

EFEITO DA CONDENSAÇÃO MANUAL E MECÂNICA SOBRE A RESISTÊNCIA À FRATURA DE RESTAURAÇÕES A AMÁLGAMA

THE EFFECT OF HAND AND MECHANICAL CONDENSATION ON FRACTURE RESISTANCE OF AMALGAM RESTORATIONS

Carlos Eduardo FRANCISCHONE*

José MONDELLI*

Andrea de Castro LOSADA**

Maria Teresa Atta Alves BASTOS***

Esta pesquisa avaliou o efeito da condensação mecânica com os condensadores Otto, Dabi Atlante e Electromallet e manual na resistência à fratura de "restaurações" a amálgama em cavidades atípicas MO e MOV empregando liga convencional (Velvalloy) e com alto conteúdo de cobre (Dispersalloy). Foi observada diferença estatisticamente significativa entre os métodos de condensação testados, sendo que a condensação mecânica mostrou-se superior no período de 1 hora nos dois tipos de cavidades e ligas empregadas

UNITERMOS

Amálgama dentário; Restauração dentária; Condensação.

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

** Bolsista CNPq

*** Doutora em Dentística - Hospital de Pesquisa e Reabilitação das Lesões Lábiopalatais-USP.

INTRODUÇÃO

O amálgama é o material restaurador mais usado atualmente e essa preferência não é nova. Observações clínicas realizadas ao longo do tempo têm demonstrado que o amálgama tem um limite amplo de tolerância e hoje, com o avanço na formulação das ligas e aperfeiçoamento de técnicas e instrumentos, as indicações e segurança do amálgama como material restaurador aumentou ainda mais.

O uso do amálgama implica numa meticulosa seqüência de procedimentos e a falha na observância de qualquer dos princípios envolvidos certamente compromete a integridade da restauração³.

Os possíveis fracassos de uma restauração a amálgama podem ser atribuídos ao preparo cavitário e/ou à manipulação incorreta do material restaurador¹. Dentre estes, um dos mais importantes está relacionado com a condensação do material na cavidade².

A condensação pode ser efetuada manualmente ou mecanicamente, ambas apresentando suas vantagens e desvantagens. Os condensadores manuais apresentam-se em diversos tamanhos e formas de pontas ativas, que deverão ser usados de acordo com a força que se deseja aplicar e de acordo com a dimensão da cavidade em questão⁶. Vários tipos de condensadores mecânicos foram⁴ e estão sendo desenvolvidos e introduzidos no mercado sob a alegação de que a condensação mecânica do amálgama produz restaurações melhores do que restaurações feitas com condensação manual.

Os principais fatores envolvidos na condensação são força, velocidade, intensidade e tempo de aplicação dessa força no condensador em cada porção de amálgama. A forma e o tamanho da ponta condensadora também influem na resistência final da restauração e geralmente o aumento da força de condensação aumenta a resistência do amálgama.

Os objetivos da condensação de amálgama são compactar adequadamente porções sucessivas umas às outras, remover excesso de mercúrio impedindo que se formem camadas de oxidação, conseqüentemente diminuindo a quantidade de fase gama 2, evitar ao máximo a presença de porosidades e promover adaptação íntima do material às paredes e margens da cavidade. A consulta à literatura especializada informa não existirem diferenças entre a condensação mecânica e manual (desde que esta seja bem realizada e seguindo a orientação correta quanto à forma, tamanho e força adequada aplicada na ponta

condensadora) quanto à resistência, adaptação do material, formação de espaços vazios no corpo do amálgama e infiltração marginal. Todavia, poucos dados existem para que se possa afirmar ou aceitar com segurança que a resistência de uma restauração de amálgama seja semelhante quando condensada manualmente. Além disso, aquelas afirmações são baseadas em trabalhos de pesquisa feitos com corpos de prova recomendados pela norma nº 1 da ADA, que não reproduzem adequadamente a forma geométrica de uma restauração e em observações clínicas ou raciocínios teóricos.

