

# COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE AMÁLGAMAS DENTAIS ENRIQUECIDOS COM COBRE, OBTIDOS POR AMALGAMAÇÃO MANUAL E MECÂNICA, EM TRÊS IDADES DIFERENTES\*

COMPARING COMPRESSION STRENGTH OF HIGH COPPER AMALGAMS OBTAINED BY MANUAL AND MECHANICAL AMALGAMATION AT THREE DIFFERENT AGES\*

Mauro Teixeira VILLANOVA\*\*

César Antunes de FREITAS\*\*\*

Sérgio Fernando Torres de FREITAS\*\*\*\*

## RESUMO

**F**oi comparada a resistência à compressão de amálgamas dentais, enriquecidos com cobre (DFL Alloy, Dispersalloy - novo e velho, Luxalloy e Vivalloy-70), nas idades de 1, 48 e 168 horas, através de corpos de prova (cinco para cada condição específica) obtidos em diferentes tempos de amalgamação manual e mecânica, usando-se dois pistilos diferentes nesta última. Todas as etapas deste experimento foram executadas seguindo-se a Especificação nº 1 da ADA<sup>1</sup> e pôde-se concluir que: 1) somente na primeira hora a amalgamação mecânica foi superior à manual; nas demais idades ambas foram semelhantes; 2) tempos menores de amalgamação mecânica promoveram resultados melhores, sem que fosse possível identificar um tempo ideal de amalgamação; na manual, os tempos maiores permitiram maior resistência; 3) o tamanho do pistilo não influenciou a resistência; 4) os melhores resultados foram obtidos igualmente com o Vivalloy-70 e o Dispersalloy novo; e 5) os piores resultados foram obtidos com o Dispersalloy velho, seguido do DFL Alloy.

## UNITERMOS

Amálgama dentário; Resistência à compressão.

---

\* Extraído da Dissertação de Mestrado em Dentística, opção Materiais Dentários, FOB-USP, 1991.

\*\* Mestre em Dentística, opção Materiais Dentários, pela FOB-USP.

\*\*\* Professor Assistente-Doutor do Depto de Materiais Dentários da FOB-USP e da Faculdade de Odontologia de Lins - IALIM

\*\*\*\* Professor Assistente do Depto de Odontologia Social, Disciplina de Estatística, da FOB-USP.

## INTRODUÇÃO

O sucesso de qualquer restauração significa que ela inclusive deve manter forma e função por tempo adequado, o que é bastante subjetivo. Testes clínicos implicam em longo tempo de observação, com dificuldades na padronização e controle de variáveis existentes nos pacientes. Testes laboratoriais facilitam a análise de uma dada característica de um material, com maior rapidez e menor dificuldade no controle das variáveis, permitindo uma previsão do desempenho clínico, a ser posteriormente estudado; além disso, aspectos de difícil avaliação clínica só podem ser estudados laboratorialmente.

Como a composição do material é fator intrínseco das características da respectiva restauração, aquela deve ser conhecida, juntamente com a influência que sofre de variáveis durante sua manipulação. No caso específico do amálgama, também por ser o mais antigo material restaurador ora em uso, o problema torna-se mais complexo ainda, dado o grande número e a grande diversidade de pesquisas que, por várias razões, inclusive por analisarem características diferentes, não podem ser comparadas. Acrescente-se que, mesmo após a análise global das pesquisas, restam dúvidas sobre parâmetros que permitam a seleção de ligas adequadas e o estabelecimento de normas de manuseio.

Tomando como exemplo apenas um dentre os inúmeros aspectos relativos ao preparo do amálgama, gostaríamos de ressaltar as afirmações de alguns estudiosos<sup>5,11,19</sup> de que a amalgamação manual fornece resultados tão adequados quanto a mecânica, sendo que esta última apenas teria as vantagens de economia de tempo, padronização e melhor homogeneidade de resultados. Ora, pelo menos na extensa bibliografia existente, muito poucos trabalhos comparam as citadas amalgamações. A economia de tempo nos parece irrisória, a padronização duvidosa e a homogeneidade referida também não foi comprovada de modo conclusivo. Além dos amalgamadores mecânicos apresentarem características diferentes (quanto à frequência de oscilação, forma e amplitude do curso, forma e dimensões tanto da cápsula como do pistilo etc.), algumas destas são alteradas quando cápsula e pistilo originais não são repostos.

