

# **DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE ESCULTURA E DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO EM LIGAS PARA AMÁLGAMA DENTAL COM ALTO CONTEÚDO DE COBRE**

DETERMINATION OF CARVING TIME AND COMPRESSIVE STRENGTH OF HIGH-COPPER DENTAL AMALGAM ALLOYS

Vânia Suely MARIA\*

Halim NAGEM FILHO\*\*

---

**D**eterminou-se, por meio de ensaios mecânicos, o tempo de escultura e a resistência à compressão em 15, 30 e 60 minutos de seis ligas para amálgama com alto conteúdo de cobre, trituradas em amalgamador mecânico. Os resultados encontrados foram analisados estatisticamente e, concluiu-se que a melhor relação tempo de escultura/resistência à compressão das amálgamas testadas foi obtida com 15 segundos de trituração para a liga KERRTyn; 20 segundos para a Vivalloy-70; 25 segundos para a Alpha-esferoidal e a Alpha-impact; 30 segundos para o DFL Alloy e, não foi possível determinar o tempo de trituração para a liga Alpha-mistura devido à variação no tempo de escultura deste material.

UNITERMOS: Amálgama dentário, escultura; Amálgama dentário, compressão.

---

---

\* Professora Assistente, Materiais Dentários/ UFPR

\*\* Professor Titular, Materiais Dentários/ FOB-USP

## INTRODUÇÃO

O processo restaurador do dente com amálgama, apresenta uma relação de tempo entre trituração, condensação, escultura e presa final, que sob o ponto de vista clínico, são passos bastante significativos pois expressam pontos de referência para o profissional direcionar-se durante o seu trabalho e reconhecer as propriedades da liga por ele utilizada.

As indústrias, em maioria, não sugerem o tempo de trituração para os diversos tipos de amalgamadores e muito menos dão importância ao tempo de trabalho ou o prazo pelo qual a massa de amálgama está apta para a escultura. Por isso, houve interesse em determinar a influência do tempo de trituração sobre o tempo de escultura e endurecimento inicial de algumas marcas de amálgama com alto conteúdo de cobre.

## MATERIAL E MÉTODOS

Seis diferentes ligas para amálgama com alto conteúdo de cobre: KERRTyn, da Kerr; DFL Alloy, da DFL; Vivalloy-70, da Vigodent; e, Alpha-impact, Alpha-esferoidal e Alpha-mistura da Alpha Industrialização de Metais, foram utilizadas neste trabalho.

O proporcionamento foi de acordo com as recomendações do fabricante e os tempos de trituração, estabelecidos em 15, 20, 25 e 30 segundos. A massa homogeneizada, foi introduzida no interior da matriz preconizada pela A.D.A.<sup>1</sup> e a ela aplicada uma carga de 14 MPa, a fim de realizar a condensação do material<sup>2,3,4</sup>.

Para determinação do tempo de escultura confeccionou-se um total de 168 corpos de prova, sendo sete de cada uma das ligas para cada tempo de trituração especificado. Em decorrência do aparelho empregado para este ensaio, usou-se uma matriz

semelhante à determinada pela A.D.A.<sup>1</sup>, sendo modificada apenas no diâmetro interno desta e dos êmbolos nº 2 e 3, alterando de 4,0 mm para 5,0 mm.

O aparelho para verificação do tempo de escultura consiste de uma "guilhotina". É uma modificação do empregado por OHASHI; WARE; DOCKING<sup>11</sup>, que foi aperfeiçoado pela KERR Manufacturing Company\*.

Como procedimento inicial, o manômetro era ajustado. Obtido cada corpo de prova, dois minutos após a condensação, este era adaptado ao leito do equipamento para ensaio e, a cada 30 segundos abaixou-se a "guilhotina" no sentido de seccionar a amostra.

Repetiu-se este procedimento até o momento em que a lâmina não mais penetrou na superfície da amostra. Observados três ou mais valores repetidos, registrou-se o tempo (em minutos) quando se verificou o primeiro "valor final". O tempo decorrido entre o início da operação e o seu final, representou o tempo de escultura do amálgama.

Para o ensaio de resistência à compressão, foram confeccionados um total de 360 corpos de prova no experimento. Destes, 60 amostras para cada uma das seis ligas escolhidas, sendo cinco corpos de prova para cada um dos quatro tempos diferentes de trituração e ensaios de 15, 30 e 60 minutos após a trituração.

