

Amálgama.

Leonardo E. Rodrigues Filho

Atualmente, apesar do aumento pela demanda de restaurações estéticas, o amálgama ainda tem bastante uso em restaurações de dentes posteriores, claramente nos molares. Atribui-se o fato a fatores como facilidade de uso, bom desempenho clínico, do que também decorre sua longevidade, notadamente maior que de outras restaurações diretas, e, excelente relação custo benefício.

Por definição, amálgama é uma liga onde um dos componentes é o Hg. No caso da odontologia, são conhecidas como amálgama de prata.

Historicamente, a utilização de amálgama como material restaurador data do século dezanove. Naquela época os resultados obtidos eram absolutamente erráticos, já que o embasamento científico era incipiente. Para melhor contextualização, os dentistas obtinham a liga para amálgama por limagem de moedas de prata, o que evidentemente, não tinha qualquer padronização. Dessa forma, os dentistas que utilizavam do material podiam ser banidos da profissão. Somente no início do século vinte é que trabalhos de pesquisadores como G.V. Black, começaram a dar parâmetros para a utilização do material. Em decorrência, a primeira normatização para ligas de amálgama pela ADA ditava que tais ligas deveriam ser compostas por no mínimo 65% de Ag, no máximo 6% de Cu e 2% de Zn e 28% de Sn. Ligas com composição dentro dessa faixa são conhecidas como ligas convencionais, ou de composição convencional.

A obtenção, ou o processo industrial de obtenção, começava pela fusão dos componentes nas proporções citadas. A liga

fundida era vertida em moldes refratários onde solidificavam. Por conta das condições de solidificação, fora de equilíbrio, os lingotes obtidos apresentavam a estrutura segregada, pelo que não podiam ser usinados, já que a composição variava conforme a região o lingote. Assim, era necessário, antes da usinagem, que fosse feito um tratamento térmico homogeneizador da liga. Esse tratamento consiste em aquecer o lingote até uma temperatura próxima e abaixo da linha de sólidos (do diagrama de constituição) por um período suficientemente longo para permitir a difusão atômica no estado sólido, até que a composição seja homogênea em qualquer parte, normalmente por aproximadamente 24 horas. Somente após o recozimento é que o lingote era usinado para a obtenção da limalha. A usinagem, como aquela feita em torno, retira as aparas do lingote por ação de corte o que é um trabalho mecânico a frio. Por esse motivo, o pó usinado obtido deve passar por um novo tratamento térmico, diferente do anterior, agora para libertar as tensões induzidas pelo corte. Esse tratamento é feito em temperaturas bem mais baixas, por volta de 100° C e por um período bem menor. O objetivo principal é diminuir a reatividade da liga, o que ajuda na padronização do tempo de trabalho. Pelo fato da libertação de tensões ser também tempo dependente, esse tratamento é também conhecido como tratamento envelhecedor.

A princípio, vale ressaltar, o elemento Zn entrava na composição da liga como resíduo do método de fabricação. Isso porque a função primordial do Zn era a de atuar como protetor da liga durante a fusão, por formar óxidos muito mais facilmente que os outros elementos. Dessa forma, após a obtenção do lingote, os óxidos de zinco, como qualquer óxido metálico, por ter temperatura de fusão alta se concentrava principalmente na superfície, da qual pode ser retirado mecanicamente. No entanto, obviamente sempre restava alguma fração no interior do material.

Hoje, com o avanço da tecnologia, é possível obter fundições protegidas de contaminantes, essencialmente pelo controle do ambiente. Dessa forma, encontramos disponíveis no mercado ligas que contém Zn e ligas isentas desse elemento. Este pode ser também um critério de classificação, principalmente porque o Zn pode ter um papel preponderante no desempenho clínico da restauração. Sabe-se, por exemplo, por estudos clínicos bem conduzidos, que as ligas que contém Zn tendem, ou melhor, têm maior longevidade, o que pode estar ligado a fatores importantes de manipulação, como a plasticidade. Por outro lado, o Zn pode contribuir para o fracasso precoce da restauração, por acarretar em uma expansão exagerada da massa cristalizada. Essa expansão, conhecida como expansão tardia, pode causar a expansão da restauração, dor e até mesmo fratura dental. Essa expansão só acontece quando a massa de amálgama é contaminada por água durante a fase em que é colocada na cavidade preparada. A água englobada na massa reage com o Zn formando óxido de zinco e gás hidrogênio. A exemplo do que acontece com uma massa de bolo, o amálgama também expande porque escoar sob a pressão do gás internamente acumulado.