Uma outra dificuldade no estudo laboratorial é a escolha do teste mais adequado, o qual deveria prover, com a maior probabilidade possível de acerto, meios que levassem ao sucesso clínico. Têm sido executados testes clínicos de resistências mecânicas variadas, de resistência à corrosão, de alterações dimensionais

(durante ou após a presa), de quantificação de mercúrio residual etc., mas a variedade de metodologias impossibilita ou dificulta a comparação dos resultados.

Baseados no fato comprovado por vários autores<sup>2,3,11,12,14</sup> de que os amálgamas atuais com alto teor de cobre apresentam melhores resultados, de forma ampla, do que os de composição convencional, acreditamos que estes últimos possam ser descartados, sem contudo deixarmos de reconhecer seu grande valor histórico-científico.

A preocupação com a resistência à compressão de amálgamas não é nova, e já aparece com GRAY<sup>7</sup> que, baseado em estudos metalográficos, comprovou a mesma ser influenciada por algumas variáveis, como proporção liga/mercúrio, tempo e temperatura de trituração, pressão de condensação, tempo em que esta era mantida, altura do corpo de prova, tempo e temperatura de estocagem dos espécimes e velocidade de aplicação da força no teste de compressão.

Também acreditamos que um teste de resistência à compressão possa fornecer dados com poder e amplitude suficientes para, indiretamente, permitir uma previsão do seu comportamento clínico, já que, em termos de Física, tal resistência expressa as demais mecânicas, de forma diretamente proporcional.

Gostaríamos de ressaltar a declaração de SANTOS<sup>17</sup> de que nunca existiram situações laboratoriais que reproduzissem adequadamente as condições bucais, pelo menos ao "longo desses últimos 20 anos"; isto quer dizer que, após estudadas as características físicas, químicas e de compatibilidade biológica de qualquer material de uso odontológico, sua avaliação final e definitiva deve ser clínica.

Para PHILLIPS<sup>14</sup>, um amálgama satisfatório deve alcançar valores não inferiores a 310 MPa de resistência à compressão; é difícil identificar a propriedade principal, ou propriedades, responsável pela falha ocorrida na restauração, mas parece lógico que a resistência mecânica seja uma delas; a fratura, ainda que de uma pequena área, especialmente nas margens, acelera a corrosão, a reincidência de cárie e a falha clínica subsequente.

## MATERIAL E MÉTODOS

As cinco ligas escolhidas para este experimento (DFL Alloy, Dispersalloy - novo e velho, Luxalloy e Vivalloy-70), que pertencem ao grupo denominado como enriquecido com/de cobre, ou com alto teor de

cobre ou ainda não gama-2, encontram-se listadas com algumas de suas características num trabalho anterior<sup>18</sup>, assim como a metodologia desenvolvida.

Resumidamente, 5 corpos de prova (cp), para cada condição específica, foram testados nas idades de 1, 48 e 168 horas, sob esforços de compressão; existiu um grupo preparado por amalgamação manual (M) e outro por mecânica, sendo que nesta última foram usados dois pistilos diferentes, grande (PG) e pequeno (PQ), com diferentes tempos de trituração. Todo o experimento seguiu a especificação nº 1 da ADA<sup>1</sup>, utilizando-se um total de 975 cp. Sugere-se que sejam consultados os trabalhos referenciados com os números 4,6,8,9,10,13,15,e,16, considerados importantes no contexto do assunto aqui estudado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da resistência à compressão obtidos em 1, 48 e 168 horas, convertidos em MPa, acrescidos

dos desvios-padrão e coeficientes de variação para cada liga estudada, encontram-se igualmente relacionados no citado trabalho anterior<sup>18</sup>, onde foram realizadas uma série de análises, porém sempre para as ligas isoladamente, ou seja, não se comparou nenhuma liga com outra.