Esses aspectos estimularam a propor a presente pesquisa com preparos cavitários e restaurações feitos em troquéis metálicos que forneçam corpos de provas com forma mais real e sob condições de teste que simulem o máximo possível as condições clínicas. Por outro lado, a introdução no comércio nacional e internacional de novos tipos de condensadores mecânicos cujos fabricantes clamam pela sua superioridade, também serviu de motivação para essa verificação. Além disso, a observação dos docentes do Departamento de Dentística da FOB-USP no ambulatório clínico junto aos estudantes, também serviu de estímulo desde que, segundo eles, esses tipos de condensadores parecem facilitar o procedimento quanto à rapidez e eficiência.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir de moldes de silicone, foram obtidos seis troquéis de cobalto-cromio, sendo três com cavidades M.O. e três com cavidades M.O.V., todas elas atípicas e possuindo a mesma área de superfície para cada tipo cavitário, a fim de que as "restaurações" nelas condensadas possuíssem os mesmos volumes (figura 1)

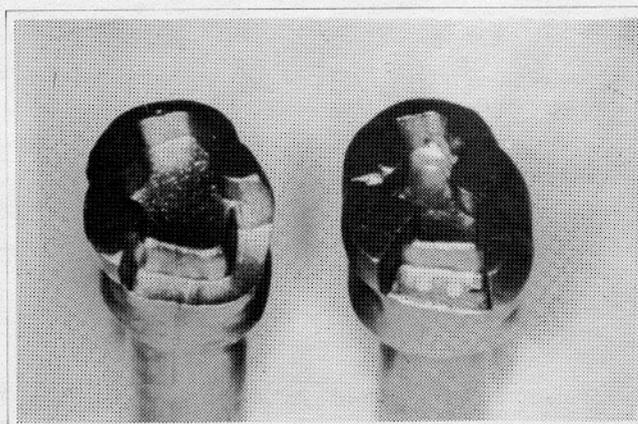


FIG.1- Troquéis de cobalto-crômio com cavidades M.O. e M.O.V atípicas.

A cavidade M.O. apresentava área de superfície mais extensa daquela requerida pelas regras de extensão preventiva, ou seja a caixa oclusal, cuja profundidade era de 2 mm apresentava um istmo amplo, enquanto a caixa proximal apresentava uma dimensão V-L de 6 mm e 2 mm de profundidade (a partir do ângulo A-G, até encontrar o ângulo cavo-superficial); a parede gengival foi estabelecida até um nível que permitisse à parede axial ficar com uma altura de 2 mm, a partir da parede gengival até encontrar a parede pulpar; o ângulo áxio-pulpar foi arredondado. Para a cavidade M.O.V., foram adotadas as mesmas medidas, apenas aumentando o volume e extensão da cavidade, pois foi sacrificada toda cúspide méso-vestibular do 1º molar inferior.

CONFEÇÃO DAS RESTAURAÇÕES

Nesta pesquisa foram utilizadas as ligas com alto conteúdo de cobre Dispersalloy (Johnson & Johnson) e convencional Velvalloy (S.S. White). As limalhas após retiradas das embalagens originais eram pesadas e colocadas em frascos completamente limpos e secos, sendo freqüentemente agitadas para a homogeneização das partículas. O mercúrio também foi pesado e armazenado em frascos individuais para cada porção. A trituração foi realizada no amalgamador mecânico "Varimix" com proporção de 1:1 de liga e mercúrio a fim de obter misturas padronizadas. Não foi realizada a remoção do excesso de mercúrio antes da condensação, uma vez que, segundo EAMES³, esse procedimento é dispensável nessas condições. Para a condensação do amálgama, utilizou-se uma matriz-guia de resina acrílica (figura 2) mantida em posição por um porta-matriz até o final da condensação e remoção do excesso de amálgama.

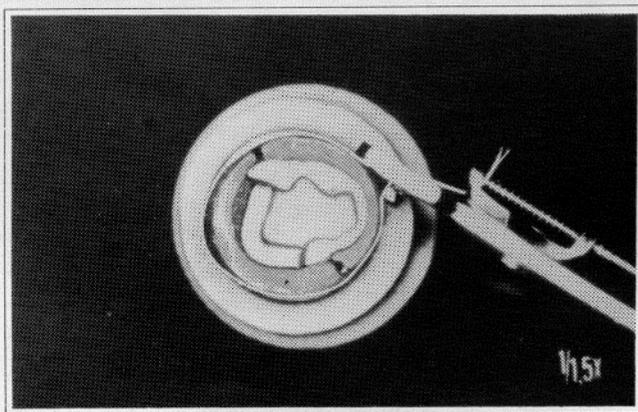


FIGURA 2- Conjunto troquel-matriz-guia de resina acrílica circundando a cavidade, o que permitia uma boa compactação do amálgama.