O teste de compressão foi realizado na máquina de ensaios universal. Os valores da força aplicada foram anotados e conhecendo as dimensões dos corpos de prova, transformaram-se os valores de Kgf em MPa.

Todos os resultados obtidos, nos ensaios de resistência à compressão e tempo de escultura, foram analisados estatisticamente.

\* AMALGAM - Schneid - fähigkeits - Prüfgerät - type 250. Desenho técnico da firma Ivoclar AG - Schaan-Liechtenstein, datado de 25/01/91.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. Determinação do tempo de escultura pelo método da "guilhotina".

A Tabela I apresenta os resultados das comparações individuais, realizadas pelo teste de TUKEY-KRAMER, para a interação LIGAS X TEMPOS DE TRITURAÇÃO.

TABELA I - Comparações individuais dos resultados obtidos pela técnica da "guilhotina" para a interação LIGAS X TEMPOS DE TRITURAÇÃO.

LIGAS	TEMPOS DE TRITURAÇÃO	MÉDIAS
Alpha-mistura	25 segundos	12 min. e 17 seg.
DFL Alloy	15 segundos	12 min. e 08 seg.
DFL Alloy	20 segundos	11 min. e 47 seg.
DFL Alloy	25 segundos	10 min. e 04 seg.
KERRTyn	15 segundos	7 min. e 47 seg.
Vivalloy - 70	15 segundos	7min. e 17 seg.
DFL Alloy	30 segundos	7 min. e 08 seg.
Vivalloy - 70	20 segundos	6 min. e 55 seg.
Alpha-esferoidal	25 segundos	6 min. e 25 seg.
Vivalloy - 70	30 segundos	5 min. e 55 seg.
Alpha-mistura	20 segundos	5 min. e 51 seg.
KERRTyn	25 segundos	5 min. e 47 seg.
Vivalloy -70	25 segundos	5 min. e 21 seg.
KERRTyn	30 segundos	5 min. e 17 seg.
Alpha-mistura	15 segundos	5 min. e 08 seg
Alpha-esferoidal	20 segundos	5 min. e 04 seg.
Alpha-esferoidal	15 segundos	4 min. e 51 seg.
KERRTyn	20 segundos	4 min. e 51 seg.
Alpha-esferoidal	30 segundos	4 min. e 42 seg.
Alpha-impact	15 segundos	4 min. e 34 seg.
Alpha-impact	25 segundos	4 min. e 30 seg.
Alpha-mistura	30 segundos	4 min. e 17 seg.
Alpha-impact	20 segundos	3 min. e 51 seg.
Alpha-impact	30 segundos	3 min. e 51 seg.

OBS: As barras verticais indicam equivalência estatística.  
D.M.S. (diferença mínima significativa) = 0,86

Em relação à variável tipos de ligas, pode-se perceber pelas comparações individuais do teste de Tukey-Kramer, que não houve equivalências estatísticas entre quaisquer dos tipos testados. Vale destacar a liga DFL Alloy, que apresentou valor médio bastante superior aos demais (10 min. e 16 seg.), e a liga Alpha-impact com 4 min. e 12 seg., muito curto para alguns procedimentos clínicos de restaurações

extensas. O tempo de presa da liga DFL Alloy (lento) não está descrito na bula. Esta omissão naturalmente compromete a seleção correta da liga e, evidentemente, os resultados clínicos finais. A alta significância deste fator deveria merecer maior atenção de seu fabricante. A liga Alpha-impact apresenta uma bula completa de informações, inclusive o tempo de escultura.

O melhor meio para alterar o tempo de cristalização do amálgama, independe do profissional, mas sim do fabricante. Deve modificar o tratamento térmico ou a distribuição do tamanho das partículas para obter a performance desejada do amálgama<sup>7,9,10</sup>. Alpha-mistura, Alpha-esferoidal, KERRTyn e Vivalloy-70 também não alcançaram a média ideal do tempo de presa (7 a 8 minutos)<sup>7,8</sup>, mas a média de 6 minutos é bastante satisfatória para o desempenho do

amálgama. Em relação aos tempos, também pode-se observar que não há equivalência estatística em nenhuma das situações testadas, embora todos estejam dentro de uma faixa considerada aceitável<sup>7,8</sup>. Com 25 segundos houve maior tempo para escultura (7 min. e 24 seg.), mas a definição de um tempo padrão não pode ser considerada somente sob este aspecto. Vale destacar que com o tempo de 30 segundos houve menor tempo médio para escultura (5 min. e 12 seg.),

## 2. Determinação da resistência à compressão em 15, 30 e 60 minutos.

A tabela II apresenta os resultados para as interações LIGAS X TEMPOS, das comparações individuais pelo teste de TUKEY-KRAMER, de resistência à compressão, medidos em MPa.

