

## Influência do tempo de armazenamento sobre o selamento de restaurações de amálgama utilizando diferentes forradores

Rafael Ratto de MORAES<sup>a</sup>, Fábio Garcia LIMA<sup>b</sup>,

Márcia BUENO<sup>b</sup>, Flávio Fernando DEMARCO<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Mestrando em Materiais Dentários, Faculdade de Odontologia, UNICAMP  
13414-903, Piracicaba - SP

<sup>b</sup>Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia, UFPel  
96015-560, Pelotas - RS

Moraes RR, Lima FG, Bueno M, Demarco FF. Influence of storage time on sealing of amalgam restorations using different liners. Rev Odontol UNESP. 2005; 34(3): 135-140.

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi avaliar, pela análise da microinfiltração, a influência do tempo de armazenamento sobre o selamento de restaurações de amálgama com diferentes materiais forradores. Cavidades Classe V padronizadas, com margens em dentina/cimento, foram confeccionadas nas raízes de 80 incisivos bovinos. Todos os materiais foram aplicados seguindo as recomendações dos fabricantes, formando 4 grupos (n = 20): G1 – controle (sem forrador); G2 – verniz Copalite (Cooley & Cooley) com secagem por 5 segundos; G3 – verniz Copalite com secagem por 30 segundos; e G4 – sistema adesivo Single Bond (3M ESPE). As cavidades foram restauradas com a liga Dispersalloy (Dentsply Caulk) e, após 24 horas, realizou-se o acabamento e o polimento, sendo as amostras armazenadas em soro fisiológico, a 37°C. Após 7 dias, 10 espécimes de cada grupo foram aleatoriamente selecionados, submetidos a termociclagem e imersos em solução de fucsina básica a 0,5%. Os espécimes foram então longitudinalmente seccionados, e a penetração do corante avaliada sob magnificação (40X), com escores padronizados (0-2). Procedimentos semelhantes foram realizados com os espécimes restantes após 15 meses de armazenagem. Os dados foram submetidos ao teste estatístico de Kruskal-Wallis ( $\alpha = 0,01$ ). Na primeira avaliação, as restaurações forradas com o adesivo Single Bond (G4) apresentaram escores de infiltração significativamente menores em relação aos dos demais grupos ( $p < 0,001$ ). Após 15 meses de armazenagem, nenhum dos grupos testados apresentou melhoria na capacidade de vedamento, enquanto o G4 demonstrou aumento significativo dos escores de penetração do corante ( $p < 0,001$ ).

**Palavras-chave:** Amálgama de prata; infiltração dentária; verniz cavitário; adesivos dentinários.

**Abstract:** The aim of this study was to evaluate, by microleakage means, the storage time effect on sealing of amalgam restorations lined with different materials. Standard Class V cavities, with margins placed in dentin/cementum, were made in 80 bovine incisors roots. All materials were applied following manufactures' instructions, defining 4 groups (n = 20): G1 – control (unlined restorations); G2 – 5 s air-dried Copalite liner (Cooley & Cooley Ltd.); G3 – 30 s air-dried Copalite liner; and G4 – Single Bond adhesive system (3M ESPE). Cavities were filled (Dispersalloy, Dentsply Caulk) and finishing and polishing performed after 24 hours. Specimens were stored in sodium azide solution at 37°C. After 7 days, 10 samples per group were randomly selected, thermal cycled and immersed in 0.5% basic fuchsin solution. Specimens were then cross sectioned and dye penetration evaluated under magnification (40X), with standard scores (0-2). Similar procedures were performed with the remaining samples, after 15 months of storage. Data were submitted to Kruskal-Wallis test ( $\alpha = 0.01$ ). In the first evaluation, restorations lined with Single Bond (G4) presented significantly lower leakage scores between all groups ( $p < 0.001$ ). After the 15-month storage period, none of the tested groups presented significant improvement in the sealing ability, while G4 showed a significant increase in the dye leakage scores ( $p < 0.001$ ).