As ligas obtidas por usinagem de lingotes podem ser classificadas também pelo tamanho médio das partículas obtidas em de corte grosso, corte fino e micro corte. As primeiras têm uma faixa de distribuição de tamanho que varia de 40 até 150 μ m. Tal granulometria determina maior consumo de Hg, pela pouca compactação do pó e, evidentemente uma superfície de restauração pouco lisa, o que pode influir na velocidade de corrosão.

As de corte fino apresentam características muito melhoradas, a distribuição do tamanho variando da ordem de 15 a 35 μ m determina uma compactação casual muito maior, o que permite utilizar menos Hg na mistura e superfície de restaurações mais lisas. As partículas de corte "micro" têm pouca variação entorno

da média, o que também leva, assim como ocorre com aqueles de corte grosso, a uma compactação casual menor, além do aumento de área de superfície.

A reação de cristalização do amálgama deve ser compreendida a partir das principais fases presentes na liga.

As ligas de composição convencional, basicamente têm o composto intermetálico Ag_3/Sn , derivado de uma reação peritética durante o resfriamento (fase Y)

Quando misturado com o Hg, este elemento dissolve parcialmente as partículas de Ag/Sn levando à formação de uma fase Ag_2Hg_3 (Y_1) e da fase $Sn_{7,8}Hg$ (Y_2). As denominações Y_1 e Y_2 são em função da origem Y. Assim, este tipo de amálgama cristalizado é composto pelo remanescente de fase Y, não reagida, englobada por uma matriz das fases Y_1 e Y_2 . Aproximadamente, a partir de uma mistura em proporção 1:1 liga/mercúrio, o amálgama cristalizado contém cerca de vinte e cinco por cento (25%) de remanescente Y (Ag_3/Sn), 65% de ($Ag_2 Hg_3$) e 10%, um pouco menos, de Y_2 ($Sn_{78}Hg$).

Na década de 1960, houve um grande avanço na obtenção de ligas para amálgama. Em 1963, Ynnes e Ioudellis propuseram a utilização de uma liga composta em 2/3 por uma limalha de composição convencional e 1/3 pelo eutético Ag/Cu (72% Ag e 28%Cu, inicialmente em forma de limalha, depois em micro-esferas).

Essas ligas apresentavam características mecânicas muito melhores, especialmente em relação ao CREEP, que mede a fluência, ou por outro lado capacidade de resistir à deformação plástica sob cargas inferiores ao seu L.P. As restaurações obtidas dessas ligas apresentaram também uma integridade marginal muito melhor, diferenciando-as das convencionais que, sempre, apresentam alto

grau de valamento. A melhoria das propriedades foi, posteriormente, relacionada à eliminação da fase Y_2 ($Sn_{7,8}Hg$) no amálgama cristalizado. Vale lembrar que a fase que contém Sn e Hg, no ambiente bucal está próxima à sua temperatura equicoesiva e, portanto, é de se esperar que tenha piores propriedades mecânicas.

A reação de cristalização pode ser descrita como sendo Y (Ag_3/Sn) + E (eutético Ag Cu) + Hg Y + Y_1 (Ag_3Hg_2) + Y_2 ($Sn_{7,8}Hg$) + E Y_2 + E Y_1 + η ($Cu_6 Sn_5$) que é um bronze. Dessa forma, após alguns dias toda a fase Y_2 pode ser eliminada. É interessante notar que, para uma proporção liga/Hg de 1/1, é preciso pelo menos 12% de cobre disponível para eliminação da fase Y_2 .

