

## **4 Ligas para Restaurações de Amálgama**

### **Versão 1.0 de 2003**

*de Prof. Dr. Fernando Mandarino*

*com a colaboração de Alessandra N. S. Rastelli; Cristina Magnani;*

*Elaine C. Guerbach Conti; Emanuel Arraes Alencar;*

*Laura E. H. de Andrade; Liz Marie G. Sierpinski;*

*Luana C. Oliveira Araújo; Patrícia S. Jardim;*

*Ricardo P. de Faria; e Maria Salete C. Machado.*

### **4.1 Ligas para Amálgama**

O amálgama dental vem sendo utilizado há mais de cem anos na restauração de dentes posteriores. Neste período, este material sofreu algumas modificações, com melhorias nas suas propriedades físicas e mecânicas aumentando a durabilidade e êxito destas restaurações.

Nos últimos anos tem havido uma procura maior por parte dos pacientes, pelas restaurações estéticas, contudo, a confiabilidade, durabilidade e sucesso clínico comprovado, faz com que o amálgama ocupe ainda hoje um lugar de destaque dentro da odontologia restauradora.

Neste trabalho será apresentada uma classificação dos constituintes das ligas para amálgama, seqüência de proporcionamento e trituração da liga, utilização de aparelhos mecânicos e o acabamento e polimento das restaurações.

### **4.2 Conceito**

Amálgama é o termo com que se designa todo tipo de liga metálica em que um dos componentes é o mercúrio.

### **4.3 Breve histórico**

A composição básica do amálgama dental e as técnicas para a aplicação foram cientificamente definidas por Black em 1895, em seguida, Souder e Peters (1920), estabeleceram as normas que posteriormente foram adotadas pela ADA (1974, 1977).

As partículas das primeiras ligas eram grandes, grosseiras e de pouca reatividade. Em 1962, Demarco e Taylor, introduziram um novo formato de partículas, obtido por nebulização (atomização) da liga ainda no estado líquido, originando partículas esferoidais. Este formato de partículas oferece restaurações com maior resistência à compressão e tração, como também,

resistência marginal superior, em relação às ligas de limalha. No entanto, outros fatores além do formato e tamanho das partículas, são responsáveis pela obtenção de um amálgama dental com propriedades desejáveis. Entre estes fatores está a composição da liga.

Em 1963, Innes & Youdelis, introduziram uma nova e importante modificação no amálgama dental: a adição ao pó, em forma de limalha da liga convencional, de uma certa quantidade de partículas esferoidais de uma liga de prata e cobre. Diversas propriedades do amálgama foram melhoradas com esse procedimento. Por outro lado, a porcentagem de cobre nas ligas que, de acordo com a Norma da ADA (1974), não podia ser maior que 6%, passou a ser bem mais nessas ligas, chamadas de dispersão.

Em 1975, foi lançado a liga para amálgama, também em fase dispersa, Permite C, da SDI (Southern Dental Industries). Esta liga é diferente em sua composição por conter 0,5% de índio. As melhores propriedades apresentadas pelas ligas "enriquecidas com cobre" fizeram com que Asgar, pesquisando sobre estas, terminasse por elaborar, em 1974, uma liga de partícula única, de forma esferoidal enriquecida com cobre.

Estudos realizados por Nagem Filho, em 1994, introduziram um novo tipo de partícula, obtido pela sinterização da liga em formato esferoidal, originando partículas elipsóides, o aparecimento deste novo aspecto de partícula alterou as características do material, melhorando suas propriedades físicas, e clínicas. Esta nova liga é industrializada pela Alpha Metais com o nome comercial de Sinteralloy.

## **4.4 Componentes, Características e Funções**

### **4.4.1 Prata**

As ligas para amálgama contêm uma quantidade de prata maior do que dois terços em sua composição, assegurando uma cristalização em tempo adequado e promovendo uma boa resistência na massa. A prata aumenta a resistência mecânica e retarda a perda do brilho e oxidação do amálgama; aumenta sua expansão de presa e diminui o escoamento. O excesso de prata pode provocar expansão em demasia, porém, sua falta acompanhada de aumento da quantidade de estanho, provoca a contração do amálgama.