**Keywords:** Dental amalgam; dental leakage; dental cavity lining; dentin-bonding agents.

## Introdução

A introdução do condicionamento ácido e o contínuo avanço dos compósitos odontológicos foram responsáveis por uma mudança não só técnica como filosófica no tratamento restaurador, com preparos cavitários basicamente restritos à abrangência das lesões de cárie. Dentro desse contexto, a utilização do amálgama dentário, que necessita de preparo cavitário definido, é cada vez mais reduzida<sup>1</sup>, não só por haver interesse do paciente por restaurações estéticas, como também por possíveis dúvidas acerca de contaminações por mercúrio<sup>2</sup> e preferências particulares por determinados materiais por parte dos profissionais.

No entanto, problemas como dificuldade na reconstrução e na manutenção da área de contato proximal<sup>3</sup>, impossibilidade de isolamento absoluto e potencial infiltração em regiões cervicais subgingivais sem esmalte remanescente<sup>4</sup>, entre outros, parecem indicar que ainda há espaço para o amálgama, que, segundo Burke<sup>2</sup>, continua sendo o material de primeira escolha para a restauração de dentes posteriores em muitas localidades ao redor do mundo.

Uma das grandes desvantagens de sua utilização, no entanto, é a ausência de adesividade à estrutura dentária, o que favorece a infiltração marginal e seus potenciais efeitos<sup>5-6</sup>. Por esse motivo, indica-se a aplicação de um agente forrador capaz de selar essa interface<sup>7</sup> na tentativa de prevenir a infiltração até que os produtos de corrosão do amálgama estejam formados e aí se depositem<sup>3</sup>. Esses produtos, por sua vez, seriam originados de uma reação entre cloro e oxigênio da saliva e estanho da liga, atacando principalmente a fase Sn-Hg ( $\gamma_2$ ) do amálgama de prata<sup>8</sup>.

Uma vez que o tradicional verniz para forramento de cavidades pode apresentar falhas ao manter um selamento efetivo por um longo período<sup>7,9</sup>, adesivos dentinários têm sido avaliados como materiais alternativos. Diversos estudos demonstram que eles diminuem a microinfiltração em comparação ao verniz<sup>5,9-10</sup>, porém a durabilidade desse selamento ainda necessita ser determinada, considerando que o envelhecimento das restaurações poderia alterar a estabilidade da união<sup>11-13</sup>. Além disso, permanecem dúvidas a respeito do tempo necessário para a formação dos produtos de corrosão das diferentes ligas disponíveis e do real efeito no selamento das margens restauradoras<sup>14</sup>.

Baseadas nesses aspectos, as hipóteses nulas testadas no presente estudo foram a de que não haveria diferença de vedamento marginal entre os diferentes materiais forradores e de que o selamento das restaurações não melhoraria com o tempo de armazenamento. Assim, foi objetivo do estudo avaliar a microinfiltração em restaurações de amálgama forradas com adesivo dentinário ou com verniz cavitário aplicado por duas diferentes técnicas, armazenadas por 7 dias e 15 meses.

## Material e método

### Preparo dos espécimes

Foram selecionados 80 incisivos bovinos, recentemente extraídos e livres de trincas. Após remoção dos remanescentes pulpares e periodontais e profilaxia com pedra-pomes e água, os dentes permaneceram armazenados em soro fisiológico a 4°C por um período máximo de dez dias.

Cavidades Classe V foram preparadas nas raízes dentárias, com brocas carbide nº 330 (KG Sorensen, Barueri, SP), sob constante refrigeração. As brocas eram trocadas a cada cinco preparos, a fim de assegurar eficácia de corte. Os preparos apresentavam formato quadrangular (2 mm x 2 mm x 2 mm), com todas as margens em dentina/cimento, sendo padronizados por meio de um dispositivo especial alinhado que permitia movimentos controlados nas três direções espaciais<sup>15</sup>. O acabamento da parede de fundo foi realizado com cinzel afiado 8/9 (Duflex SS White, Rio de Janeiro, RJ) e as cavidades limpas com algodão e Tergensol (Inodon, Porto Alegre, RS). Os materiais empregados no estudo estão apresentados na Tabela 1.

