

**REPARO DE AMÁLGAMA:
ASPECTO MICROSCÓPICO
E INFILTRAÇÃO NA INTERFACE.
ESTUDO *IN VITRO***

Maria Auxiliadora Junho de ARAÚJO*

Nelson Snellart TAVARES**

Lauro Cardoso VILLELA*

Rogério Duque GONÇALVES**

Lea Vilela NOGUEIRA*

- **RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio do microscópio eletrônico de varredura (MEV) e infiltração por líquido penetrante, o efeito de um sistema adesivo (All Bond 2 Bisco, Inc.) na interface de reparos de amálgama realizados em diferentes períodos de tempo (15 minutos, 7 dias e 60 dias). Como grupo controle foram realizadas amostras sem nada na interface amálgama/amálgama. Pela avaliação qualitativa das amostras não foi possível detectar no MEV a interface entre amálgama velho/amálgama novo, nas amostras controle, reparadas sem a utilização do adesivo. Já nas amostras reparadas com o adesivo interposto, a linha de união e a presença do adesivo foram nitidamente observadas em todas as amostras. No teste de líquido penetrante não foi evidenciada infiltração na junção amálgama velho/amálgama novo, nos corpos-de-prova reparados sem adesivo (controle). Nas amostras com adesivo na interface houve indicação de penetração de líquido, sugerindo infiltração na junção amálgama velho/amálgama novo. Os diferentes períodos de tempo em que o reparo foi realizado não influenciaram nos resultados.
- **PALAVRAS-CHAVE:** Amálgama dentário; adesivos; infiltração.

* Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese - Faculdade de Odontologia - UNESP - 12245-000 - São José dos Campos - SP.

** Atividades de Materiais Raros (AMR - IAE) - Centro Técnico Aeroespacial - 12228-970 - São José dos Campos - SP.

Introdução

Atualmente, um dos grandes desafios para a Odontologia é a manutenção das restaurações, ou seja, a realização de trabalhos que não necessitem ser trocados em curto espaço de tempo. Com relação às restaurações de amálgama, sabe-se, pela literatura, que, apesar da constante evolução e do aprimoramento de suas propriedades, o número de restaurações substituídas ainda é grande (mais de 50% das restaurações realizadas).^{9, 19, 26}

Hoje, tem-se consciência de que a remoção de restaurações de amálgama com base somente no defeito marginal oclusal por si só não se justifica, a não ser que claras evidências de descalcificação sejam detectadas nessas regiões. Pesquisas têm demonstrado, também, que a localização mais frequente da cárie secundária é no terço gengival e interproximal, mostrando que a relação entre fratura marginal oclusal e desenvolvimento de cárie secundária é desprezível.^{16, 19}

A longevidade das restaurações de amálgama poderia ser aumentada se outras medidas, tais como o recontorno, repolimento e reparo, fossem adotadas pelos profissionais. O reparo das restaurações de amálgama pode ser definido como a remoção de parte do amálgama existente e preparo de uma *cavidade* no remanescente da restauração que foi avaliada como clinicamente aceitável, para posterior restauração com nova porção de amálgama. Este procedimento, no entanto, poderia criar uma interface entre amálgama velho/novo e possibilitar a infiltração.

Trabalho de Consani et al.¹² demonstrou haver penetração de corante na interface amálgama velho/novo em graus variados. Por outro lado, Kirk¹⁷ não constatou penetração de corante na interface amálgama velho/novo, sugerindo uma continuidade entre as duas massas.

Com o desenvolvimento dos sistemas adesivos, surgiram no mercado odontológico adesivos indicados para união de metais às estruturas dentais, que também teriam potencial para promover adesão entre amálgama/amálgama, permitindo ao cirurgião-dentista corrigir defeitos em restaurações de amálgama.

Assim, julgamos ser de interesse avaliar a interface amálgama/amálgama por meio de microscópio eletrônico de varredura (MEV) e infiltração de corante na interface, levando em consideração diferentes períodos de tempo em que o reparo foi realizado (15 minutos, 7 dias e 60 dias) e se a utilização de um sistema adesivo na interface iria bloquear a infiltração de substâncias.