### **4.4.2 Estanho**

A quantidade de estanho é de aproximadamente 1/4 da liga. A sua presença tem a finalidade de facilitar a amálgamação da liga com o mercúrio na temperatura ambiente e auxiliar a redução do

expansão da prata dentro dos, limites práticos. O excesso, acima de 29%, produz contração e diminui a resistência e a dureza da liga, diminuindo a expansão; prolonga o tempo de endurecimento e aumenta também o escoamento.

#### **4.4.3 Cobre**

Substitui parcialmente a prata tornando a liga menos friável e facilitando, durante a fabricação, o corte, no momento da obtenção da limalha, aumenta a expansão, a dureza e a resistência mecânica do amálgama, diminuindo seu escoamento. Na liga convencional, a adição de cobre, além do limite permitido, diminui a resistência e aumenta o escoamento. Em alta porcentagem, aumenta a tendência de escurecimento e descoloração.

#### **4.4.4 Zinco**

Usado como um desoxidante; atua como agente de limpeza durante a fusão. Combina-se com o oxigênio e impurezas, diminuindo a possibilidade de formação de outros óxidos. Mesmo em pequena quantidade, na presença de umidade, o zinco provoca excessiva expansão do amálgama com baixo teor de cobre, mas não é fator relevante nos amálgamas enriquecidos com cobre. Quando comparados, o tradicional amálgama convencional de baixo conteúdo de cobre tem uma expansão seis vezes maior.

#### **4.4.5 Mercúrio**

Existem algumas ligas no mercado que são ligeiramente pré-amalgamadas. O mercúrio existente na liga induz uma amálgamação mais rápida, mantendo algumas características e qualidades de trabalho das ligas convencionais.

### **4.5 Tipos de ligas**

As ligas para amálgama podem ser classificadas como:

=> Ligas convencionais;

=> Ligas com alto conteúdo de cobre ou enriquecidas de cobre;

=> Ligas com adição de outros tipos de metal ou com alto teor de cobre e alto teor de prata.

### 4.5.1 Ligas Convencionais

São aquelas que obedecem a especificação nº1 da ADA - 1974 (Tabela I).

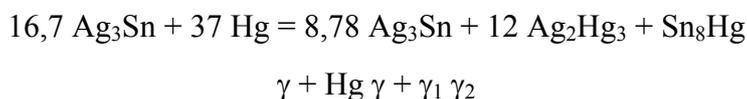
Tabela 1. Componentes das ligas de amálgama e respectiva proporção.

Componente	Proporção
Prata	mínimo de 65%
Estanho	máximo de 29%
Cobre	máximo de 6%
Zinco	máximo de 2%

#### 4.5.1.1 Metalografia do amálgama convencional (Reação das ligas convencionais com o mercúrio)

As ligas para amálgama são hoje caracterizadas pela presença na sua composição do composto  $Ag_3Sn$  (Sistema prata-estanho - fase  $\gamma$ ), juntamente com outros metais adicionados.

Na trituração, quando a liga está sendo misturada com o mercúrio, o composto  $Ag_3Sn$  (representando neste caso todos os constituintes da liga) absorve o mercúrio e com ele reage, produzindo duas fases de cristalização: gama 1 ( $\gamma_1$ ) e gama 2 ( $\gamma_2$ ).



Gama 1 -  $\gamma_1$  ( $Ag_2Hg_3$ ): representa o produto da reação entre a prata (Ag) e o mercúrio (Hg)

Gama 2 -  $\gamma_2$  ( $Sn_8Hg$ ): representa o produto da combinação entre o estanho (Sn) e o mercúrio (Hg).