Os dentes preparados foram então aleatoriamente divididos em quatro grupos (n = 20), diferenciados pelo material forrador a ser aplicado:

- **Grupo 1** – Controle: restaurações não-forradas;
- **Grupo 2** – Copalite 1: verniz forrador de cavidades aplicado em duas finas camadas, secando-se cada uma com leve jato de ar por 5 segundos, de acordo com a prática clínica comum<sup>16</sup>;
- **Grupo 3** – Copalite 2: procedimentos semelhantes aos realizados no Grupo 2, porém a secagem de cada camada de verniz foi realizada com leve jato de ar

**Tabela 1.** Materiais empregados no estudo

Material	Descrição	Lote	Fabricante
Copalite	Verniz para forramento de cavidades	L31H	Cooley & Cooley, Houston, TX, EUA
Single Bond	Adesivo dentinário de frasco único	9CY	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA
Dispersalloy	Liga de amálgama de fase dispersa	010627F	Dentsply Caulk, Milford, DE, EUA

por 30 segundos, de acordo com a recomendação do fabricante; e

- **Grupo 4** – Single Bond: condicionamento com ácido fosfórico a 35% de toda a cavidade por 15 segundos, seguido por lavagem com spray ar/água pelo mesmo tempo e remoção do excesso de umidade da dentina com tiras de papel absorvente. Aplicação da primeira camada de adesivo, secagem com leve jato de ar por 5 segundos e aplicação da segunda camada, com nova secagem por 5 segundos e fotoativação por 10 segundos (XL 3000, 3M ESPE, 550 mW/cm<sup>2</sup>).

Após a aplicação dos forradores, o amálgama (Dispersalloy, cápsulas auto-ativáveis) foi triturado (amalgamador Ultramat 2, SDI, Victoria, Austrália, 4600 rpm, 8 s) e condensado nas cavidades em dois incrementos horizontais. A escultura foi realizada com o instrumento Hollenback 3S (Duflex SS White) e os espécimes imersos em soro fisiológico a 37°C, por 24 horas, quando se realizou o acabamento com brocas multilaminadas (KG Sorensen) e o polimento com escovas de Robinson, utilizando a seqüência de pastas de água e pedra-pomes (SS White), água e branco de Espanha (Herjos Vigodent, Bonsucesso, RJ), álcool e óxido de zinco (SS White) e óxido de zinco puro<sup>4</sup>. Os corpos-de-prova foram então armazenados em soro fisiológico a 37°C.

#### Teste de infiltração marginal

Após sete dias de armazenamento, dez espécimes de cada grupo foram aleatoriamente selecionados e submetidos a termociclagem (500 ciclos entre 5 ± 2°C e 55 ± 2°C, 30 segundos por banho). Os ápices dentários foram selados com resina epóxi (Poxilina Acapol, Buenos Aires, Argentina) e todas as superfícies de cada amostra isoladas com duas camadas de esmalte de unha, exceto as restaurações e 0,5 mm ao redor das mesmas. Os espécimes foram então imersos em solução de fucsina básica a 0,5% por 24 horas, à temperatura ambiente, e lavados em água corrente por mais 24 horas.

Cada dente foi então seccionado longitudinalmente, e a penetração do corante avaliada sob magnificação (40x), de

maneira cega, por dois examinadores calibrados, com três escores possíveis: 0) nenhuma penetração; 1) penetração do corante restrita às paredes circundantes; e 2) o corante atingindo a parede de fundo.

Quando discordância entre os examinadores ocorria, um consenso era obtido. Procedimentos semelhantes de termociclagem, imersão e avaliação da penetração do corante foram realizados nos dez espécimes restantes de cada grupo, após armazenamento por 15 meses em soro fisiológico, a 37°C, renovado a cada 30 dias. Todos os dados foram, então, tabulados e submetidos ao teste estatístico não-paramétrico de Kruskal-Wallis ( $\alpha = 0,01$ ).