No presente trabalho, os resultados de todas as ligas foram agrupados em função das idades e submetidos a nova análise de variância, agora a dois critérios, com o objetivo de se avaliar os contrastes entre as condições experimentais "ligas", "métodos de amalgamação" (trituração) e suas possíveis interações. Os resultados do teste F apontaram diferenças significantes para ambos os critérios, em todas as idades, como pode ser observado nas tabelas 1, 2, e 3; os resultados do teste de Tukey, para comparação entre métodos de amalgamação e ligas, podem ser observados nas tabelas 4 e 5, respectivamente.

TABELA 1-Análise de variância, a 2 critérios, para a resistência à compressão em MPa (1 hora)

FONTE DE VARIAÇÃO	SOMA DOS QUADRADOS	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO	F observado	F crítico	SIGNIFICÂNCIA
Entre ligas	112562,5	4	28140,63	39,94	3,32	**(<math>p<0,01</math>)
Entre trituração	118393,5	12	9866,125	49,06	2,18	**(<math>p<0,01</math>)
Ligas X trituração	29501,75	48	614,6198	3,056	1,40	**(<math>p<0,01</math>)
Resíduo	52280,5	260	201,0788			
Varição Total	312738,3	324				

TABELA 2 - Análise de variância, a 2 critérios, para a resistência à compressão em MPa (48 horas)

FONTE DE VARIAÇÃO	SOMA DOS QUADRADOS	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO	F observado	F crítico	SIGNIFICÂNCIA
Entre ligas	392644	4	98161	29,31	3,32	**(<math>p<0,01</math>)
Entre trituração	114508	12	9542,3	2,849	2,18	**(<math>p<0,01</math>)
Ligas X trituração	313276	48	6526,584	1,868	1,40	**(<math>p<0,01</math>)
Resíduo	870718	260	3348,915			
Varição Total	1691146	324				

TABELA 3 - Análise de variância, a 2 critérios, para a resistência à compressão em MPa (168 horas)

FONTE DE VARIAÇÃO	SOMA DOS QUADRADOS	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO	F observado	F crítico	SIGNIFICÂNCIA
Entre ligas	350350	4	87587,5	25,64	3,32	**(<math>p<0,01</math>)
Entre trituração	155110	12	12925,83	3,78	2,18	**(<math>p<0,01</math>)
Ligas X trituração	138814	48	2891,958	0,84	1,40	n-s
Resíduo	887988	260	3415,339			
Varição Total	15332262	324				

TABELA 4-Comparações (Tukey,  $p < 0,01$ ) para métodos de amalgamação, nas 3 idades.

1 HORA		48 HORAS		168 HORAS	
PG-30	109,80	PG-20	306,60	PQ-20	302,76
PQ-30	107,96	PG-10	306,04	PQ-15	296,12
PQ-25	106,98	PG-15	302,08	PQ-10	293,76
PG-20	104,52	PQ-10	294,20	PG-10	286,44
PG-25	104,32	PQ-20	287,20	PG-25	286,40
PQ-20	101,32	PQ-15	285,72	PQ-25	282,80
PG-15	98,88	PQ-25	284,96	PQ-30	277,84
PQ-15	95,44	PG-25	276,28	PG-15	274,88
PG-10	84,80	M-60	273,96	PG-20	270,72
PQ-10	77,96	PQ-30	273,68	M-45	259,96
M-60	68,48	PG-30	258,40	M-60	258,56
M-45	59,80	M-45	257,88	PG-30	248,72
M-30	50,80	M-30	243,56	M-30	219,12
D.M.S.	13,10	D.M.S.	61,21	D.M.S.	61,82

Obs: As linhas verticais englobam os contrastes não significantes.