TABELA II - Interações das variáveis LIGAS X TEMPOS dos resultados obtidos pelo ensaio de resistência à compressão em 15, 30 e 60 minutos após a condensação.

LIGAS	TEMPOS DE TRITURAÇÃO	MÉDIAS
KERRTyn	25 segundos	131,93
KERRTyn	15 segundos	122,6
KERRTyn	20 segundos	118,53
Alpha-esferoidal	30 segundos	113,47
Alpha-esferoidal	20 segundos	111,27
KERRTyn	30 segundos	110,33
Alpha-esferoidal	25 segundos	109,73
Alpha-esferoidal	15 segundos	109,6
Alpha-impact	15 segundos	85,33
Vivalloy - 70	20 segundos	82,4
DFL Alloy	20 segundos	79,4
Alpha-impact	25 segundos	77,47
Vivalloy -70	25 segundos	75,33
Vivalloy -70	30 segundos	75,07
Vivalloy -70	15 segundos	73,67
Alpha-impact	30 segundos	72,8
DFL Alloy	15 segundos	70,2
Alpha-impact	20 segundos	69,33
DFL Alloy	25 segundos	67,53
DFL Alloy	30 segundos	64,93
Alpha-mistura	30 segundos	18,87
Alpha-mistura	20 segundos	16,67
Alpha-mistura	25 segundos	15,87
Alpha-mistura	15 segundos	11,67

OBS: As barras verticais indicam equivalência estatística.  
D.M.S. (diferença mínima significativa) = 10,9.

que poderá ser um intervalo de tempo crítico para alguns procedimentos clínicos e evidência de uma supertrituração. As interações ligas X tempos de trituração demonstraram o potencial de influência dos diferentes tempos de trituração sobre o tempo de escultura das ligas testadas.

Vale destacar que os valores médios da resistência à compressão encontrados para todas as ligas testadas demonstraram que não existe uma correspondência direta entre os resultados apresentados nos tempos de trituração.

Pelo exposto acima, surge a hipótese de que a resistência deveria ter valores ascendentes com o aumento do tempo de trituração. Os resultados obtidos por OVERBERGER<sup>12</sup> e GRUBER; SKINNER; GREENER<sup>6</sup> também confirmam esta hipótese. Contudo, os resultados encontrados neste trabalho demonstraram que a variação no tempo de trituração não exerceu efeito significativo na propriedade de resistência à compressão. Este fato é importante, visto que, num tempo de 15 minutos, o amálgama, para que não haja fratura de bordas no momento da remoção da matriz, deva ter uma resistência inicial suficiente oriunda de fatores complexos<sup>13</sup>.

Os contrastes individuais dos resultados obtidos pelo método de Tukey, nos ensaios de resistência à compressão, apresentaram equivalência estatística das médias em somente dois tipos de ligas. O comportamento das diversas ligas, independentemente dos tempos de trituração e períodos de teste demonstraram o melhor comportamento da liga KERRTyn e da Alpha-esferoidal, com médias acima do exigido pela A.D.A.<sup>4</sup>, já atingindo o limite mínimo em apenas 15 minutos. Os dados encontrados para Alpha-impact e Vivalloy-70 se equivalem, os demais tendem a diferenças significantes. A liga Alpha-mistura apresentou resultados muito distantes das outras ligas e do mínimo preconizado pela A.D.A.<sup>4</sup> não atingindo a resistência mínima em nenhuma das situações testadas. Isto demonstra, de um modo geral, que os fatores formato, tamanho e composição da partícula têm influência na variação das propriedades mecânicas do amálgama. É interessante ressaltar que a equivalência deveria se dar entre o DFL Alloy e o Alpha-impact, por serem duas ligas iguais na sua composição e formato de partículas. Se isto não aconteceu, provavelmente o fator de influência está relacionado com a distribuição do tamanho das partículas. Naturalmente, ligas com a média de tamanho de partículas menores, tendem a produzirem

amálguas com tempos menores de endurecimento e valores de resistência à compressão maiores. Por este fato, pode-se inferir que o Alpha-impact tem em média partículas menores que o DFL Alloy, em seu intervalo de distribuição.