## Resultado

A Tabela 2 apresenta o número de espécimes, por grupo, para cada escore de penetração do corante, nas avaliações de 7 dias e 15 meses. Excetuando-se o grupo de restaurações forradas com o adesivo dentinário a 7 dias, em todos os outros grupos a infiltração alcançou valores máximos em 90% a 100% das amostras. A única diferença estatisticamente significativa foi verificada para o Single Bond aos 7 dias ( $p < 0,001$ ).

Após o armazenamento por 15 meses, os escores de penetração persistiram marcadamente elevados, não havendo melhoria no selamento, em nenhum grupo, em relação à avaliação anterior. Por outro lado, o G4, que havia demonstrado os menores escores iniciais de infiltração, apresentou elevação significativa da penetração nas margens ( $p < 0,001$ ), demonstrando selamento semelhante aos dos demais grupos. De maneira geral, o tempo de armazenagem (processo de envelhecimento) não foi fator significativo para os valores de penetração do corante.

## Discussão

No ambiente bucal, o amálgama de prata está sujeito a interações químicas, eletroquímicas, microbiológicas e térmicas, além de tensões mecânicas provenientes da masti-

**Tabela 2.** Escores de penetração do corante

Grupo	Forrador	Armazenamento	Escore			p
			0	1	2	
G1	-	7 dias	-	1	9	ns
		15 meses	-	-	10	ns
G2	Copalite (secagem 5 s)	7 dias	-	-	10	ns
		15 meses	-	-	10	ns
G3	Copalite (secagem 30 s)	7 dias	-	1	9	ns
		15 meses	-	1	9	ns
G4	Single Bond	7 dias	6	3	1	< 0,001
		15 meses	-	1	9	ns

ns: não significativo.

gação<sup>17</sup>. Nessas condições, apresentaria tendência a diminuir a infiltração marginal com o tempo<sup>7,17-18</sup>, em decorrência do depósito de produtos de corrosão da liga no espaço entre a estrutura dentária e o material restaurador: um complicado processo resultado da soma de fatores corrosivos e inibidores. Tal mecanismo, segundo Von Fraunhofer, Staheli<sup>19</sup>, inicia-se com uma dissolução metálica, formando íons em solução, os quais podem reagir com o eletrólito ou com outros produtos de corrosão e formar produtos insolúveis que, por sua vez, podem depositar-se na interface dente-amálgama.

A velocidade desse processo depende, no entanto, da composição da liga e das concentrações de cloretos e oxigênio na saliva, num mecanismo de eletrodissolução e geração de uma camada de corrosão<sup>17</sup>, formada basicamente por óxidos e hidróxidos de cobre e estanho, em amálgamas de alto teor de cobre, e por produtos de decomposição da fase Sn-Hg ( $\gamma_2$ ), em ligas convencionais<sup>18</sup>, que apresentam maior tendência à formação de derivados corrosivos<sup>7,18</sup>.

Dessa maneira, o aprimoramento do vedamento das restaurações, mesmo em ligas convencionais, não é imediato<sup>7,18</sup>. Diversos autores concordam com o conceito de que a habilidade de selamento marginal é diretamente proporcional ao tempo de envelhecimento das mesmas<sup>7,18,20</sup>, porém resultados controversos são encontrados na literatura. Ziskind et al.<sup>9</sup> verificaram, após seis meses de armazenamento, menores escores de penetração do corante, enquanto Sepetcioglu, Ataman<sup>7</sup> observaram um aumento na infiltração após o mesmo período. Alguns estudos teorizam que seriam necessários até dois anos para uma redução efetiva na infiltração em restaurações não-adesivas de amálgama<sup>14,20</sup>, especialmente quando são utilizadas ligas ricas em cobre.