Apesar de a fase gama 1 cristalizar-se primeiro, a velocidade de crescimento é mais rápida e a quantidade formada destas fases depende da quantidade de mercúrio na reação. As fases de cristalização gama 1 e gama 2 vão se desenvolvendo e sua formação só termina quando a quantidade de mercúrio torna-se insuficiente para que a reação possa se processar (Figura 1).

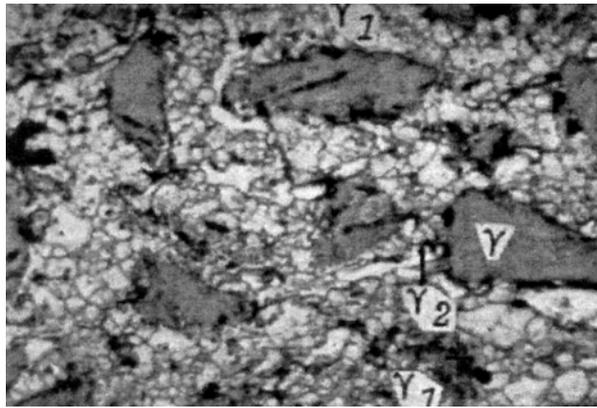


Figura 1. Fotomicrografia de uma liga convencional: fases Gama -  $\gamma$ , Gama 1 -  $\gamma_1$  e Gama 2 -  $\gamma_2$

As propriedades físicas de um amálgama cristalizado estão relacionadas com as porcentagens formadas das diferentes fases. A maior resistência é conseguida com uma maior quantidade da fase gama ( $\text{Ag}_3\text{Sn}$ ) sem reagir. O componente mais fraco mecanicamente é a fase  $\text{Sn}_8\text{Hg}$  (gama 2), que é também a fase menos resistente à corrosão (Phillips, 1991).

Acredita-se que aproximadamente 31% do volume do amálgama cristalizado seja a fase gama que não reagiu. Isto é especialmente importante durante os primeiros estágios da reação, onde a fase gama é efetivamente a única a contribuir para a resistência do amálgama. A fase gama ( $4.900\text{kg/cm}^2$ ) é aproximadamente 3 vezes mais resistente que a gama 1 ( $1.750\text{kg/cm}^2$ ) e 7 vezes mais resistente que a gama 2 ( $700\text{kg/cm}$ ). Amálgamas de liga convencionais com 50% de mercúrio, conforme demonstram Otani & Jörgensen em 1967, apresentam aproximadamente 11,4% em volume, de fase Gama 2.

#### 4.5.1.2 Formato de partículas

As ligas convencionais para amálgama dental podem ter dois formatos de partículas:  
=> limalha (Figura 2);  
=> esferoidal.



Figura 2. Fotomicrografia das partículas de limalha.

A apresentação no comércio se faz na forma de:

=> pó (embalado em vidros ou cápsulas);

=> comprimidos (cápsulas).

#### 4.5.1.2.1 Partícula em forma de limalha

A partir da fusão simultânea dos metais puros, são obtidos os lingotes que, após homogeneização, são usinados (limados) e pulverizados com a finalidade de se conseguir partículas de tamanho apropriado com propriedades adequadas para uma boa trituração e condensação.

=> **Obtenção do lingote:** Os componentes da liga são colocados em um forno especial onde são fundidos, com precauções especiais, para manter um meio não oxidante. A liga assim obtida é transformada em lingotes.

=> **Homogeneização:** Por causa do rápido resfriamento do lingote, haverá uma distribuição desequilibrada das fases da liga. A composição das partículas localizadas na superfície do lingote é diferente das situadas na parte interna. Para conseguir uma composição uniforme das partículas, é necessário realizar um tratamento térmico, colocando o lingote em um forno por várias horas (geralmente 24 horas) à temperatura de 400°C a 425°C. Ao final do ciclo de aquecimento, esfria-se o lingote à temperatura ambiente.

=> **Pulverização:** Depois de realizada a homogeneização, o lingote é reduzido a finas partículas com a ajuda de um torno. Para reduzir ainda mais o tamanho das partículas, estas são colocadas em um moinho de bolas. As partículas são limpas com ácido, lavadas e secadas adquirindo, assim, uniformidade de tamanho. O pó pode ser transformado em comprimidos.