A massa de amálgama obtida foi dividida em 3 partes, que através do porta-amálgama foram levadas e compactadas manual e mecanicamente não ultrapassando um período de 180 segundos, conforme recomendação de MOTTA et al*.

A condensação manual foi realizada com condensadores duplos tipo Ward nº 1 e 2, com pontas ativas de 1.3; 1.7; 2.4 e 2.8 mm de diâmetro, sempre iniciando pelas partes de menor diâmetro nas regiões mais internas da cavidade e entre esta e a matriz individual. O preenchimento da cavidade era completado usando os condensadores de diâmetro maior. Esta mesma sequência também foi utilizada quando a condensação era realizada mecanicamente, onde as pontas condensadas especiais eram adaptadas nos condensadores mecânicos, e que apresentavam o mesmo diâmetro das pontas ativas dos condensadores manuais.

Completada a condensação, a eliminação dos excessos de amálgama, bem como a escultura eram feitas com uma lâmina de barbear rígida, visto que a superfície oclusal era plana.

Em seguida, essa matriz era removida e colocava-se um casquete, também de resina acrílica, que apresentava um orifício que dava passagem a um estilete, com o qual se demarcava exatamente o local (na altura da fosseta central) onde a carga de compressão seria incidida.

Agora os corpos de prova (troquel-restauração) foram armazenados em uma estufa ("Fanem", São Paulo, Brasil) a 37°C, em ambiente úmido (uma cubeta contendo água sempre mantida no interior da estufa).

Os corpos de prova permaneceram armazenados na estufa por períodos de 1 e 24 horas, momentos em que os ensaios de compressão foram realizados.

CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Nessa pesquisa estudou-se a resistência à compressão do amálgama, variando a técnica de condensação. Assim, confrontou-se a técnica de condensação manual com a mecânica. Dentro da técnica de condensação mecânica foram utilizados os condensadores Otto (Arminger & Cia - RS), Dabi Atlante (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, Sp, Brasil) e Electro-mallet (Robert C. Mc Shirley, Glendale Calif., USA) (figura 3). Para condensação manual foram utilizados condensadores tipo Ward nºs 1 e 2. É bom salientar que as pontas condensadoras apresentaram os

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

mesmos diâmetros para todas as técnicas de condensação (de 0,5 a 2,0 mm). Além da influência da técnica de condensação, também estudou-se a influência de dois diferentes tipos de ligas para amálgama.

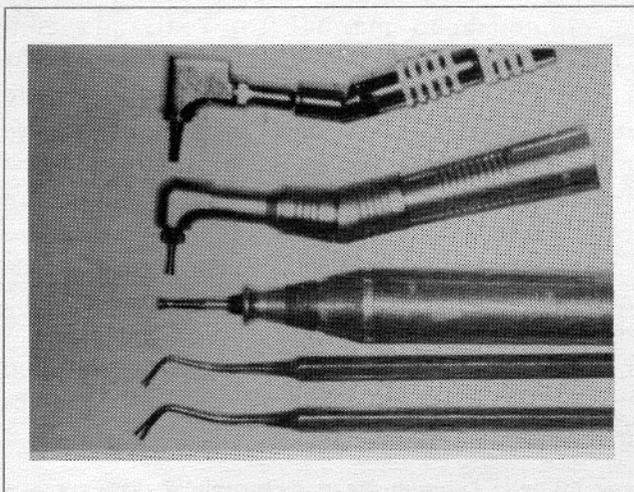


FIGURA 3- Condensadores manuais e mecânico utilizados neste trabalho.

PROCEDIMENTOS PARA ENSAIOS

Para essa pesquisa foi utilizada uma máquina de ensaios universal da Kratos (Dinamômetros Kratos, SP, Brasil), a fim de possibilitar a realização dos testes de resistência à fratura das "restaurações", através de cargas axiais de compressão. Um cilindro de aço inoxidável de 20 cm de comprimento por 5 cm de diâmetro foi engastado na plataforma superior da máquina de ensaios. Este cilindro possuía uma ponta ativa de Co-Cr, de forma côncava, onde era alojada uma esfera de aço inoxidável de 2.4 mm de diâmetro. A carga de compressão foi aplicada na superfície oclusal e na direção do longo eixo do troquel (fig 4).

