

AMÁLGAMA DENTAL - ESTUDO DA MICRODUREZA SUPERFICIAL - EFEITO DA BRUNIDURA

TOMIO NONAKA¹
FAUSTO GABRIELLI²
SEBASTIÃO ANTONIO RIBEIRO³
ANDRÉ LUIZ BARACCHINI CENTOLA⁴
DEIWES NOGUEIRA DE SÁ⁵

NONAKA, T.; GABRIELLI, F.; RIBEIRO, S.A.; CENTOLA, A.L.B.; SÁ, D.N. de. Amálgama Dental - Estudo da microdureza superficial. Efeito da brunidura. **Semina: Ci. Biol./Saúde**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 206-213, jun. 1996.

RESUMO: Os autores estudaram a microdureza superficial de amálgamas feitos com liga convencional e com liga de maior conteúdo de cobre com objetivo de verificar os efeitos produzidos pela brunidura, nas idades de 24 e 168 horas. Os resultados obtidos permitem afirmar que a microdureza de todos os amálgamas estudados aumentou com o tempo. Os valores médios encontrados para as margens e para o centro são estatisticamente semelhantes. Os amálgamas feitos com ligas de maior conteúdo de cobre apresentaram valores de microdureza mais elevados do que as ligas convencionais.

PALAVRAS-CHAVE: Amálgama Dental, Microdureza Superficial e Brunidura.

INTRODUÇÃO

O amálgama dental foi sem dúvida o grande responsável pelo desenvolvimento da pesquisa em Odontologia. Ainda hoje, com base no número de trabalhos publicados anualmente, podemos afirmar que este material continua sendo exaustivamente estudado, sendo ainda o mais indicado material restaurador disponível no mercado odontológico para dentes posteriores (GILMORE & LUND, 1973)²².

Apesar de ser o material mais utilizado em clínica e apresentar boas propriedades, a literatura sobre o amálgama tem mostrado grande número de trabalhos sobre falhas nas restaurações realizadas com esse material. HEALEY & PHILLIPS (1949)²⁵, publicaram trabalho clínico sobre falhas de restaurações a amálgama mostrando que 56% das falhas apuradas eram decorrentes de um preparo cavitário incorreto; 40% em virtude da manipulação inadequada e 4% eram creditados a causas diversas. Dados semelhantes podem ser creditados a GABRIELLI et al. (1972)²⁰. A busca de uma solução para essas falhas associadas a algumas outras inerentes ao material, tais como falhas marginais, suscetibilidade à oxidação e corrosão, etc.,

tem mantido o interesse pela pesquisa sobre amálgama. Com o objetivo de se obter bons resultados e aumentar o tempo de vida útil da restauração com amálgama, uma grande variedade de técnicas tem sido sugerida, procurando-se principalmente introduzir melhorias no acabamento das superfícies das restaurações. Dentre essas uma das mais controversas e estudadas no momento diz respeito à brunidura do amálgama (TEIXEIRA, 1973)⁵³.

Referindo-se agora à microdureza superficial, podemos afirmar que quando bem aplicada fornece dados e informações muito úteis sobre quase todas as propriedades dos materiais odontológicos.

Destaca-se o fato de ser esta a única propriedade mecânica que permite estudar alterações ocorridas ao nível das margens das restaurações (RIBEIRO, 1983)⁴⁴. Segundo APLIN et al. (1967)², DENEHY & CHAN (1972)¹⁴ e TEIXEIRA (1973)⁵³, a brunidura produz aumento da dureza superficial do amálgama.

Esse dado foi confirmado por GALAN et al. (1981)²¹ e BARBOSA (1984)³ que, realizando a brunidura do amálgama 24 horas após a condensação constataram que esta produz um aumento da dureza superficial ou seja, um número de dureza Vickers mais

1 - Depto. de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - USP, Avenida do Café s/n., Campus da USP, Ribeirão Preto, SP., CEP 14040 - 904.

2 - Depto. de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara/ UNESP.

3 - Depto. de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/ USP

4 - Depto. de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/ USP.