=> **Envelhecimento:** Uma vez reduzido o lingote à limalha, microtensões induzidas nas partículas durante o corte e pulverização devem ser libertadas mediante um processo conhecido como envelhecimento. Isto é feito pela permanência das partículas a uma temperatura moderada de 100°C durante algumas horas, sendo que este tempo difere grandemente de um fabricante a outro. A liga convencional "envelhecida" será estável na sua capacidade de reação e nas suas propriedades, embora fique armazenada por um tempo indefinido. Tem a desvantagem de formar uma camada de óxido sobre as partículas, a qual diminui sua capacidade de reação com o mercúrio, aumentando assim a fase gama 2. Esta oxidação deve-se ao fato de as partículas, especialmente do estanho, reagirem com o oxigênio.

##### 4.5.1.2.1.1 Tamanho das partículas

As partículas das primeiras ligas eram grandes, grosseiras e de pouca reatividade. A média dos tamanhos das partículas existentes no pó de ligas modernas varia de 15µm a 35 µm. A liga tipo

limalha é classificada segundo o tamanho médio de suas partículas em:

=> corte regular (média 45  $\mu\text{m}$ )

=> corte fino (média 35  $\mu\text{m}$ )

=> corte microfino (média 26  $\mu\text{m}$ )

As partículas finas ou microfinas são preferidas por apresentarem melhores características de manipulação, por produzirem restaurações com superfícies mais lisas e amálgamas com endurecimento e resistência obtidos em menor tempo, diminuindo a ocorrência de fraturas e corrosão.

As ligas que possuem micropartículas (menores de 3 $\mu\text{m}$ ), também denominadas "poeira", apresentam uma propriedade inversa. A sua área de superfície por unidade de volume do pó é muito grande e, por isso, exige uma maior quantidade de mercúrio para a formação do amálgama.

#### 4.5.1.2.2 Partícula em forma esferoidal

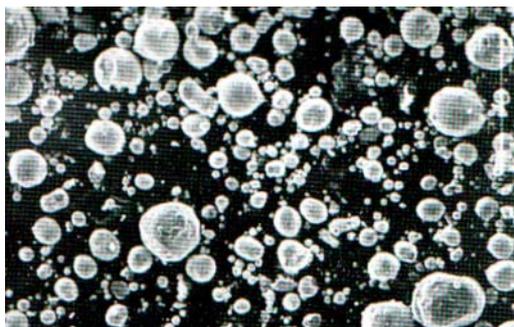


Figura 3. Fotomicrografia das partículas esferoidais.

A liga fundida é atomizada em uma atmosfera de gás inerte e, ao se solidificar, produz pequenas partículas de formato esférico ou esferoidal (Figura 3). As partículas são separadas de acordo com seus diâmetros e posteriormente misturadas de tal modo a obter-se uma média com características ideais de manipulação. As partículas esferoidais, como também as ovais, são obtidas por nebulização e, no resfriamento, a periferia da partícula vai ter um teor muito maior de prata e cobre, enquanto a composição no centro vai ter uma porcentagem mais elevada de estanho. A distribuição dos elementos é heterogênea e suas propriedades são diferentes das partículas em formato de limalha obtidas de um lingote onde os metais (Ag, Cu, Sn) se encontram distribuídos de modo homogêneo, em todos os níveis da área do lingote.

Nas ligas do tipo limalha, a interação com o mercúrio depende da criação de uma superfície que seja livre de uma película de óxido que está presente nas partículas logo após a usinagem. Uma superfície limpa é obtida pela abrasão dessas partículas durante a amálgamação. Entretanto, o íntimo contato entre as partículas impede a remoção total desta película e o contato da liga com o

mercúrio. Isto parece não acontecer com as partículas esféricas, as quais permitem completa remoção de película oxidada da superfície (deslizamento das esferas), mesmo que não ocorra a fratura das partículas durante a trituração.