Material e método

Preparo dos corpos-de-prova

A liga para amálgama Velvalloy (S. S. White Artigos Dentários Ltda.) e o mercúrio puro utilizados foram previamente pesados em balança analítica Owa Labor com precisão de 0,01 g na proporção de 1:1 (técnica de Eames), acondicionados separadamente em cápsulas plásticas e armazenados até serem utilizados. A trituração e a homogeneização foram feitas mecanicamente no amalgamador Vari-Mix II (Caulk Co.), utilizando-se cápsula plástica e pistilo metálico. O tempo de trituração foi de 8 segundos na velocidade M2, e mais 2 segundos para homogeneização, sem o pistilo metálico.

A condensação do amálgama foi manual, sendo realizada sobre uma balança, para que houvesse controle da carga média exercida (3 kg). O condensador utilizado foi do tipo Ward nº 2, tomando-se o cuidado de remover o excesso de mercúrio. Os corpos-de-prova foram obtidos a partir de uma matriz metálica com uma perfuração circular de 6 mm de diâmetro e 3 mm de profundidade. Inicialmente, condensava-se o amálgama na metade da perfuração, o que era possível mediante a colocação de um *stop* de resina acrílica na metade do círculo.

Foram então realizadas 18 amostras que seriam divididas em três grupos de seis para cada período de tempo estudado (15 minutos, 7 dias e 60 dias).

As seis amostras que seriam reparadas aos 15 minutos após a condensação não eram retiradas da matriz metálica. Somente o *stop* de resina acrílica era retirado; assim, obtinha-se um semicírculo e o espaço ocupado pela resina iria ser preenchido pela nova porção de amálgama de duas diferentes maneiras:

Subgrupo I/15 – nova porção de amálgama condensada diretamente sobre a porção já realizada.

Subgrupo II/15 – o sistema adesivo All Bond 2 (Bisco Inc.) foi aplicado na superfície do amálgama, de acordo com as indicações do fabricante:

- aplicar de duas a três camadas da mistura do Primer A e B, secar por 5 segundos;
- misturar volumes iguais do Dentin/Enamel Bonding Resin e Pre-Bond Resin e aplicar sobre o primer, aguardar 30 segundos para a condensação do amálgama.

Para os períodos de 7 e 60 dias, as amostras foram então cuidadosamente retiradas da matriz metálica, no mínimo 15 minutos após a condensação, armazenadas em água destilada e estufa a 37°C até que se completasse o tempo determinado (7 ou 60 dias) e então tratadas como segue:

Subgrupo I/7 e 60 – a superfície a ser reparada foi tornada rugosa com auxílio de uma broca cilíndrica nº 56 em alta rotação, lavada, seca e posicionada novamente na matriz para, somente então, a nova porção de amálgama ser condensada.

Subgrupo II/7 e 60 – o adesivo All Bond 2 foi aplicado na superfície do amálgama, já tornada rugosa, com uma broca diamantada de granulação média, como indicado pelo fabricante. Em seguida, a nova porção de amálgama foi condensada.

Todos os corpos-de-prova depois de prontos foram removidos da matriz, identificados e armazenados em água destilada e estufa a 37°C por 7 dias.

Depois desse período, os corpos-de-prova receberam polimento metalográfico em uma politriz mecânica, feito com lixas de granulação decrescente, pó de diamante com feltro e finalmente alumina, para obtenção do brilho final. A refrigeração foi realizada com água resfriada, para evitar o afloramento de mercúrio. Após o polimento, as amostras foram analisadas no MEV, modelo DSM950, marca Zeiss e depois levadas para o ensaio de líquido penetrante.

Ensaio de líquido penetrante

De acordo com American Society for Non Destruct Testing,² este tipo de ensaio é utilizado amplamente na indústria em ensaios não destrutivos, a fim de verificar a ocorrência de trincas, porosidades, interfaces etc. Tem como vantagens a simplicidade, o baixo custo e a interpretação objetiva. Possui como desvantagens a necessidade de grande preparo superficial, a detecção superficial, eventuais falsas indicações e ausência de registros.