TABELA 5- Comparações (Tukey,  $p < 0,01$ ) para ligas, nas 3 idades

1 HORA		48 HORAS		168 HORAS	
Dispersalloy-N	120,45	Dispersalloy-N	314,52	Vivalloy-70	311,28
Vivalloy-70	108,90	Luxalloy	310,32	Dispersalloy-N	300,72
DFL Alloy	93,05	Vivalloy-70	302,02	Luxalloy	286,63
Luxalloy	78,67	DFL Alloy	242,40	Dispersalloy-V	241,03
Dispersalloy-V	76,30	Dispersalloy-V	234,08	DFL Alloy	228,63
D.M.S.	9,94	D.M.S.	31,57	D.M.S.	31,90

Obs: As linhas verticais englobam os contrastes não significantes.

Pela tabela 4, pode-se constatar um comportamento muito inferior da amalgamação manual em relação à mecânica, na primeira hora, e semelhante em 48 e 168 horas; além disso, os resultados originais mostraram que na maioria dos casos a resistência inicial (1 hora) promovida pela técnica manual mostrou-se menor que o padrão mínimo de 80 MPa exigido pela ADA<sup>1</sup>. É importante registrar nossa opinião de que, aumentando-se a pressão, a velocidade de translação do pistilo e/ou o tempo durante a amalgamação manual, talvez sejam atingidos valores maiores de resistência. Em relação à técnica mecânica

constatou-se que, na 1ª hora, o tempo de 10 segundos de amalgamação foi inadequado, com diferenças estatisticamente significantes para as demais condições analisadas; de 15 segundos para mais, existe equivalência estatística, havendo uma tendência de se obter maior resistência com os períodos maiores; apesar de equivalência entre todas as condições, em 48 e 168 horas, os menores tempos de amalgamação tenderam a ser melhores; tais fatos ocorreram independentemente do tamanho do pistilo utilizado e não foi possível identificar-se o tempo ideal de amalgamação.

Com relação às ligas (tabela 5), na primeira hora somente os resultados médios obtidos pelo Dispersalloy novo, Vivalloy-70 e DFL Alloy foram superiores aos 80 MPa, padrão exigido pela ADA<sup>1</sup>; em 48 horas, Dispersalloy novo, Luxalloy e Vivalloy-70 demonstraram equivalência estatística, embora somente as duas primeiras obtivessem valores acima do mínimo (310 MPa) considerado como satisfatório por PHILLIPS<sup>14</sup>; em 7 dias (168 horas) ocorreu equivalência entre o Vivalloy-70, Dispersalloy novo e Luxalloy, apesar de somente a primeira ter alcançado o padrão mínimo de 310 MPa. Nesta tabela, nos cálculos da idade de 1 hora, foram excluídos os valores individuais originais considerados inadequados pelos padrões da ADA<sup>1</sup>. É interessante observar que o Dispersalloy velho sempre obteve o pior desempenho.

## CONCLUSÕES

Baseados nos resultados obtidos com a metodologia citada, concluiu-se que, nas 3 idades:

- ◆ Somente na primeira hora a amalgamação mecânica foi superior à manual; nas demais idades, ambas foram semelhantes;
- ◆ Tempos menores de amalgamação mecânica promoveram resultados melhores, sem que fosse possível identificar um tempo ideal de amalgamação; na manual, os tempos maiores permitiram maior resistência;
- ◆ O tamanho do pistilo não influenciou a resistência;
- ◆ Os melhores resultados foram obtidos igualmente com o Vivalloy-70 e o Dispersalloy novo; e
- ◆ Os piores resultados foram obtidos com o Dispersalloy velho, seguido do DFL Alloy.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem de forma especial aos acadêmicos Antonio Eduardo de Souza e Alexandre Henrique de Paula, pela colaboração durante a etapa laboratorial.

## ABSTRACT

Compression strenght of five high copper amalgams (DFL Alloy, new and old Dispersalloy, Luxalloy and Vivalloy-70) in specimens with age of 1, 48 and 168 hours (five for each specific condition), obtained by manual and mechanical amalgamation, the last one

with two different pistils, were compared. All stages of this experiment were made according to ADA<sup>1</sup> Specification n<sup>o</sup> 1.

In these conditions, it was concluded the following: 1) the mechanical amalgamation was better than manual only at the first hour and for the other ages they were similar; 2) shorter mechanical amalgamation times promoted better results, but it was impossible to determine an ideal amalgamation time; longer manual amalgamation times resulted in higher strenght; 3) the size of pistil used in mechanical methods was not a significant factor of influence; 4) the best results were obtained by both Vivalloy-70 and new Dispersalloy; and 5) the worst results were obtained by old Dispersalloy followed by DFL Alloy.