#### 4.5.1.2.3 Propriedades das ligas convencionais (limalha e esferoidal)

Existe uma diferença significativa entre as propriedades mecânicas e o comportamento clínico dos amálgamas convencionais com partículas em formato de limalha ou em formato esferoidal (Figura 4).

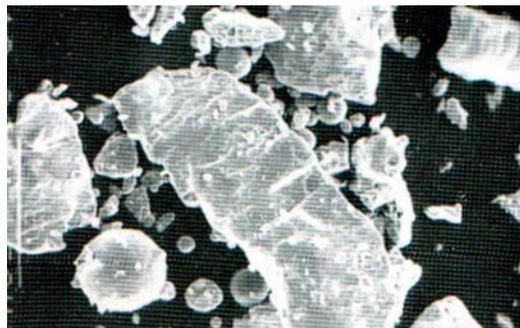


Fig.4. Fotomicrografia de partículas limalha + esferoidal

A resistência à compressão após 24 horas é semelhante àquela de um amálgama obtido de partículas em forma de limalha, porém, na primeira hora, o de partículas esféricas é aproximadamente 25% mais resistente. Também a resistência à tração é 30% a 40% mais alta.

As partículas esféricas como também as ovais, são obtidas por nebulização e, no resfriamento, a periferia da partícula vai ter um teor muito maior de prata e cobre, enquanto a composição no centro vai ter uma porcentagem mais elevada de estanho. A distribuição dos elementos é heterogênea e suas propriedades são diferentes das partículas em formato de limalha obtidas de um lingote onde os metais (Ag, Cu, Sn) se encontram distribuídos de modo homogêneo, em todos os níveis da área do lingote.

Como as esféricas têm maior área de superfície e formato regular, sem arestas, elas serão mais facilmente solubilizadas pelo mercúrio, havendo maior velocidade de difusão, induzindo, assim, a uma reação química mais rápida. Em consequência, a cristalização é mais veloz, a resistência é maior na sua primeira hora e a fase gama 2 é menor.

O formato esferoidal favorece também o proporcionamento menor de mercúrio e menor tempo de trituração. Sua forma arredonda promove uma superfície mais lisa, fazendo a restauração ter mais brilho.

Durante a condensação, a limalha necessita maior pressão para fraturar as partículas e estas acomodarem-se melhor, enquanto as esféricas possuem acomodação natural e pressão de compactação é menor. Para aumentar ou diminuir a pressão de condensação, basta alterar a área do condensador.

## 4.5.2 Ligas Enriquecidas de Cobre

A composição química consiste, além do mercúrio, de prata e estanho, cobre, zinco, ouro ou índio, porém em quantidades menores do que as de prata e estanho.

Existe uma importante diferença nesta nova composição das ligas para amálgama. O cobre que, quando fundido em conjunto com os outros componentes, na fórmula convencional não deve ultrapassar 6%, é agora adicionado à liga sob a forma de uma liga eutética de cobre e prata, podendo ser incorporado em proporções que variam desde 6% até uma igual ao máximo permitido para o estanho que é de 29%. As ligas enriquecidas com cobre podem ser, quanto à sua composição: => com alto conteúdo de cobre (> 12%) e alto conteúdo de prata (>60%). As ligas com alto conteúdo de cobre e alto conteúdo de prata apresentam-se com partículas no formato esferoidal ou mistura de limalha com esferoidal ou ovóide com esferoidal:

=> => ↑Cu ↑Ag - fase única - esferoidal;

=> => ↑Cu ↑Ag - mistura ou dispersa - limalha + esferoidal;

=> => ↑Cu ↑Ag - ovóide + esferoidal.

=> com alto conteúdo de cobre (> 18%) e baixo conteúdo de prata (≈45%). As ligas com alto conteúdo de cobre e baixo conteúdo de prata apresentam-se com partículas no formato único de limalha ou esferoidal ou mistura de ambas.