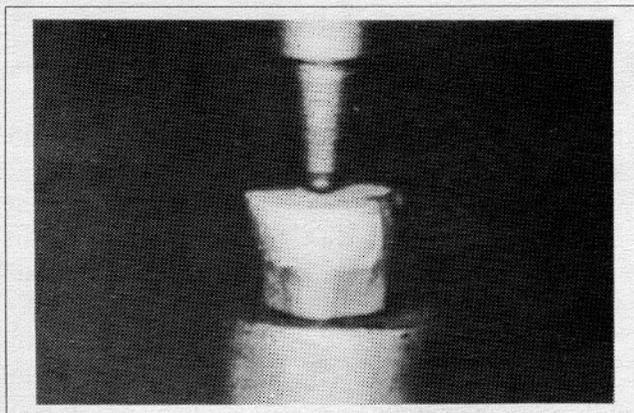


FIGURA 4 - Aplicação do carregamento axial de compressão sobre a fosseta central.

A velocidade de avanço do cabeçote inferior da máquina de ensaios foi de 0,5 mm/min e a força aplicada transmitida à "restauração", através da esfera de aço de 2.4 mm de diâmetro. A magnitude da força aplicada para testar a resistência à fratura das "restaurações" foi lida diretamente no mostrador da máquina de ensaios, no momento em que as "restaurações" se fraturaram.

PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO

O número de corpos de prova ("restaurações" em três tipos cavitários distintos, utilizando quatro diferentes mecanismos de condensação de amálgama) obedeceu a um planejamento estatístico feito com base em ensaios preliminares. Desse modo, foram feitas cinco replicações em cada condição experimental, nas idades de 1 hora e 24 horas, perfazendo um total de 180 corpos de prova.

Para a análise dos dados obtidos nos ensaios de resistência à fratura destas "restaurações" de amálgama foi empregada a análise de variância a dois critérios, modelo fixo. Nos casos de significância estatística entre fonte de tratamento utilizou-se a análise de contraste segundo o método de Tukey-Kramer, a fim de apontar qual delas seria a responsável pela significância estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 1 e 2 apresentam respectivamente as médias obtidas nos ensaios de resistência à fratura de restaurações a amálgama, sob carregamento oclusal (esforço na fosseta central), após períodos de armazenagem de 1 e 24 horas.

De maneira geral, considerando as médias aritméticas obtidas, a condensação mecânica foi superior à manual. As tabelas 3, 4, 5 e 6 apresentam os resultados de análise de variância a 2 critérios de avaliação, modelo fixo aplicada aos valores de resistência à fratura dessas restaurações com as variáveis intencionalmente introduzidas. Esses resultados indicam a existência de diferenças estatisticamente significantes para a maioria dos efeitos principais. A fim de verificar quais das variáveis eram responsáveis pela significância estatística, o teste de Tukey foi aplicado aos resultados da análise de variância. As comparações individuais indicaram que a resistência à fratura de restaurações testadas após 1 hora em cavidades MO e MOV foi estatisticamente superior quando condensadas mecanicamente. Para a condição

tipo de ligas (Velvalloy X Dispersalloy) pode-se observar que para a cavidade MO, com exceção do condensador Dabi, não existiu diferença estatisticamente significativa na resistência à fratura quando se utilizaram ambas condensações, manual e mecânica; por outro lado na cavidade MOV a resistência da liga Dispersalloy foi estatisticamente superior com ambos os tipos de condensação. Para os ensaios realizados após 24 horas a resistência à fratura das restaurações em cavidades MOV foi superior quando condensadas mecanicamente, tanto para a liga Dispersalloy quanto para a Velvalloy. Todavia, o mesmo não ocorreu nas cavidades MO, devido à menor dimensão da cavidade, cujo volume de material a ser condensado fica mais confinado entre as paredes cavitárias, possibilitando condensação manual com a mesma rapidez e eficiência conseguidas na condensação mecânica. Para a condição tipo de ligas (Velvalloy x Dispersalloy) não ocorreu diferença estatisticamente significativa tanto no preparo MO quanto no MOV.

TABELA I - Médias (kgf) de resistência à fratura de "restaurações a amálgama e valores para contraste pelo método de Tukey" - Idade: 1 hora.