Foi utilizado o teste penetrante fluorescente pós-emulsificável, por ser mais sensível para superfícies com sutis discontinuidades. Este teste consiste na aplicação de um líquido que penetra nas irregularidades e falhas superficiais, baseado na ação de capilaridade (óleos de baixa viscosidade com corantes fluorescentes – penetrante tipo SP 22 –

FOERSTER IMADEM). O tempo necessário para a penetração do líquido varia em função das características da superfície a ser analisada. Pequenas descontinuidades requerem um tempo mínimo de 30 minutos para que haja uma adequada penetração. Em nossos ensaios, utilizamos um tempo de 40 minutos para a permanência do líquido sobre a superfície das amostras. Posteriormente, a superfície foi seca e colocada em um emulsificador (detergente altamente concentrado – tipo ER – 85/A FOERSTER IMADEM) por 15 segundos para remoção do líquido penetrante em excesso. Feito isso, lavou-se, secou-se e então aplicou-se o revelador que contém solventes orgânicos e surfactantes (revelador tipo D/100 não aquoso). Depois de 1 minuto (tempo de revelação) a superfície foi inspecionada sob luz-negra (Figura 1).

Nas regiões onde provavelmente existia solução de continuidade (fendas, poros etc.), apareceram áreas fluorescentes. Fotografias foram então realizadas para que fosse possível realizar a comparação entre as amostras.

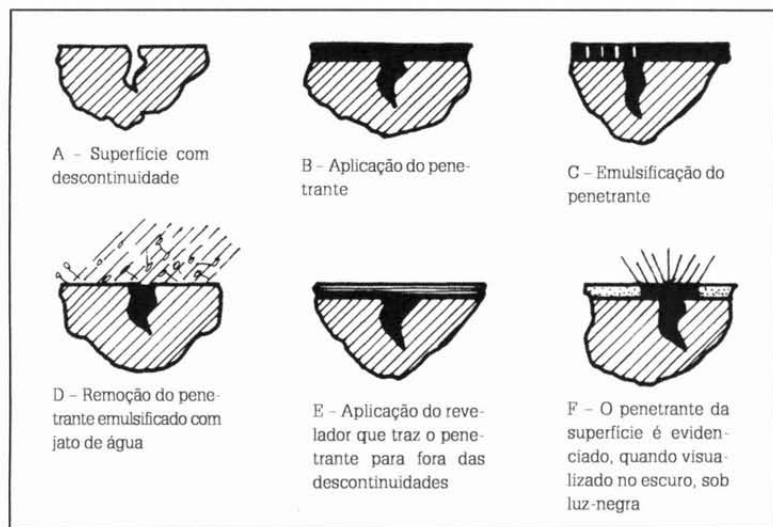


FIGURA 1 – Esquema representativo dos passos para ensaio de líquido penetrante pós-emulsificável.

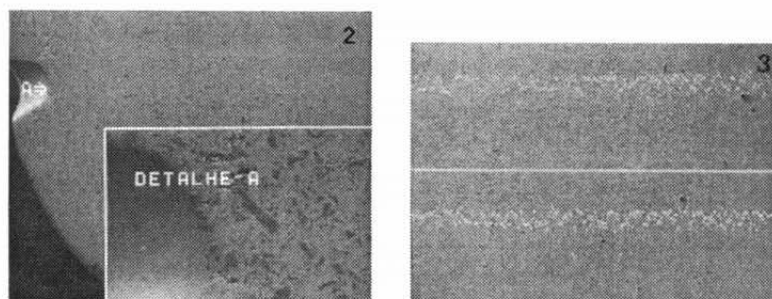


FIGURA 2 - Fotomicrografia de uma amostra reparada sem adesivo, 15 minutos depois da condensação da primeira metade. 20×

A - Entalhe realizado com broca para localizar a região da junção entre amálgama velho/novo. O quadro em maior aumento mostra a área identificada em A. 100×

FIGURA 3 - Vista geral da amostra sem adesivo (reparo 7 dias) mostrando a rugosidade da superfície. A linha da emenda está localizada no centro da amostra perpendicular às linhas horizontais. 100×

Resultado e discussão

Foram observadas no MEV as amostras reparadas com e sem a utilização do adesivo (All Bond 2) e as mais representativas foram fotografadas, sendo algumas encontradas no texto.

Nas amostras reparadas sem a utilização do adesivo na interface, (controle), não foi possível detectar a fenda em nenhum dos períodos estudados (15 minutos, 7 dias e 60 dias). Este fato pode ser verificado na fotomicrografia da Figura 2 que corresponde ao tempo de reparo de 15 minutos.