Os contrastes individuais dos resultados obtidos pelo método de Tukey nos ensaios de resistência à compressão, em tempos diferentes de trituração, apresentaram equivalência nos três primeiros tempos (15, 20 e 25 segundos); o último (30 segundos) equivalente com o tempo de 15 segundos. Como 20 e 25 segundos refletem intervalos que na prática parecem bastante próximo quando analisados em relação às propriedades mecânicas, estes dois tempos podem ser considerados os intervalos de tempo mais adequados para as ligas testadas neste trabalho. Para um período de teste de 60 minutos, temos equivalência estatística entre todos os tempos, ultrapassando o limite mínimo exigido pela A.D.A.<sup>4</sup>; os resultados dos outros períodos, no entanto, demonstram que os tempos de 20 e 25 segundos apresentam melhores respostas, sugerindo que com 15 segundos há subtrituração e com 30 segundos, supertrituração. De acordo com DARVELL<sup>5</sup>, o termo "tempo ideal" seria aquele valor base mínimo, a partir do qual se estabeleceria o tempo de trituração necessário à obtenção do grau de plasticidade desejado pelo clínico. Partindo do menor para o maior valor dos limites, adquirem-se massas de amálguas de magnitudes diferentes de plasticidade. Usando-se este conceito, o tempo de  $22 \pm 2$  segundos seria o tempo indicado pelo fabricante ao profissional, para este, dentro deste intervalo, escolher o tempo ideal que lhe fornecerá a massa de amálgama mais seca ou úmida, de acordo com sua necessidade.

Comparando entre si os valores da resistência à compressão dos amálguas testados em relação aos diferentes períodos de teste, verificamos que as médias apresentadas são significantes estatisticamente em qualquer tempo analisado, com resistência crescente proporcional ao aumento dos períodos testados. Entre os períodos de 15 minutos e 60 minutos, a evolução da resistência é aproximadamente o dobro do valor.

Ressalta-se que todas as ligas testadas, num período de 15 minutos após a condensação, independentemente do tempo de trituração utilizado, obtiveram valores superiores ao exigido, com exceção da Alpha-mistura que obteve, para qualquer tempo de trituração, um

valor abaixo do limite, e somente com uma supertrituração (30 segundos) obteve valor próximo ao exigido.

Os resultados alinhados para 30 minutos se caracterizaram por manter as mesmas tendências, isto é, todos os valores ultrapassaram os limites exigidos exceção feita para Alpha-mistura.

O comportamento dos amálgamas depois de 1 hora após a condensação, de acordo com a A.D.A.<sup>4</sup> deve ter no mínimo 80 MPa de resistência à compressão. Os resultados observados nesse trabalho confirmaram também, de certa forma, que todas as ligas ultrapassam o valor exigido, excetuando a liga Alpha-mistura, que tem um valor bem abaixo. O fato da liga para amálgama Alpha-mistura apresentar valores abaixo da média exigida, se deve ao fato que a sua composição em formato de limalha não apresenta teor de cobre exigido.

## CONCLUSÕES

Observando os resultados dos dois testes realizados ("guilhotina" e resistência à compressão), verificam-se algumas características de cada liga, e conclui-se:

u O tempo de escultura avaliado pela técnica da "guilhotina" sofre influência dos tempos de trituração e dos tipos de ligas.

u Nas condições deste trabalho, a melhor relação tempo de escultura/resistência à compressão para cada liga avaliada foi:

u a liga KERRTyn demonstrou possuir alta resistência à compressão e tempo de escultura adequado. Este influenciado pelos tempos de trituração evidenciando com 15 segundos resistência de 122,6 MPa e melhor tempo de escultura (7 min. e 47 seg.);

u a Alpha-esferoidal demonstrou ser influenciada pelos tempos de trituração, logo, pode-se indicar 25 segundos como o melhor, pois há equivalência para resistência à compressão (109,73 MPa) e maior tempo de escultura (6 min. e 25 seg.) Segundo HORSTED-BINDSLEV; MJÖR; LEINFELDER<sup>7</sup>, a maioria dos amálgamas pode ser esculpido em 7 a 8 minutos após a trituração; esta liga está próxima deste limite;

u Vivalloy-70 demonstrou possuir 20 segundos como o tempo mais indicado para trituração, pois oferece a mais alta resistência à compressão em 1 hora (115,2 MPa) e 6 min. e 55 seg. para escultura;

u a liga Alpha-impact apresentou adequada resistência à compressão (nos períodos estudados a média foi de 76,23 MPa), mas o tempo para escultura foi curto (em média 4 min. e 12 seg.), para qualquer tempo de trituração. Este tempo de escultura poderá dificultar o seu uso restauração de cavidades extensas ou mesmo por profissionais mais lentos;