=> => ↑Cu ↓Ag - mistura ou dispersa: limalha + esferoidal;

=> => ↑Cu ↓Ag - fase única: esferoidal;

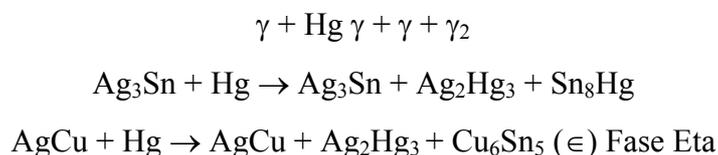
=> => ↑Cu ↓Ag - limalha.

## 4.5.3 Ligas com Alto Teor de Cobre e Alto Teor de Prata

### 4.5.3.1 Dispersa ( limalha + esferoidal)

Em 1963, Innes & Youdelis propuseram uma técnica de confecção de liga para amálgama. Nessa técnica, uma liga eutética de prata e cobre, na forma de partículas esferoidais, é misturada com uma liga convencional para amálgama em forma de limalha na proporção de 72% de liga convencional e 28% de liga eutética. A finalidade dessa mistura era reforçar o amálgama pela dispersão dessas partículas mais resistentes de eutético, na massa do material. Posteriormente, análises metalográficas desse amálgama chamado de dispersão revelaram que, nos primeiros dias após manipulação e condesação do amálgama ocorre o seguinte fenômeno químico: os átomos de cobre das moléculas de liga eutética de cobre e prata passam a atrair quimicamente os átomos de estanho da fase gama 2, em função de uma grande afinidade química existente. Essa atração

provoca a ruptura das moléculas da fase gama 2, dando-se a combinação do cobre com o estanho e formando uma nova fase, a fase eta ( $\epsilon$ ):  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ . Os átomos de mercúrio liberados das moléculas da fase gama 2 reagem imediatamente com os átomos de prata liberados pelo estanho e formam fase gama 1 que, como se sabe, é mais nobre.



Esse conhecido fenômeno de difusão dos átomos de cobre e estanho no sólido, nos amálgamas chamados de fase dispersa, enfrentaria, porém, uma dificuldade representada pelo distanciamento maior entre os átomos de cobre e os de estanho, decorrente da sua localização em partículas diferentes.

#### 4.5.3.2 Fase única (partículas esferoidais)

As ligas enriquecidas com cobre e denominadas "fase única" ou "de partícula única", nas quais a prata, o cobre e o estanho são fundidos juntos e a liga correspondente transformada num tipo único de partículas esferoidais (Figura 5), apresentariam a grande vantagem de possuírem uma concentração grande de prata e cobre nas camadas superficiais das partículas. O estanho, por possuir ponto de solidificação em temperatura bem mais baixa que os outros dois metais, solidifica-se por último, quando do resfriamento das partículas, durante a fabricação da liga, e se localizaria predominantemente na parte mais central das esferas. Por esta razão, o fenômeno de extinção da fase gama 2, nos amálgamas confeccionados com essas ligas, se realiza de forma diferente da que se dá nos amálgamas elaborados com as chamadas ligas de fase dispersa. O mercúrio, ao entrar em contato com as partículas da liga, penetraria em suas camadas superficiais, combinar-se-ia predominantemente com a prata, pois, nessa região, como foi dito acima, a concentração de estanho é bem menor.

A quantidade de fase gama 2 que se forma seria, portanto, menor. Ao combinar-se com a prata e com o estanho, o mercúrio deixaria na estrutura da partícula, praticamente, uma rede cristalina muito rica em cobre. Assim sendo, imediatamente após a formação da fase gama 2, já se criaria o ambiente ideal para a sua extinção, pois os íons estanho da fase gama 2 iriam se combinar com os íons cobre, para formar a fase  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  e, conseqüentemente, haveria liberação dos íons

mercúrio que, por encontrarem grande quantidade de íons prata nas proximidades, iriam combinar-se predominantemente com esses, para formar a fase gama 1. Qualquer pequena quantidade da fase gama 2, que se formasse com o mercúrio liberado e que encontrasse íons estanho ainda não combinados, teria imediatamente o mesmo destino, pois o ambiente estrutural circundante seria sempre rico em íons cobre, ávidos por íons estanho.