5 - Depto. de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Araraquara/ UNESP.

elevado.

Por estes motivos, é objetivo deste trabalho verificar os efeitos produzidos pela brunidura por meio da microdureza superficial.

MATERIAL E MÉTODO

Os materiais utilizados nesta investigação estão assinalados a seguir:

MERCÚRIO

Utilizamos mercúrio quimicamente puro (S.S. White Artigos Dentários S.A.).

LIGAS UTILIZADAS

Foram utilizadas três tipos de ligas, cujas características estão exemplificadas no QUADRO I.

QUADRO I - LIGAS PARA AMÁLGAMA

SIGLA	MARCA COMERCIAL	TIPO DE LIGA	FABRICANTE PROCEDÊNCIA
Ve	Velvalloy	Convencional Part.ultra-finas	S.S. White-USA
Sy	Sybraloy	Esférico	Sybron/Kerr-USA
Li	Limalloy	Convencional Part. finas	Ferrari & Cia. Ltda-Brasil

A relação limalha/mercúrio para as ligas Ve e Li foi determinada segundo indicação dos fabricantes e proposta por EAMES (1969)¹⁶, 1:1. Para a liga SY a relação foi de 1: 0,92, preconizada por BRYANT (1979)⁵, RIBEIRO (1983)⁴⁴, CENTOLA (1987)⁷ e SILVA et al. (1994)⁴⁹.

A trituração das ligas para este trabalho foi efetuada em um amalgamador mecânico Silamat que, de acordo com resultados obtidos por EAMES (1969)¹⁶, foi o que proporcionou melhores resultados, em menor tempo de trituração, quando comparado com outras oito diferentes marcas comerciais de amalgamadores. Utilizamos um amalgamador novo. DUBOIS et al. (1982)¹⁵ demonstraram que a frequência de oscilação de um amalgamador mecânico se modifica com o tempo de uso. O tempo de trituração e de homogeneização para a liga:

Ve - 10 segundos, sem pistilo e sem homogeneização.

Sy - 08 segundos, com pistilo e 2 segundos de homogeneização.

Li - 10 segundos, sem pistilo e sem homogeneização.

De acordo com LEINFELDER (1980)³⁰, a liga Sy apresenta, logo após trituração, a consistência de uma massa pobre em mercúrio, e recomenda um aumento no tempo de trituração, para a solução desse problema. Por esse motivo, não utilizamos o tempo de trituração indicado pelo fabricante. Essa modificação proporcionou

um amálgama com plasticidade ideal, desde o início até a condensação da última camada.

Optou-se pela condensação manual com carga controlada a fim de nos aproximarmos do objetivo clínico.

MÉTODO

PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

De acordo com proposição deste trabalho para o estudo da variável microdureza, foram concebidos os seguintes fatores com os diversos níveis agrupados e representados pelas siglas:

1 - MATERIAIS

- Ve - Convencional com partículas ultra-fina
- Sy - Esférico e com maior conteúdo de cobre
- Li - Convencional com partículas de corte fino

2- IDADES

- I₁ - 24 horas
- II₂ - 168 horas

3 - LOCAL

- M - Margem
- C - Centro

Foram confeccionados 15 corpos-de-prova, os quais constituíram nosso volume amostral, provenientes de grupo controle e aqueles com microdureza superficial.

OBTENÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA

Para a obtenção dos corpos-de-prova foram utilizados dentes humanos, molares, hígidos, recém-extraídos que tiveram suas cúspides desgastadas, deixando a superfície oclusal plana para facilitar a padronização das cavidades. A superfície oclusal era alisada com lixa d'água no 400, apoiada em placa de cristal (RIBEIRO, 1978)⁴⁵.

Foram feitas preparações no centro das superfícies oclusais, que mediam 4,0 x 4,0 x 2,5mm de profundidade. Para acabamento das cavidades utilizamos instrumentos cortantes manuais, procurando deixar as margens das mesmas lisas, planas e bem definidas. Os corpos-de-prova eram armazenados em água destilada, para evitar o ressecamento dos dentes.