u DFL Alloy manifestou possuir a média da resistência à compressão de 70,52 MPa, mas tempo de escultura muito prolongado (média = 10 min. e 16 seg.). A melhor indicação é de 30 segundos, onde há boa resistência em 1 hora (105,4 MPa) e tempo de escultura próximo às demais ligas (7 min. e 08 seg.);

u a Alpha-mistura demonstrou possuir resistência à compressão abaixo da crítica (15,77 MPa) e tempo para escultura extremamente variável (4 min. e 17 seg. a 12 min. e 17 seg.), de acordo com os tempos de trituração.

Este trabalho analisa várias características de alguns tipos de ligas, mas não se deve ter a ilusão que a análise de uma propriedade isolada seja suficiente para confirmar a boa qualidade do produto. É necessário agrupar todas as propriedades e avalia-las em conjunto para se ter uma afirmação do bom desempenho do amálgama na clínica odontológica.

---

This study was designed to determine of the carving time and compressive strenght in 15, 30 and 60 minutes of six alloys high-copper dental amalgam. The amalgam alloy and mercury were proportioned according to manufacturers' directions and triturated in 15, 20, 25 and 30 seconds. Tritured was carried out by speed mechanical amalgamator. In this investigation, the physical properties of high-copper alloys were examined mainly on the American Dental Association Specification No. 1. For evaluation of carving time, a device named "Guillotine", modified by Kerr Manufacturing Company, has been employed. The results obtained have been statically analysed and we concluded the best relation between the carving time/compressive strenght of alloys tested was 15 seconds of trituration for the KERRTyn alloy; 20 seconds for Vivalloy-70; 25 seconds for Alpha-esferoidal and alpha-impact and 30 seconds for DFL Alloy. It wasn't possible to determine the time of trituration for the Alpha-mistura alloy because the carving time variation.

UNITERMS: Carving, dental amalgam; Strength, dental amalgam.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. *Guide to dental materials and devices*. 1974-1975. 7.ed. Chicago, 1974, p.19-35, 170-3.

- 2.AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Dental Materials and Devices. Specification n° 1 for alloy for dental amalgam. **J. Amer. dent. Ass.**, v.95, n.3, p.614-7, Sept. 1977.
- 3.AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Dental Materials and Devices. Corretions in Specification n° 1 for alloy for dental amalgam. **W0J. Amer. dent. Ass.**, v.95, n.6, p.1171, Dec. 1977.
- 4.AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. Addendum to Specification n° 1 for alloy for dental amalgam. **W0J. Amer. dent. Ass.**, v.100, n.2, p.246, Feb. 1980.
- 5.DARVELL, B.W. A performance criterion for amalgamators, capsules, pestles, and alloys. **W0Aust. dent. J.**, v.25, n.3, p.146-7, June 1980.
- 6.GRUBER, R.C.; SKINNER, E.W.; GREENER, E.H. Some physical properties of silver-tin amalgams. **W0J. dent. Res.**, v.46, n.3, p.497-502, May/June 1967.
7. HORSTED-BINDSLEV, P. et. al. Restaurações de amálgama. In: **Dentística operatória moderna**. São Paulo, Santos, 1990. Cap. 6, p. 135-74.
- 8.LEINFELDER, K. F. The amalgam restoration. **Dent. Clin. N. Amer.**, v.27, n.4, p.685-96, Oct. 1983.
- 9.MAHLER, D.B. Physical properties and manipulation of amalgam. **Dent. Clin. N. Amer.**, p.213-26, Mar. 1967.
- 10.NAKAI, H. et al Change in the compressive strength of low and high copper amalgams in relation to time. **Dent. Mat. J.**, v.3, n.1, p.20-35, Feb. 1984.
- 11.OHASHI, M.; WARE, A. L.; DOCKING, A. R. A comparison of methods for determining setting rate of amalgam. **Aust. dent. J.**, v.20, n.3, p.176-82, June 1975.
- 12.OVERBERGER, J.E.; POLVICH III, J.F.; SAUSEN, R.E. The effect of mechanical amalgamation on the strength of amalgam. **J. dent. Res.**, v.43, n.2, p.263-71, Mar./Apr. 1964.
- 13.PARULA, N. Cambios dimensionales de la amalgama. In: \_\_\_\_\_ **Clínica de operatória dental. Buenos Aires**, Organización Dental Argentina, 1967. Cap.16, p.351-82. **W0**