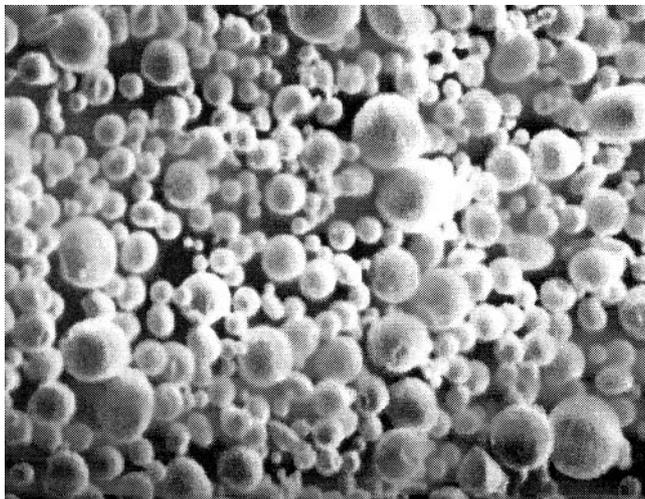
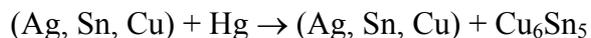


Figura 5. Fotomicrografia de partículas esferoidais

Para a liga enriquecida com cobre designada fase única, partículas da reação  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  podem ser identificadas e a equação da reação sugerida é a seguinte:



- Ligas com alto teor de cobre e baixo teor de prata -

#### 4.5.3.3 Fase única (partículas tipo limalha)

A prata, o cobre e o estanho, quando fundidos juntos e solidificados em formato de cilindro, podem formar fases intermetálicas de prata-estanho representando a verdadeira liga para amálgama e a cobre-estanho numa formação estrutural  $\text{Cu}_3\text{Sn}$ , denominada fase *épsilon* ( $\epsilon$ ). Os átomos de cobre têm mais afinidade pelos átomos de estanho do que os átomos de prata. Na massa líquida enriquecida com cobre, pode este elemento reagir primeiramente com o estanho, diminuindo a quantidade necessária e adequada para a reação com a prata. Nessa conjunção, a liga seria formada em sua maior parte de fase *épsilon* ( $\text{Cu}_3\text{Sn}$ ) do que a fase gama, a mais importante. Isto afeta o desenvolvimento da reação química, tornando-se difícil obter um padrão de qualidade dessas ligas.

#### 4.5.3.4 Mistura de partículas (limalha + esferoidal)

A dificuldade para elaborar uma partícula em formato de limalha, com alto conteúdo de

cobre e baixo conteúdo de prata, livre da fase épsilon, levou os fabricantes a formularem uma nova liga com a mistura dessas partículas com as esferoidais de mesma composição. Desta maneira, as deficiências das limalhas seriam supridas pelas propriedades das partículas esferoidais e vice-versa.

#### 4.5.3.5 Mistura de partículas (oval + esferoidal)

As partículas ovais têm formato irregular, com as arestas arredondadas; sua aparência se aproxima da forma de um ovo. Por terem semelhança às partículas esferoidais, elas reagem com menor quantidade de mercúrio, formando um composto com alia resistência mecânica. Sendo, ainda, estas partículas irregulares, como as limalhas, têm uma plasticidade mais adequada durante a condensação, o que permite, com a pressão necessária, uma boa adaptação à forma da cavidade e uma correta reconstrução do contato interdental (Figura 6).

Na obtenção de partículas ovais, os metais são fundidos numa determinada ordem de tal forma que se tem uma liga de alto conteúdo de prata (70%) e baixo conteúdo de cobre (6%) denominada convencional e liga de alto conteúdo de prata e cobre, no sistema eutético.