## UNITERMS

Dental amalgam; Compression strenght.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Dental Materials and Devices. Specification n<sup>o</sup> 1 for alloy for dental amalgam. *J. Am.dent.Assoc.*, v.95, n.3, p.614-7, Sept, 1977.
2. BARATIERI, L.N. et al. Ligas para amálgamas convencionais ou enriquecidas com cobre. *Rev.gaúcha Odontl.*, v.32, n.4, p.327-32, out/dez. 1984.
3. EAMES, W.B.; MACNAMARA, J.F. Eight high-copper amalgam alloys and six conventional alloys compared. *Opert.Dent.*, v.1, n.3, p.98-107, Summer, 1976.
4. ECCLES, J.D. ; GREEN, R.M. Amalgam restorations. In: \_\_\_\_\_. *The conservation of teeth*. Oxford, Blackwell, 1973. p.101-2.
5. FICHMAN, D.M. ; SANTOS, W. Trituração ou amalgamação. In: \_\_\_\_\_. *Restaurações a amálgama*. São Paulo, Sarvier, 1982. p.81-8.
6. GALANTE, M. Depoimento exclusivo. *Rev.gaúcha Odontol.*, v.27, n.2, p.111-4, abr./jun. 1979.
7. GRAY, A.W. Metallographic phenomena observed in amalgams. *J.natl.dent.Assoc.*, v.6, n.6, p.513-31, June, 1979.
8. HAMPSON, E.L. Amalgam restorations. In: \_\_\_\_\_. *Textbook of operative dentistry*. 3. ed. London, William Herneman Medical Books, 1973. p.67-71.
9. MAHLER, D.B. Physical properties and manipulation of amalgam. *Dent. Clin. N.Amer.*, p.213-22, Mar. 1967.
10. MOSTELLER, J.H. & ALABAMA, M. Some important considerations in the mixing of silver amalgam. *J. Ohio St. dent. Assoc.*, v.28, n.2, p.78-83, May 1954.
11. NAKAI, H. et al. Change in the compressive strenght of low and high copper amalgams in relation to time. *J.dent. Mat.*, v.3, n.1, p.20-35, Feb. 1984.
12. OSBORNE, J.W. et al. Clinical performance and physical properties of twelve amalgam alloys. *J.dent.Res.*, v.57, n.11/12, p.983-8, Nov./Dec. 1978.
13. PHILLIPS, R.W. Physical properties of amalgam as influenced by the mechanical amalgamator and pneumatic condenser. *J.Amer.dent.Ass.*, v.31, n.18, p.1308-23, Sept. 1944.

14. PHILLIPS, R.W. Amálgama dentário: considerações técnicas. In: \_\_\_\_\_. **Materiais dentários de Skinner**. 8. ed. Rio de Janeiro, Interamericana, 1984. p.241-58.
15. PHILLIPS, R.W.; SWARTZ, M.L.; NORMAN, R.D. The amalgam restoration. In: \_\_\_\_\_. **Materials for the practicing dentist**. Saint Louis, Mosby, 1969. p.81-6.
16. ROYDHOUSE, R.H. Silver amalgam. In: \_\_\_\_\_. **Materials in dentistry**. Chicago, Year Book Medical, 1962. p.185-92.
17. SANTOS, J.F.F. Desempenho clínico. In: \_\_\_\_\_. **Restauração de amálgama**. São Paulo, Santos, 1990. p.76.
18. VILLANOVA, M.T. **Avaliação da resistência à compressão de 4 ligas para amálgama dental enriquecidas com cobre, comparando vários métodos de trituração manual e mecânica**. Bauru, 1991. 218p., Dissertação (Mestrado) Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
19. WOLCOTT, R.B. Effect of manipulative variables on properties of dental amalgam. **J.Calif.dent. Ass.**, v.32, n.11, p.419-20, Nov. 1964.