Dentro desse contexto, indica-se o emprego de um agente forrador capaz de evitar a penetração marginal principalmente nas primeiras semanas de execução da restauração, já que a infiltração pode estar associada a sensibilidade pós-operatória, manchamento de margens e irritação pulpar<sup>5-6,16,25</sup>. Nesse intuito, o verniz cavitário tem sido utilizado há diversos anos. No entanto, tal material apresenta solubilidade aos fluidos bucais<sup>7</sup> e discutível efeito na redução da microinfiltração, especialmente nas margens em dentina/cimento<sup>3</sup>. Kreulen et al.<sup>21</sup>, em um acompanhamento de 15 anos, verificaram que restaurações sem forrador apresentaram desempenho clínico significativamente superior àquelas forradas com verniz cavitário.

Os resultados do presente estudo demonstram que ambos os grupos em que foi aplicado o verniz como forrador – secagem de cada camada por 5 segundos, de acordo com a prática clínica comum<sup>16</sup>, e por 30 segundos, de acordo com recomendação do fabricante – apresentaram resultados semelhantes entre si e ao do grupo controle (restaurações não-forradas), com elevada penetração nas margens. Outros estudos também observaram níveis de

infiltração semelhantes para restaurações de amálgama forradas ou não com verniz<sup>5,14,22</sup>, o que poderia decorrer de falhas nas camadas aplicadas, como porosidades ou fendas, ou mesmo da dissolução do material.

Na busca por materiais alternativos, adesivos dentinários passaram a ser empregados, em uma tentativa de permitir uma melhor união do amálgama ao substrato dentário e de aprimorar o vedamento das margens restauradoras<sup>12</sup>. A literatura apresenta diversos trabalhos relatando redução na infiltração através do uso de sistemas adesivos<sup>9-10</sup>, porém em restaurações recentemente realizadas, não havendo uma avaliação da durabilidade desse selamento.

As hipóteses testadas neste estudo não foram totalmente confirmadas. Em concordância com trabalhos anteriormente mencionados, o grupo em que foi utilizado o adesivo dentinário Single Bond como forrador apresentou, na avaliação de 7 dias, escores de infiltração significativamente inferiores em relação aos demais grupos testados ( $p < 0,001$ ), para os quais foram encontrados resultados semelhantes entre si. Esse selamento apresenta grande importância principalmente nas primeiras semanas de execução da restauração, principalmente ao diminuir a possibilidade de ocorrência de sensibilidade pós-operatória, comumente associada a restaurações metálicas, uma vez que estas apresentam boa condução térmica e elétrica<sup>18</sup>, porém ausência de adesividade ao substrato dentário.

Por outro lado, o período de 15 meses de armazenagem não aprimorou o selamento das restaurações, confirmando nossa hipótese. Nenhum grupo testado apresentou diminuição significativa nos escores de penetração em relação à avaliação inicial, em concordância com outros estudos<sup>7,23</sup>. Uma possível explicação para esse resultado reside no fato de a liga empregada apresentar alto conteúdo de cobre e ausência da fase  $\gamma_2$ , tornando o processo de corrosão mais lento. Em contrapartida, Liberman et al.<sup>14</sup> verificaram uma melhoria nas propriedades de selamento após 14 meses de armazenamento das restaurações com liga semelhante. Dessa maneira, permanecem dúvidas em relação ao tempo necessário para a formação dos derivados da corrosão e para um aprimoramento no vedamento das margens.

Além disso, o grupo do adesivo Single Bond, o qual havia apresentado os menores escores de infiltração na primeira avaliação, demonstrou uma diminuição na habilidade de selamento após o armazenamento por 15 meses, com um aumento significativo da penetração do corante ( $p < 0,001$ ). Tal incapacidade de manutenção do vedamento pode estar relacionada a uma instabilidade e/ou dissolução da camada de adesivo durante a armazenagem. Outros autores relataram que adesivos dentinários mostraram-se sensíveis ao envelhecimento das restaurações, demonstrando uma severa diminuição da resistência de união<sup>11</sup> e aumento da penetração nas margens<sup>12-13</sup>, possivelmente resultado de degradação da junção adesiva.