	VELVALLOY		DISPERSALLOY		TUKEY (materiais)
	MO	MOV	MO	MOV	
Manual	50.1	66.5	54.2	107.0	
Dabi	52.1	94.3	65.2	129.9	
Otto	58.3	94.8	66.2	125.3	12.5
Eleto-Mallet	61.0	104.4	68.3	126.2	
Tukey (condensação)	8.0	16.6	8.0	16.6	

TABELA II - Médias (kgf) de resistência à fratura de "restaurações" a amálgama e valores para contraste pelo método Tukey - Idade: 24 horas.

	VELVALLOY		DISPERSALLOY		TUKEY materiais
	MO	MOV	MO	MOV	
Manual	122.9	171.3	120.8	179.2	
Dabi	122.0	195.3	119.2	196.5	
Otto	126.7	191.0	118.7	203.2	12.5
Eleto Mallet	129.7	194.0	122.3	205.9	
Tukey condensação		16.4		16.7	

Diante da diferença de metodologia deste trabalho com outros constantes da literatura especializada, onde geralmente são usados corpos de prova cilíndricos com suas dimensões padronizadas ao invés de possuírem a forma de restaurações que se aproximam mais da realidade clínica, torna-se difícil uma comparação de resultados. Mesmo assim, os resultados aqui obtidos são comparáveis com aqueles obtidos por Ryge et al⁷ onde a condensação mecânica foi superior nas idades inicial e final existindo divergência apenas com os resultados de 24 horas, nas cavidades MO, onde a condensação mecânica e manual se equivaleram.

Por outro lado, Wing⁹ e Nadal⁵ afirmam que uma boa condensação manual não é superada pela condensação mecânica. Pode-se concordar em parte com essas afirmações, desde que a condensação mecânica se mostrou superior à condensação manual em todos os corpos de prova com 1 hora, e em restaurações MOV (mais volumosas) com 24 horas.

TABELA III- Análise de variância a dois critérios de classificação cavidade MO - 1 hora.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F'
entre colunas	795.516	3	265.172	5.99464*
entre linhas	744.766	1	744.766	6.8366*
interação	366.594	3	122.198	2.76248
resíduo	1415.52	32	44.2349	
Total	3322.39	39		

* SIGNIFICANTE $f(3;32) = 2.9$ $f(1;32) = 4.15$ $f(3;32) = 2.9$

TABELA IV- Análise de variância a dois critérios de classificação cavidade MO - 24 horas.

Fonte de variação	Soma de quadrados	graus de liberdade	Quadrado médio	F'
entre colunas	206.256	3	68.75	1.241584
entre linhas	1176.31	1	1116.31	21.2434*
interação	361.5	3	120.5	2.17615
resíduo	1171.94	32	55.3731	
TOTAL	3516	39		

* SIGNIFICANTE $F(3;32) = 2.9$ $F(1;32) = 4.15$ $F(3;32) = 2.9$

Segundo Gilmore³, a condensação manual deve ser preferida por adaptar melhor o amálgama às margens cavitárias. Na confecção dos corpos de prova, não foi possível avaliar ou sentir tal diferença porque os troquéis metálicos possuíam a plataforma oclusal plana.

quando comparada a adaptação marginal, não verificaram diferenças entre as quatro técnicas de condensação, ao contrário do que afirmou Gilmore³.

Avaliando os resultados aqui obtidos, não há dúvida que as "restaurações" a amálgama condensadas mecanicamente em cavidades de maior área (MOV) apresentam resistência à fratura superior, independente da idade das restaurações. Contudo observou-se que principalmente na primeira hora a superioridade da condensação mecânica foi bem evidente, desconsiderando o volume da restauração.

A principal razão para o melhor desempenho da condensação mecânica além do conforto do operador (que poupa suas energias com a facilidade de movimentar mais adequadamente as pontas dos condensadores contra os ângulos internos de uma cavidade maior), é o menor tempo gasto para a condensação de um maior volume de liga num mesmo espaço de tempo.

O ganho na rapidez e qualidade de condensação é ainda mais importante por manifestar-se já na primeira hora, que é o período mais crítico para as restaurações a amálgama.

Clinicamente o uso de condensadores mecânicos em cavidades de grande porte pode significar conforto e maior confiança para o profissional, ganho de tempo no consultório assim como benefício também para o paciente, que receberá restaurações melhor compactadas e mais resistentes.