Kirk¹⁷ também verificou, pela microscopia óptica, que a estrutura do amálgama na junção (velho/novo) foi similar à do amálgama original. Também na fotomicrografia da Figura 1, vê-se o aspecto típico do amálgama feito a partir da liga usinada pobre em cobre, como é o caso do Velvalloy. Percebe-se então que há continuidade estrutural sugerindo que o mercúrio realmente se difundiu no amálgama velho levando à formação de compostos intermetálicos, como sugerido por Kirk¹⁷ e Terkla et al.²⁴

Wing²⁷ observou que em pequeno aumento (100×) é possível perceber a junção, principalmente em virtude da diferença na disposição das porosidades entre os dois amálgamas. Já em maior aumento (500×), ficou quase impossível discernir o limite entre amálgama velho/novo. Leelawat et al.¹⁸ verificaram, no microscópio eletrônico de varredura, que a junção amálgama velho/novo tinha aspecto descontínuo e presença de microfendas.

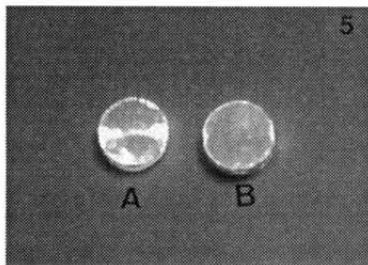
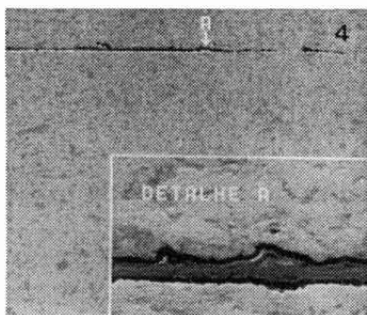


FIGURA 4 – Amostra reparada com adesivo (reparo 15 minutos). Notar a presença da linha de união em toda a extensão da amostra. 50×

A – Mostrado em maior aumento no quadro. 500×

FIGURA 5 – Corpos-de-prova reparados visto sob luz-negra, no ensaio de líquido penetrante.

A – Com adesivo; B – Sem adesivo.

A idade com que a amostra foi reparada (15 minutos, 7 dias e 60 dias) também não teve influência no aspecto microscópico, indicando que mesmo no amálgama já total ou parcialmente cristalizado haverá difusão do mercúrio da porção recém-triturada para a já cristalizada.

Como a interface não foi detectada no MEV, tanto em pequeno como em grande aumento, foi realizada uma análise morfológica da superfície por meio da verificação da rugosidade. Na fotomicrografia da Figura 3, podemos perceber que na região onde está localizada a emenda (no centro da amostra, perpendicular às linhas horizontais traçadas), não foi registrada presença de fenda. A superfície não se apresenta totalmente lisa em virtude do polimento e da presença de poros inerentes ao material.

Quando foi utilizado o adesivo na interface, ficou evidente a linha de separação entre as duas superfícies (velha e nova). Também aqui, independentemente da idade, o aspecto microscópico foi semelhante para os três períodos estudados (15 minutos, 7 dias e 60 dias). A Figura 4 nos dá um exemplo desse aspecto, em que o adesivo parece preencher o espaço entre o amálgama velho/novo.

Quando as amostras com adesivo foram levadas ao ensaio de líquido penetrante, verificamos haver espaço para o líquido penetrar, pois o aspecto da superfície, ao ser analisada sob luz fluorescente, comprova este fato (Figura 5A). Já nas amostras sem o adesivo interposto, não houve o aparecimento de fenda evidente, mas sim de pequenos poros espalhados pela superfície, e algumas vezes até na região da emenda (Figura 5B).

Outros métodos de avaliação de infiltração entre amálgama/amálgama foram utilizados por vários pesquisadores, e os resultados são um tanto conflitantes. Consani et al.¹² utilizaram auto-radiografias e constataram que a solução traçadora penetrou nas áreas onde a união era imperfeita. Russo et al.,²¹ por meio de infiltração de radioisótopo, verificaram haver penetração entre as camadas de amálgama, que era maior ou menor em razão do tratamento da superfície. Também Ayers³ constatou, por meio de fotomicrografia, que a junção entre amálgama/amálgama apresentava áreas de continuidade estrutural e também áreas descontínuas. Já Kirk¹⁷ não detectou nenhuma evidência de penetração de corante entre amálgama velho/novo, sugerindo continuidade entre as duas massas. Oden & Palaghias²⁰ observaram inclusive a difusão de cobre de uma liga de alto teor de cobre para uma convencional quando feito o reparo. Ayers & Cagan⁵ constataram a penetração de Hg em até 0,05 mm do amálgama velho.