Avaliações *in vitro* da capacidade de selamento de restaurações amálgama têm sido amplamente realizadas<sup>3,5,7-10,22,24</sup>. Diversas técnicas para detecção da infiltração têm sido sugeridas, como o emprego de corantes, de nitrato de prata ou de radioisótopos, e métodos qualitativos (em escores) e quantitativos de avaliação da penetração empregados<sup>6,25</sup>. No entanto, a metodologia utilizada no presente estudo é, de acordo com Raskin et al.<sup>6</sup>, a mais comumente empregada para avaliação da capacidade de vedamento de materiais restauradores. Por outro lado, limitações éticas e a pequena disponibilidade de dentes humanos extraídos têm conduzido à utilização do substrato bovino em tais avaliações, o que também tem gerado discussão. Diversos trabalhos demonstram, no entanto, que os tecidos dentários bovinos e humanos apresentam similaridade estrutural e morfológica, e resultados semelhantes em testes de adesão têm sido relatados<sup>26-27</sup>.

Outro ponto que deve ser destacado é o fato de que, no presente estudo, o armazenamento das amostras foi realizado em soro fisiológico, e dúvidas poderiam surgir quanto ao comportamento do amálgama nesse meio. Enquanto condições *in vitro* são, de maneira geral, mais estáveis, a saliva humana apresenta, em função de fatores como gênero, idade e características individuais, uma concentração variada de componentes, como cloretos e oxigênio, os quais exercem papéis importantes durante o processo de corrosão<sup>17-20</sup>. Assim, poderia ser esperada uma corrosão mais acentuada da liga armazenada em saliva. No entanto, Yap et al.<sup>28</sup> relataram que a mesma liga de fase dispersa utilizada no presente estudo apresentou maior reatividade química quando exposta ao soro fisiológico em comparação à saliva artificial, e Ilikli et al.<sup>29</sup> observaram maior corrosão do amálgama em solução fisiológica em comparação à água destilada. Por outro lado, a hipótese de que diferentes meios de armazenamento possam interferir de maneiras distintas sobre a estabilidade da união adesivo-dentina não deve ser descartada. Embora os achados do presente estudo estejam de acordo com a literatura<sup>11-12</sup>, os resultados encontrados para o grupo no qual o sistema adesivo foi utilizado como forrador poderiam variar caso diferentes meios de armazenagem fossem utilizados.

## Conclusão

Dentro das limitações do presente estudo, as seguintes conclusões podem ser definidas:

- O emprego de verniz cavitário não impediu a infiltração marginal;
- O uso do adesivo Single Bond proporcionou os menores escores de infiltração após 7 dias de armazenamento ( $p < 0,001$ ), sendo, porém, semelhantes aos dos demais grupos após 15 meses; e
- O envelhecimento das restaurações de amálgama não ocasionou melhoria no selamento marginal.