CONDENSAÇÃO

As primeiras porções de amálgamas obtidos das ligas Ve e Li eram condensadas com pontas de condensação de 1mm de diâmetro, ao passo que a porção final era condensada com uma ponta de 2 mm de diâmetro, contra o ângulo cavo-superficial, deixando sobre este um pequeno excesso. Para a liga Sy, era utilizada uma ponta condensadora de 2 mm de diâmetro para as porções iniciais, sendo a porção final condensada com ponta de 3 mm de diâmetro.

Com a finalidade de eliminar variável durante a condensação, utilizamos o condensador manual com carga controlada (0,3 a 2,0 Kg, sensível a 0,050 Kg).

ESCULTURA E BRUNIDURA

Após o término da condensação das cavidades, foi realizada a escultura com o auxílio de uma lâmina monobiselada. Aguarda-se o tempo de 7 minutos para proceder a brunidura (PICCIN, 1984)⁴³. Essas bruniduras

foram efetuadas com condensador tipo Hollenback no 6 (TEIXEIRA, 1973)⁵³.

POLIMENTO METALOGRÁFICO

Neste trabalho, realizamos o polimento 24 horas, após a condensação (NADAL, 1962)³⁹; CHAR_BENEAU, 1964¹⁰; APLIN et al., 1967²; GRIEVE, 1971²⁴; MARSHALL et al., 1976³⁶ e CARRON et al., 1981)⁶. Terminado o polimento metalográfico, a superfície de amálgama era examinada em um microscópio estereoscópico, com aumento de 10x (SILVA FILHO, 1972)⁵⁰; TEIXEIRA, 1973⁵³; RIBEIRO, 1983⁴⁴; CENTOLA, 1987⁷ e SILVA et al., 1994)⁴⁹.

ENSAIOS PARA DETERMINAÇÃO DA MICRODUREZA SUPERFICIAL

Após as superfícies dos corpos-de-prova estarem preparadas, fixava-se o bloco com o dente incluído na plataforma do microdurímetro Wolpert, com carga de 200g (TSUCHITANI & RYGE, 1965)⁵⁴ e aplicadas durante o tempo de 30 segundos (MCHUGH, 1955)³²; SILVA FILHO, 1972⁵⁰; TEIXEIRA, 1973⁵³; RIBEIRO, 1978⁴⁵; RIBEIRO, 1983⁴⁴; CENTOLA, 1987⁷ e SILVA et al., 1994)⁴⁹.

Realizamos em cada corpo-de-prova, um total de 64 medidas de microdureza de acordo com a técnica proposto por RYGE et al. (1961)⁴⁶, assim distribuídos: 32 na margem da restauração e 32 no centro da superfície do amálgama para cada idade (24 e 168 horas) num total de 320 medidas para cada tipo de liga.

RESULTADOS

Os resultados relativos aos testes de microdureza superficial foram submetidos à análise de variância, cujo resumo está contido na TABELA I.

TABELA I - ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FONTE DE VARIAÇÃO	g.l.	S.Q.	Q.M.	R.Q.M.
Material	2	2278,2940	1139,1470	22,4361*
Idade	1	83,1900	83,1900	13,4136*
Local	1	0,1240	0,1240	< 1 n.s.
Material x Idade	2	8,0741	4,0370	< 1 n.s.
Material x Local	2	22,4969	11,2473	1,813 n.s.
Local x Idade	1	134,2784	134,2784	21,6511*
Resíduo	50	310,0978	6,2019	
Total corrigido	59	2702,2783		
Correção p/ média	1	215425,5800		
Total	60	218127,8563		

* = significante a 5%

n.s. = não significante

A interpretação da TABELA I mostra que para os fatores material e idade, transpareceu efeito significativo indicando, que nestas condições a variabilidade é constante, isto é, a variável microdureza é dependente do fator idade e do fator material, enquanto que para o fator local esta dependência não foi detectada.

Para as interações local/idade transpareceu significância estatística, indicando que os valores de microdureza se alteram por efeito de um fator sobre o outro.