CONCLUSÕES

◆ Ocorreu diferença estatisticamente significativa entre condensação manual e mecânica para restaurações a amálgama com 1 hora de idade. A condensação mecânica resultou em restaurações mais resistentes independentemente do tipo de liga;

◆ Após período de 24 horas a condensação mecânica mostrou-se superior especialmente quando a cavidade era geometricamente maior (MOV), enquanto para restaurações menores (MO) ambas as condensações se equivaleram;

◆ Não existiu diferença entre os condensadores mecânicos empregados;

◆ A liga Dispersalloy proporcionou restaurações MOV mais resistentes.

TABELA V - Análise de variância a dois critérios de classificação cavidade MOV - 1 hora.

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F'
entre colunas	3504.06	3	1169.02	12.3922*
entre linhas	6277.5	1	6273.5	66.5589*
interação	1379.59	3	459.865	2.87895*
resíduo	3016.16	32	94.2549	
TOTAL	14173.3	39		

* SIGNIFICANTE F(3;32) = 2.9 F(1;32) = 4.14 F(3;32) = 2.9

TABELA VI - Análise de variância a dois critérios de classificação cavidade MOV - 24 horas.

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F'
entre colunas	1093.13	3	364.375	3.84343*
entre linhas	6.75	1	6.75	.071199
interação	936.375	3	312.125	2.2923
resíduo	3033.75	32	94.8047	
TOTAL	50.70	39		

* SIGNIFICANTE F(3;32) = 2.9 F(1;32) = 4.15 F(3;32) = 2.9

Quanto ao tipo de condensadores aqui empregados, não existiu diferença entre eles, de tal sorte que todos possibilitaram a mesma eficiência de compactação.

Todavia, Torney⁹ e Noorian⁸ trabalhando com molares hígidos que possuíam cavidades MOD atípicas testou três condensadores mecânicos versus condensação manual. Verificaram que um dos condensadores mecânicos mostrou-se inferior às demais técnicas restantes, no tocante à resistência à fratura; contudo,

ABSTRACT

The effect of hand and mechanical condensation on the fracture strength of amalgam restorations was evaluated on MO and MOV atypical cavities preparations. Velvalloy and Dispersalloy were condensed mechanically with Otto, Dabi Atlante and Electromallet condensers and by hand method. It was observed a significant relationship between the technics tested. At one-hour test, mechanical condensation showed the biggest compressive strength on both cavities and alloys utilized.

UNITERMS

Dental amalgam; Dental restoration; Condensation.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. BLACK, G.V. Operative Dentistry. Chicago, *Medico Dental*, 1908, v. 2.
02. CORADAZZI, J.L.; AADAVI, F.; ASGAR, K. Measurement of resistance of amalgam mixes to condensation. *J. dent. Res.*, v. 62, n.8, p.930-2, Aug. 1983.
03. GILMORE, H.W. Operative Dentistry - 2. ed. St. Louis Mosby, p.304-11, 1973.
04. MONDELLI, J.; PICCINO, A.C.; ISHIKIRIAMA, A. Modificação do contra-ângulo para condensar mecanicamente o amálgama. *Rev. Ass. paul. cirurg. Dent.*, v.1, n.1, p. 7-10, Mar, 1967.
05. NADAL, R. Amalgam restorations: cavity preparation, condensing and finishing. *J. Amer. dent. Ass.*, v.65, n.1, p. 66-77, Jul, 1962.
06. PEYTON, F.A.; LIATUKAS, E. L. Compressive strength of amalgam as influenced by different condensation forces. *J. prosth. Dent.*, v.11, n.5, p.934-41, Sept/Oct. 1961.
07. RYGE, G. et al. Dental amalgam: The effect of mechanical condensation on some physical properties. *J. Am. dent. Ass.* v.45, n.3, p. 269-77, Sept. 1952.
08. TORNEY, D. L.; NOORIAN, Z. Effect of condensation techniques on marginal adaptation of high-copper amalgam. *J. prosth. Dent.*, v.41, n. 2, p.178-82, Feb. 1979.
09. WING, G. Modern thoughts on amalgam manipulation. *Aust. dent. J.*, v.7, n.3, p.234-41, Jun. 1962.