## Referências

1. Wilson NH. Curricular issues changing from amalgam to tooth-coloured materials. *J Dent.* 2004; 32: 367-9.
2. Burke FJ. Amalgam to tooth-coloured materials – implications for clinical practice and dental education: governmental restrictions and amalgam-usage survey results. *J Dent.* 2004; 32: 343-50.
3. Oliveira FS, Silva SM, Bijella MF, Lima JE. *In vitro* evaluation of the marginal microleakage of class II amalgam restoration associated with dentin adhesive. *Rev Odontol Univ São Paulo.* 1999; 13: 263-8.
4. Busato AL, Barbosa AN, Bueno M, Baldissera RA. Restaurações de dentes posteriores. São Paulo: Artes Médicas; 1997.
5. Berry TG, Parker SD, Rice D, Muñoz CA. Microleakage of amalgam restorations using dentin bonding system primers. *Am J Dent.* 1996; 9: 174-8.
6. Raskin A, D'Hoore W, Gonthier S, Degrange M, Dejou J. Reliability of *in vitro* microleakage tests: a literature review. *J Adhes Dent.* 2001; 3: 295-308.
7. Sepetcioglu F, Ataman BA. Long-term monitoring of microleakage of cavity varnish and adhesive resin with amalgam. *J Prosthet Dent.* 1998; 79: 136-9.
8. Kelsey WP, Panneton MJ. A comparison of amalgam microleakage between a copal varnish and two resin-compatible cavity varnishes. *Quintessence Int.* 1988; 19: 895-8.
9. Ziskind D, Venezia E, Kreisman I, Mass E. Amalgam type, adhesive system, and storage period as influencing factors on microleakage of amalgam restorations. *J Prosthet Dent.* 2003; 90: 255-60.
10. Cenci MS, Piva E, Potrich F, Formolo E, Demarco FF, Powers JM. Microleakage in bonded amalgam restorations using different adhesive materials. *Braz Dent J.* 2004; 15: 13-8.
11. Pilo R, Brosh T, Shapinko E, Dodiuk H. Long-term durability of adhesive systems bonded to fresh amalgam. *J Prosthet Dent.* 1996; 76: 431-6.
12. Ben-Amar A, Liberman R, Rothkoff Z, Cardash HS. Long term sealing properties of Amalgambond under amalgam restorations. *Am J Dent.* 1994; 7: 141-3.
13. Crim GA. Effect of aging on microleakage of restorative systems. *Am J Dent.* 1993; 6: 192-4.
14. Liberman R, Ben-Amar A, Nordenberg D, Jodaikin A. Long-term sealing properties of amalgam restorations: an *in vitro* study. *Dent Mater.* 1989; 5: 168-70.
15. Formolo E, Sartori A, Demarco FF. Infiltração marginal em cavidades de Classe V com o uso de diferentes materiais adesivos. *RPG Rev Pós Grad.* 2001; 8: 306-12.
16. Ben-Amar A, Cardash HS, Liberman R. Varnish application technique and microleakage of amalgam restorations. *Am J Dent.* 1993; 6: 65-8.

17. Acciari HA, Codaro EN, Guastaldi AC. Uma revisão sobre a corrosão em amálgamas dentários. Pós-Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos. 1998; 1: 13-20.
18. Anusavice KJ. Phillip's science of dental materials. 10th ed. Philadelphia: WB Saunders; 1998.
19. Von Fraunhofer JA, Staheli PJ. Corrosion of amalgam restorations. A new explanation. Br Dent J. 1971; 130: 522-4.
20. Derand T. Test of long-term corrosion of dental amalgams. Scand J Dent Res. 1986; 94: 253-8.
21. Kreulen CM, Tobi H, Gruythuysen RJ, van Amerongen WE, Borgmeijer PJ. Replacement risk of amalgam treatment modalities: 15-year results. J Dent. 1998; 26: 627-32.
22. Gottlieb EW, Retief DH, Bradley EL. Microleakage of conventional and high-copper amalgam restorations. J Prosthet Dent. 1985; 53: 355-61.
23. Wendt SL Jr, McInnes PM, Dickinson GL. The effect of thermocycling in microleakage analysis. Dent Mater. 1992; 8: 181-4.
24. Fitchie JG, Reeves GW, Scarbrough AR, Hembree JH. Microleakage of a new cavity varnish with a high-copper spherical amalgam alloy. Oper Dent. 1990; 15: 136-40.
25. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. Oper Dent. 1997; 22: 173-85.
26. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. J Dent Res. 1983; 62: 1076-81.
27. Schilke R, Bauss O, Lisson JA, Schuckar M, Geurtsen W. Bovine dentin as a substitute for human dentin in shear-bond strength measurements. Am J Dent. 1999; 12: 92-6.
28. Yap AU, Ng BL, Blackwood DJ. Corrosion behaviour of high copper dental amalgams. J Oral Rehabil. 2004; 31: 595-9.
29. Ilikli BG, Aydin A, Isimer A, Alpaslan G. *In vitro* corrosion behaviour and microhardness of high-copper amalgams with platinum and indium. J Oral Rehabil. 1999; 26: 170-6.