Khanna & Liu,¹⁵ utilizando diversos métodos para verificar infiltração (penetração de corante, penetração bacteriana, MEV e microscópio óptico) entre amálgama velho/novo, constataram não haver nenhuma infiltração ou penetração bacteriana na junção amálgama velho/novo e, também, vista sob microscópio eletrônico de varredura ou microscópio óptico, a junção entre amálgama velho/novo foi raramente discernível.

Na realidade os trabalhos sobre reparo de amálgama encontrados na literatura são, em sua maioria, desenvolvidos em laboratório e abordam aspectos relativos a propriedades físicas,^{4, 14, 24} infiltração na interface amálgama/amálgama^{12, 21} e aspecto microestrutural,⁸ relacionados com as diferentes técnicas sugeridas para melhorar o desempenho clínico das restaurações reparadas. Entretanto, os trabalhos de acompanhamento clínico são escassos na literatura. Alguns somente descrevem técnicas^{6, 13} e poucos analisam o comportamento clínico. Porém, os resultados favoráveis obtidos nos poucos trabalhos clínicos^{1, 10, 11} levam os autores a considerarem o reparo como uma alternativa efetiva que viria a colaborar para a manutenção das restaurações de amálgama, como sugerido por Barbakow et al.,⁷ e para um conseqüente aumento de sua longevidade.

A constante troca das restaurações de amálgama, em virtude das falhas que essas apresentam, sugere uma maior inovação de técnicas restauradoras. A odontologia adesiva está dentro deste contexto, e a associação de adesivos com o amálgama vem sendo pesquisada por Staninec,²² Staninec & Holt,²³ Torii et al.,²⁵ sendo considerada por estes como eficiente.

Pelos resultados obtidos neste trabalho, ao se realizarem reparos de amálgama, o adesivo utilizado parece não proporcionar nenhuma melhora com relação à infiltração na interface dos reparos. Por outro lado, o reparo realizado sem a utilização do adesivo, além de facilidade de técnica e menor custo, proporcionou melhores resultados com relação à infiltração.

Outros trabalhos deverão seguir a este, para buscar respostas a tantos pontos obscuros com relação aos reparos e aos novos materiais lançados constantemente no mercado odontológico.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos e analisados, pode-se concluir:

- A interface amálgama velho/novo não pôde ser observada, quando analisada no MEV, nas amostras reparadas sem a utilização do adesivo (controle), para os três períodos de tempo de reparo estudados.
- Nas amostras reparadas com o adesivo interposto, a linha de união e a presença do adesivo foram nitidamente observadas no MEV em todas as amostras estudadas.
- O líquido penetrante não foi evidenciado na junção amálgama velho/novo, nos corpos-de-prova controle, nos diferentes períodos de tempo de reparo. Já nas amostras com adesivo na interface, houve indicação de penetração do líquido, sugerindo infiltração na junção amálgama velho/novo.

Agradecimento

À S. S. White, pelo fornecimento da liga Velvalloy utilizada.

ARAÚJO, M. A. J. de et al. Amalgam repair: a microleakage and SEM study. *Rev. Odontol. UNESP (São Paulo)*, v.26, n.1, p.77-87, 1997.

- **ABSTRACT:** *In order to evaluate the in vitro effect of dental adhesive systems on freshly condensed and old amalgam interface, scanning electron microscopy (SEM) examinations and liquid penetrant infiltration tests were made after 15 min, seven days and sixth days of repairing the amalgam*

samples. SEM qualitative evaluation of control samples without dental adhesive did not disclose the new/old amalgam interface. The interface was though clearly defined in all the samples where the dental adhesive system was used. The liquid penetrant tests showed no evidence of infiltration in the non adhesive repaired control samples but when the dental adhesive system was applied evidence of liquid infiltration was observed suggesting an interface microleakage. The results observed were not affected by the different experimental periodos studied.

- **KEYWORDS:** Dental amalgam; adhesives; dental leakage.