Com o objetivo de localizar onde estes efeitos se estabelecem, construímos a TABELA II.

TABELA II - VALORES MÉDIOS DA DIAGONAL EM MICRÔMETRO PARA MATERIAIS

Sy	Ve	Li
51,1615	64,3250	64,2775

Desvio padrão de cada média : 0,5569

Valores críticos de Duncan 0,05 : D2 = 1,5760

D3 = 1,6595

Através da TABELA II, verifica-se que o valor médio da dureza do **Sy** é maior que os observados para

Ve e **Li** que por sua vez são semelhantes entre si.

TABELA III - VALORES MÉDIOS DA DIAGONAL EM MICRÔMETRO PARA IDADES

I ₁ (24 horas)	I ₂ (168 horas)
61,0976	58,7426

Desvio padrão de cada média : 0,4547

Observa-se que a dureza encontrada na idade mais longa **I₂** é maior que aquela de **I₁**. Por outro lado é interessante assinalar a não significância para o fator local de medida quando analisado, isoladamente,

sugerindo ser a microdureza, em média, igual se considerada no centro ou na margem do corpo-de-prova (TABELA IV).

TABELA IV - MÉDIAS DA DIAGONAL EM MICRÔMETRO PARA LOCAL

MARGEM	CENTRO
59,8750	59,6653

Desvio padrão de cada média : 0,4547

Através do processo de comparação de médias da TABELA V, verifica-se que na idade **I₁** os valores médios de dureza são estatisticamente diferentes e menores do que os observados em **I₂** seja margem ou

no centro dos corpos-de-prova. Na idade **I₁** a dureza não se alterou quando se considera os valores da margem ou no centro o mesmo ocorrendo para **I₂**.

TABELA V - VALORES MÉDIOS DE DUREZA PARA LOCAL E IDADE

IDADE	I ₁	I ₂
LOCAL		
Margem (M)	61,1780	58,5720
Centro (C)	61,0173	58,0132

Desvio padrão de cada média = 0,6430

A não significância observada para a interação material/idade confirma o comportamento destes fatores quando analisados isoladamente.

DISCUSSÃO

Os testes de microdureza encontram grande aplicação como método de classificação dos materiais para estudos comparativos das alterações de suas propriedades (RYGE et al., 1961⁴⁶; APLIN et al., 1967²; GRASLEY & BAKER, 1978²³ e RIBEIRO, 1983⁴⁴) e que guarda relação entre microdureza superficial e numerosas outras propriedades mecânicas (PHILLIPS, 1978)⁴². Os trabalhos de VIEIRA et al. 1966⁵⁵; VIEIRA et al., 1970⁵⁶; STAHELI & FRAUNHOFER, 1971⁵¹; TEIXEIRA, 1973⁵³; GREASLEY & BAKER, 1978²³; BARBOSA, 1981³; RIBEIRO, 1983⁴⁴; CENTOLA, 1987⁷ e SILVA et al., 1994⁴⁹) mostraram que pelo menos em período inicial a microdureza superficial dos amálgamas é uma propriedade tempo-dependente. Esta dependência foi também confirmada pelos nossos resultados, que mostram valores de dureza mais elevados nas medidas realizadas 168 horas, quando comparadas com aquelas realizadas 24 horas. Estes dados foram observados tanto no centro como nas margens dos corpos-de-prova. Os valores médios das diagonais para as três ligas estudadas são estatisticamente semelhantes, confirmando MCHUGH, 1955³² e SANTOS & SILVEIRA, 1976⁴⁷. Estes resultados sugerem a inexistência de grandes diferenças estruturais e de composição química entre as margens e o centro de uma restauração a amálgama. Autores como (CRAWFORD & LARSON, 1955¹¹; SWARTZ & PHILLIPS, 1954⁵²; WILSON et al., 1957⁵⁸; MITCHEM & MAHLER, 1969³⁸; TEIXEIRA et al., 1970⁵³; CHAN & SVARE, 1972⁸; TEIXEIRA, 1973⁵³) fazem referência a

maior quantidade de mercúrio ao nível das margens das restaurações a amálgama.