A liga fundida, agora na forma líquida, escoo por um tubo vertical que tem, como saída, um orifício de pequeno diâmetro. Perpendicularmente à extremidade inferior desse tubo, estão colocadas quatro cânulas, pelas quais o gás nitrogênio a  $-20^{\circ}\text{C}$  é expelido na direção do fluxo. Esse, processo promove a nebulização da liga e as pequenas partículas formadas são lançadas dentro de um silo de grande diâmetro, de forma tal que as mesmas se solidifiquem antes de se chocarem com as paredes, e são recolhidas num reservatório abaixo do silo.

Essas partículas isoladas não formam nenhum tipo de liga. Elas constituem, junto com as esferoidais, uma mistura para a formação de uma liga com partículas diferentes e de mesma composição.

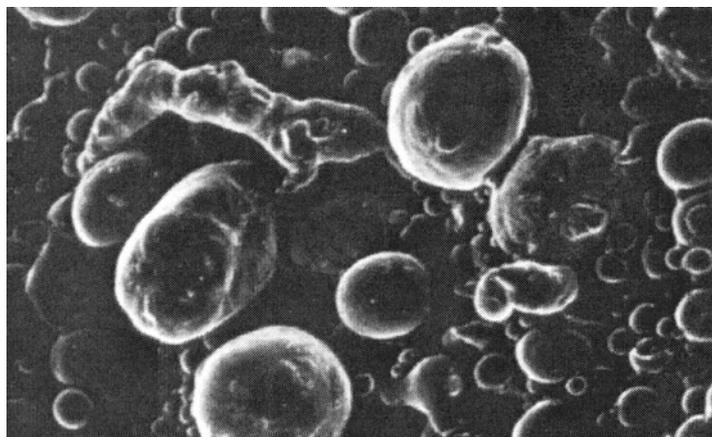


Figura 6. Fotomicrografia de partículas oval + esferoidal.

#### 4.5.4 Proporção liga/mercúrio

A proporção liga/mercúrio é um dos fatores importantes na preparação do amálgama e influencia, grandemente, a quantidade de mercúrio residual.

A proporção dos dois elementos varia conforme o tipo de liga e deve ser estabelecida preferencialmente por peso e não por volume.

Uma maneira de conseguir um peso exato da liga é utilizando-se comprimidos pré-fabricados.

Atualmente existe no mercado, mercúrio e liga acondicionados em cápsulas que contêm as proporções adequadas desses dois materiais. Esse tipo de embalagem, elimina a necessidade de dispensadores e fornece um sistema conveniente e rápido de proporcionar o material.

O tamanho das partículas também influencia nesta proporção, onde o mais importante é o tamanho da partícula em termos da sua área de superfície. Assim, para um dado peso de liga, a maior área de superfície total das partículas implica maior número delas com menor tamanho. É evidente que a área de superfície aumentada favorece uma difusão mais rápida de mercúrio nas partículas da liga durante a trituração, resultando em uma grande contração inicial do amálgama. Em resumo, em duas ligas com o mesmo peso, a que possui partículas menores, tem maior volume.

As partículas esferoidais necessitam de menor quantidade de mercúrio para a sua preparação, por se justaporem melhor às outras, deixando menores espaços vazios.

#### 4.5.5 Referências Bibliográficas

4.5.5.1 NAGEM FILHO, H. et al, Materiais Restauradores: amálgama dental, Bauru,SP, 1997.

4.5.5.2 BUSATO, A. L. S., Dentística: Restauração em dentes posteriores, Artes médicas, 1996

4.5.5.3 PHILLIPS, R. W., Skinner materiais dentários, 9ª ed., Guanabara Koogan, 1993.

Edição	Atualizado
WebMasters do Laboratório de Pesquisa em Endodontia da FORP-USP Eduardo Luiz Barbin Júlio César Emboava Spanó Jesus Djalma Pécora	22/08/2003