Referências bibliográficas

- 1 ALMEIDA, J. V. *Reparos em restaurações de amálgama "in vivo"*. Bauru 1991. 89p. Tese (Doutoramento) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 2 AMERICAN SOCIETY FOR NON DESTRUCT TESTING. PT lecture guide. Lesson 1 to 5. s.l., s.d., 31p.
- 3 AYERS, H. D. Junctions between set amalgam and added amalgam. *J. Dent. Res.*, v.38, p.750, 1959.
- 4 _____. Hardness variations found when amalgam was joined. *J. Dent. Res.*, v.4, p.754-5, 1960.
- 5 AYERS, H. D., CAGAN, R. S. Mercury at amalgam interfaces. *J. Dent. Res.*, v.43, p.922, 1964.
- 6 BARATIERI, L. N. et al. Amalgam repair: a case report. *Quintessence Int.*, v.23, p.527-30, 1992.
- 7 BARBAKOW, F. et al. Maintenance of amalgam restorations. *Quintessence Int.*, v.19, p.861-4, 1988.
- 8 BASS, E. V., WING, G. The strength and microstructure of joined amalgams of different copper contents. *J. Dent. Res.*, v.64, p.652, 1985.
- 9 BOYD, M. A., RICHARDSON, A. S. Frequency of amalgam replacement in general dental practice. *J. Can. Dent. Assoc.*, v.51, p.763-6, 1985.
- 10 CHEVITARESE, O. et al. Comportamento clínico de restaurações de amálgama acrescidas de novo amálgama. *Rev. Bras. Odontol.*, v.44, p.29-32, 1987.
- 11 CIPRIANO, T. A. A. M. *Desempenho clínico de emendas, reparos mediatos e imediatos de restaurações de amálgama: dois anos de acompanhamento*. São Paulo, 1991. 111p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

- 12 CONSANI, S., RUHNKE, L. A., STOLF, W. L. Infiltration of a radioactive solution into joined silver-amalgam. *J. Prosthet. Dent.*, v.37, p.158-63, 1977.
- 13 COOK, A. H. Amalgam addition restorations. *Dent. Update*, v.9, p.457-63, 1981.
- 14 HAYES, R. et al. In vitro corrosion of coupled amalgams. *J. Dent. Res.*, v.28, p.259, 1984. (Abstract 800).
- 15 KHANNA, S. L., LIU, R. Nature of interface between old amalgam and new amalgam. *J. Dent. Res.*, v.58, p.102, 1979.
- 16 KIDD, E. A. M., O'HARA, J. W. The caries status of occlusal amalgam restorations with marginal defects. *J. Dent. Res.*, v.69, p.1275-7, 1990.
- 17 KIRK, E. E. J. Amalgam to amalgam bond a preliminary report. *Dent. Pract.*, v.12, p.371-2, 1962.
- 18 LEELAWAT, C. et al. Addition of fresh amalgam to existing amalgam: a SEM study. *J. Dent. Res.*, v.70, p.300, 1991. (Abstract 274).
- 19 MJÖR, I. Clinical assessments of amalgam restorations. *Oper. Dent.*, v.11, p.55-62, 1986.
- 20 ODEN, A., PALAGHIAS. Corrosion behavior of repaired amalgams. Changes in microstructure. *J. Dent. Res.*, v.64, p.369, 1985. (Abstract 1751).
- 21 RUSSO, M. et al. Infiltração de ¹³¹INA entre as camadas resultantes da condensação estratificada de amálgama de prata. *Arq. Cent. Est. Fac. Odontol.*, v.7, p.7-19, 1970.
- 22 STANINEC, M. Retention of amalgam restorations: undercuts versus bonding. *Quintessence Int.*, v.20, p.347-51, 1989.
- 23 STANINEC, M., HOLT, M. Bonding of amalgam to tooth structure: tensile adhesion and microleakage tests. *J. Prosthet. Dent.*, v.59, p.397-402, 1988.
- 24 TERKLA, L. G., MAHLER, D. B., MITCHEM, J. C. Bond strength of repaired amalgam. *J. Prosthet. Dent.*, v.11, p.942-7, 1961.
- 25 TORII, Y. et al. Inhibition in vitro of caries around amalgam restorations by bonding amalgam to tooth structure. *Oper. Dent.*, v.14, p.142-8, 1989.
- 26 VILLELA, L. C. et al. Substituição de restaurações de amálgama. *Rev. Gaúcha Odontol.*, v.39, p.303-5, 1991.
- 27 WING, G. The junction between setand added amalgam. *J. Dent. Res.*, v.45, p.408, 1966.