substitutes for this material. In this study, the marginal leakage of two amalgam alloys (with mercury and with gallium) with two adhesive systems (PAAMA and Scotchbond Multipurpose Plus) were evaluated in class V cavities (margins in enamel and cement). Sound human teeth were restored and submitted to 500 cycles (5°C-55°C, 15 s in each wash) before immersion in dye (methylene blue). The teeth were cut and evaluated. The scores were compiled and submitted to statistical analysis (Kruskal-Wallis test with 99% of confidence level). Based on the results, we can conclude that there was a significant difference between the utilized adhesives, and that the best performance was obtained by the Scotchbond Multipurpose Plus system. There was no statistical difference between the amalgam alloys nor between the tooth walls.

UNITERMS: Dental amalgam; Gallium; Dental leakage.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BROOME, J. C.; OSBORNE, J. W.; LACEFIELD, W. R.; LEINFELDER, K. F. Dimensional change of a Gallium alloy under varying conditions. **J Dent Res**, v. 74, Spec. Issue, p. 103, 1995. [Resumo n. 735].
2. BUSATO, A. L. S.; BARBOSA, A. N.; BALDISSERA, R. A.; BUENO, M. P. Ligas para amálgama. In: _____ . **Restaurações em dentes posteriores**. São Paulo : Artes Médicas, 1996. p. 103-124.
3. CANTARELLI, M. M. C.; MATOS, A. B.; ODA, M. Amálgama adesivo. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v. 10, n. 2, p. 137-144, abr./jun. 1996.
4. CARDOSO, P. E. C. **Avaliação do desgaste, rugosidade e microestrutura de resinas compostas em função de ciclagem mecânica e fonte ativadora**. São Paulo, 1994. 132 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
5. DESCHNEPPER, E. J.; OSHIDA, Y.; MOORE, B. K.; COOK, N. B.; EGGERTSON, H. *In vitro* corrosion behavior and microstructure examination of a Gallium-based alloy. **Oper Dent**, v. 22, n. 5, p. 209-216, Sept./Oct. 1997.
6. KARNS, L.; HEMBREE, J. *In vitro* microleakage of Gallium restorations. **J Dent Res**, v. 75, Spec. Issue, p. 169, 1996. [Resumo n. 1213].
7. KNIGHT, G. T.; BERRY, T. G. Clinical application of a direct placement mercury-free alloy. **Am J Dent**, v. 10, n. 1, p. 52-54, Feb. 1997.
8. LEINFELDER, K. F. After amalgam, what? Other materials fall short. **J Am Dent Assoc**, v. 125, n. 5, p. 586-589, May 1994.
9. LEVY, M. Dental amalgam: toxicological evaluation and health risk assessment. **J Can Dent Assoc**, v. 61, n. 8, p. 667-674, Aug. 1995.
10. MILLER, B. H.; WOLDU, M.; GUO, I. Y.; OKABE, T. Physical and mechanical properties of three gallium alloys. **J Dent Res**, v. 73, Spec. Issue, p. 129, 1994. [Resumo n. 221].
11. MONDELLI, J. Controvérsias: Amálgama *versus* resinas compostas. In: MONDELLI, R. L. M. **Maxiodonto: dentística**, v. 1, n. 3, p. 45-48, maio/jun. 1995.
12. MONDELLI, J.; STEAGALL, L.; ISHIKIRIAMA, A.; NAVARRO, M. F. L.; SOARES, F. B. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. **J Prosthet Dent**, v. 43, n. 4, p. 419-422, Apr. 1980.
13. NAVARRO, M. F. L.; FRANCO, E. B.; BASTOS, P. A. M.; CARVALHO, R. M.; TEIXEIRA, L. C. Clinical evaluation of gallium alloy as a posterior restorative material. **Quintessence Int**, v. 27, n. 5, p. 315-320, May 1996.
14. NG, B. P.; HOOD, J. A. A.; PURTON, D. G. Effects of sealers and liners on marginal leakage of amalgam and gallium alloy restorations. **Oper Dent**, v. 23, n. 5, p. 229-235, July/Aug. 1998.
15. OSBORNE, J. W.; CHAIN, M. C.; CHAIN, J. C. Amálgama Dental: história e controvérsias. **RGO (Porto Alegre)**, v. 45, n. 4, p. 229-234, jul./ago. 1997.
16. OSBORNE, J. W.; SUMMITT, J. B. Direct-placement gallium restorative alloy: a 3-year clinical evaluation. **Quintessence Int**, v. 30, n. 1, p. 49-53, Jan. 1999.
17. OSBORNE, J. W.; SUMMITT, J. B. Mechanical properties and clinical performance of a Gallium restorative material. **Oper Dent**, v. 20, n. 4, p. 241-245, Nov./Dec. 1995.
18. PINTO, M. B. **Avaliação da infiltração marginal em restaurações com amálgama utilizando como material intermediário verniz cavitário diferentes sistemas adesivos**. Bauru, 1997. 209 p. Tese (Mestrado) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
19. SMITH, D. L.; CAUL, H. J. Alloys of gallium with powdered metals as possible replacement for dental amalgam. **J Amer Dent Assoc**, v. 53, n. 3, p. 315-324, Sep. 1956.
20. SMITH, D. L.; CAUL, H. J.; SWEENEY, W. T. Some physical properties of gallium-copper-tin alloys. **J Am Dent Assoc**, v. 53, n. 6, p. 677-685, Dec. 1956.
21. STANINEC, M.; MARSHALL, G. W.; LOWE, A. SEM study of *in vitro* bonded amalgam restorations. **J Dent Res**, v. 72, Spec. Issue, p. 111, 1993. [Resumo n. 63].
22. WIELICZKA, D. M.; SPENCER, P.; MOFFITT, C. E. Oxidation studies of mercury amalgams and Gallium alloy using X-ray photoelectron Spectroscopy. **J Dent Res**, v. 75, Spec. Issue, p. 236, 1996. [Resumo n. 1747].

Recebido para publicação em 08/09/99
Enviado para reformulação em 25/10/99
Aceito para publicação em 11/02/00