Embora não tenhamos realizados dosagens de mercúrio, os resultados de microdureza sugerem a inexistência de grandes diferenças do teor de mercúrio, no centro e nas margens das restaurações. Devemos lembrar que se realmente ocorresse uma concentração significativamente elevada de mercúrio nas margens quando comparada com o centro das restaurações (KANAI, 1966²⁹; MANDETTA, 1972³⁵; TEIXEIRA, 1973⁵³ e BOYER et al., 1980⁴), as propriedades mecânicas, principalmente a microdureza do amálgama seriam mais pobres ao nível das margens, pois teríamos nestas áreas menos fase g e mais fases g₁ e g₂ ambas com valores de dureza mais baixos que os da fase g (WAGNER, 1962⁵⁷; JORGENSEN, 1965²⁸; WING & RYGE, 1965⁶⁰; WING, 1966⁵⁹). Lembramos ainda que, as propriedades físicas e químicas de uma liga de estrutura multifásica são ditadas pelas características individuais das fases (SARKAR, 1979⁴⁸; PHILLIPS, 1973⁴¹). Do ponto de vista clínico, não podemos deixar de ressaltar que as margens mais ricas em mercúrio apresentam-se com maior número de falhas marginais, provavelmente pela maior quantidade de fases g₁ e g₂ (FRAUNHOFER & STAHELI, 1971¹⁹; FAIRHURST et al., 1978¹⁸; MAHLER et al., 1982³⁴) e menor dureza superficial.

Analisando os valores de microdureza das três ligas estudadas, a liga Sy apresentou valores de microdureza mais elevados do que os outros dois amálgamas obtidos com as ligas Ve e Li que por sua vez são semelhantes entre si. Este valor elevado do Sy foi constatado por outros pesquisadores (EAMES & MacNAMARA, 1976¹⁷; LEINFELDER et al., 1978³¹; MAHLER & MARANTZ, 1979³³; BRYANT, 1979⁵; OSBORNE et al., 1980⁴⁰; MARSHALL et al., 1980³⁷;

ANDREWS & HEMBREE, 1980¹; LEINFELDER, 1980³⁰; CRUICKSHANKS-BOYD, 1982¹²; RIBEIRO, 1983⁴⁴; CENTOLA, 1987⁷; SILVA et al., 1994⁴⁰). Mais uma vez podemos afirmar que esse elevado valor de dureza da liga Sy talvez não se deva ao maior conteúdo de cobre da liga, pois a liga Li embora seja vendida como liga convencional apresenta em sua composição 17% de cobre, percentual bastante elevado e que a colocaria entre as ligas chamadas de maior conteúdo de cobre (CRUICKSHANKS-BOYD, 1982¹²). O amálgama obtido da liga Li apresentando valores médios de dureza semelhantes a da liga Ve, vem mais uma vez confirmar que a simples adição de percentuais mais elevados de cobre em uma liga sem observância da forma, do tamanho de partículas, da maneira de adicionar-se esse elemento, e da proporcionalidade, entre os outros componentes, não melhora as propriedades do amálgama.

A microdureza mais baixa para as ligas Li e Ve poderia ser justificada pela maior sensibilidade das limalhas obtidos por corte às variações na técnica de manipulação (GREASLEY & BAKER, 1978²³; LEINFELDER, 1980³⁰), pelas diferenças de tamanho e

forma das partículas (STAHOLI, & FRAUNHOFER, 1971⁵¹; GREASLEY & BAKER, 1978²³), pela menor velocidade de reação de cristalização (STAHOLI & FRAUNHOFER, 1971⁵¹) e por proporção mais alta de limalha/mercúrio (JORGENSEN, 1976²⁷; YOUNG et al., 1973⁶¹).

CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia proposta, podemos concluir:

- Os amálgamas apresentaram diferentes níveis de microdureza superficial, sendo que a liga com maior conteúdo de cobre, o Sy que apresentou valores de dureza mais elevados do que os amálgamas convencionais Ve e Li, os mais baixos valores de dureza;
- Os valores de microdureza de todos os amálgamas estudados aumentaram com o tempo; e
- Os amálgamas estudados mostraram valores iguais de microdureza no centro e na margem dos corpos-de-prova.

NONAKA, T.; GABRIELLI, F.; RIBEIRO, S.A.; CENTOLA, A.L.B.; SÁ, D.N. de. Dental Amalgam - Study of micro-hardness. Effect of burnishing. *Semina: Ci. Biol./Saúde*, Londrina, v. 17, n. 2, p. 206-213, Jun. 1996.

ABSTRACT: The authors studied the micro-hardness of restorations of conventional and high copper amalgam alloys with the purpose of verifying the effects of burnishing, at the age of 24 and 168 hours. Our data show that the micro-hardness values for all amalgams studied, increased with time. Furthermore, there was no statistical significant difference between the micro-hardness mean values in the two areas of the restorations. The micro-hardness values of high copper amalgam system are higher than the one of conventional alloys, considering both sites studied.

KEY-WORDS: Dental Amalgam, Micro-hardness and Burnishing

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDREWS, J.T.; HEMBREE JR., J.H. Marginal leakage of amalgam alloys with high content of copper: a laboratory study. *Oper.Dent.*, v.5, p.7-10, 1980.
2. APLIN, A.W.; CANTWELL, K. R.; SORENSON, F. M. Effect of overheating on amalgam hardness. *J. Dent. Res.*, v. 46, p.1420-1424, 1967.
3. BARBOSA, A.N. *Efeito da brunidura sobre conteúdo de mercúrio, topografia e dureza superficial de um amálgama com fase dispersa*. Bauru, 1981. Tese (Doutoramento) - Faculdade de Odontologia de Bauru -USP.
4. BOYER, D.B.; EDIE, J.W.; CHAN, K.C. Effect of clinical finishing procedures on amalgam microstructure. *J. Dent Res.*, v.59, p. 129-133, 1980.
5. BRYANT, R.W. The strength of fifteen amalgam alloys. *Aust. Dent. J.*, v.24, n.4, p.244-252, 1979.
6. CARRON, S.; CORPRON, R.; STRAFFON, L.; DENNISON, J.; ASGAR, K. Clinical comparison of 8 min and 24 hr polishing methods for amalgam: 24 mos. results. In: GENERAL SESSION OF IADR, 59, Chicago, 1981. Apud *J. Dent. Res.* 60 (sp.issue A): 321, 1981 (Abstr. 41).
7. CENTOLA, A.L.B. *Microdureza das margens de restaurações de amálgama. Efeito do uso de instrumentos rotatórios em ultra-alta-velocidade para polimento*. Ribeirão Preto, 1987. Tese (Docência) -

- Copper-rich and conventional amalgam restorations after clinical use. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.100, p.43-47, 1980.
38. MITCHEM, J.C.; MAHLER, D.B. Influence of alloy type on marginal adaptation and final residual mercury. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.78, p.96-100, 1969.
39. NADAL, R. Amalgam restorations: cavity preparation, condensing and finishing. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.65, p.66-77, 1962.
40. OSBORNE, J.W.; BINON, P.P.; GALE, E.N. Dental amalgam: clinical behavior up to eight years. *Oper. Dent.*, v.5., p.24-28, 1980.
41. PHILLIPS, R.W. *Skinner's science of dental materials*, 7. ed. Philadelphia, Saunders, 1973. p.682.
42. PHILLIPS, R.W. *Materiais dentários de Skinner*, 1. ed. Rio de Janeiro, Interamericana, 1978. p.269.
43. PICCIN, D.C.R. *Amalgama dental. Efeito da brunidura e tipos de liga na dureza superficial*. Araraquara, 1984. Tese (Mestrado)- Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP.
44. RIBEIRO, S.A. *Efeito dos instrumentos rotatórios sobre a dureza das margens de restaurações a amálgama*. Ribeirão Preto, 1983. Tese (Docência) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - USP.
45. RIBEIRO, Z.M.M. *Efeito da corrente elétrica sobre a dureza de restaurações de amálgama e sobre a colocação da dentina, em cavidades protegidas ou não por verniz, verniz modificado ou cimentos*. Ribeirão Preto, 1978. Tese (Docência) - Faculdade de Farmácia e Odontologia de Ribeirão Preto - USP.
46. RYGE, G.; FOLEY, D.E.; FAIRHURST, C.W. Micro-indentation hardness. *J. Dent. Res.*, v.40, p.1116-1126, 1961.
47. SANTOS, J.F.F.; SILVEIRA, J.I.M. Dureza superficial (Vickers) de corpos-de-prova de amálgama em função de regiões diferentes e do tempo. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, v.30, p.181-188, 1981.
48. SARKAR, N.K. Copper in dental amalgams. *J. Oral. Rehabil.*, v.6, p.1-8, 1979.
49. SILVA, A.B.; CENTOLA, A.L.B.; TURBINO, M.L.; FRONER, I.C.; NASCIMENTO, T.N. Microdureza de amálgama: efeito da brunidura pós-escultura e da brunidura pré e pós-escultura. *Rev. Odontol. Univ. São Paulo*, v.8, n.3, p.193-197, 1994.
50. SILVA FILHO, F.P.M. *Amálgama de prata: influência do tamanho das partículas de limalha na alteração dimensional, na dureza, e no conteúdo de mercúrio*. Araraquara, 1972. Tese (Doutorado) - Faculdade de Farmácia e Odontologia de Araraquara.
51. STAHELI, P.J.; FRAUNHOFER, J.A. Von Micro-hardness and compressive strength of preamalgamated and non-preamalgamated conventional and spherical amalgam alloys. *Brit. Dent. J.*, v.131, p.145-151, 1971.
52. SWARTZ, M.L.; PHILLIPS, R.W. A study of amalgam condensation procedures with emphasis on the residual mercury content of the increments. I. Strength, flow, and dimensional change. *J. Dent. Res.*, v.33, p.12-19, 1954.
53. TEIXEIRA, L.C. *Amálgama dental: influência da brunidura na emissão de mercúrio residual e na dureza das margens*. Ribeirão Preto, 1973. Tese (Doutorado) - Faculdade de Farmácia e Odontologia de Ribeirão Preto-USP.
54. TSUCHITANI, Y.; RYGE, G. Tarnish of dental amalgam. *J. Dent. Res.*, v.44, p.421-426, 1965.
55. VIEIRA, D.F.; BENVENGA, R.G.; SANTOS, J.F.F.; MARCHI, A. Variações na dureza de corpos -de-prova de amálgama em função do tratamento superficial e do tempo. *Rev. Fac. Odontol.*, São Paulo, v.4, p.213-225, 1966.
56. VIEIRA, D.F.; BENVENGA, R.G.; SANTOS, J.F.F. Influência do acabamento superficial e da idade do amálgama sobre a sua dureza superficial. *Rev. Fac. Odontol.*, São Paulo, v.8, p.83-93, 1970.
57. WAGNER, E. *Dtsch. zahnärztl. Z.*, 17: 99, 1962. Apud FRAUNHOFER, J.A. Von; STAHELI, P.J. - ref.40.
58. WILSON, R.T.; PHILLIPS, R.W.; NORMAN, R.D. Influence of certain condensation procedures upon the mercury content of amalgam restorations. *J. Dent. Res.*, v.36, p.458-461, 1957.
59. WING, G. Phase identification in dental amalgam. *Aust. Dent. J.*, v.11, p.105-113, 1966.
60. WING, G.; RYGE, G. Reaction of silver-tin alloys and mercury. *J. Dent. Res.*, v.44, p.701-712, 1965.
61. YOUNG JR., F.A.; WILSDORF, H.G.F.; PAFFENBARGER, G.C. Some relationships between microstructure and strength of Ag₃ Sn and dental amalgam. *J. Dent. Res.*, v.52, p.281-290, 1973.