Essas ligas, que têm aproximadamente 4% de Cu nos 2/3 de limalha convencional e 28% no 1/3 do eutético, no total têm 13% de cobre. Por isso, quanto ao conteúdo de cobre podem ser classificadas como de alto teor. (A especificação número 8 da ADA foi mudada e preconiza que o maior componente deve ser a Ag).

A forma com que o componente eutético está na liga, em micro esferas, foi possível por avanço nas técnicas de fundição. Pelo fato desta liga ser apresentada com duas formas de partículas, irregulares e esferas, pode ser classificada também como mistura.

A possibilidade de obtenção de liga na forma de esferas e o bom desempenho da liga com eutético, também conhecida como de fase dispersa, levou a proposição de um sistema que tivesse a mesma composição geral dessa, só que agora igual para todas as partículas, apresentadas somente na forma de microesferas, não mais mistura. Baseado num modelamento por computador, Taylor verificou que o maior empacotamento casual era obtido com esferas de tamanhos variados. Dessa forma, esse sistema apresenta vantagem de consumir menos Hg, o que leva a um maior remanescente de liga original após a cristalização, o que melhora as propriedades mecânicas, já que as fases que contêm Hg são menos

resistentes. Além disso, a massa obtida da mistura dessa liga com o Hg tem uma plasticidade maior, já que, por si só, o sistema de microesferas tem o atrito muito reduzido.

O teor de aproximadamente 13% de cobre dessa liga não está mais como na anterior distribuído entre a limalha convencional e o eutético, está principalmente numa nova fase denominada ϵ (épsilon) Cu_3Sn . Assim, a reação de cristalização pode ser descrita como se segue: $Y \rightarrow \epsilon + \text{Hg}$ $Y + \epsilon + Y_1 + \eta$, praticamente eliminando a formação inicial da fase Y_2 ($\text{Sn}_{7,8} \text{Hg}$), identificada como a menos resistente. Além disso, apesar de entrar apenas 13% de cobre na formulação, como nas ligas de fase dispersa, pelo modo de obtenção (fundição) na forma de microesferas, o resfriamento é muito rápido, o que, sabidamente, assim como intervalos de fusão maiores, é responsável por maior segregação. Nessa liga é possível observar que em camadas mais externas estão mais concentrados os elementos de maior temperatura de fusão. Observando-se a partir de um corte transversal, é possível detectar que o Cu, por exemplo, chega a um máximo de 18% na periferia (que é a porção que efetivamente entra na reação de cristalização) e um mínimo 4% no interior da microesfera.

É possível observar também para a Ag e o Sn os gradientes, sendo que no caso deste último é decrescente no sentido da periferia, ou porção mais externa, e crescente para o interior, ou central da esfera. O primeiro produto comercializado desse sistema era chamado de Tytin e, até hoje é padrão de ótimo desemprego clínico.

Em face da estrutura metalúrgica encontrada nas fundições em forma de microesferas, Asgar propôs uma nova formulação, com apresentação em forma de microesferas, mas composta por uma quantidade de Ag muito menor, algo em torno de 45%, e de Cu muito maior, por volta de 30%.

Quanto à composição, portanto, essa liga, originalmente comercializada como Sybralloy, pode ser classificada como de baixo teor de Ag, o que a difere das anteriormente vistas. Essas ligas, diferentemente das outras com alto teor de Cu (13%) tendem a um delustre que aquelas não apresentam.

Com a mesma composição geral de baixa prata existem, atualmente, ligas apresentadas em forma de limalha e também mistura, mas com partículas da mesma composição. As ligas de baixo teor de Ag, especificamente aquelas em forma de limalha, têm apresentado um desempenho clínico menos favorável.

Exceção digna de nota são as ligas de baixo teor de prata, tanto mistura quanto em microesferas, com um aditivo, como o paládio, que entra na composição como algo em torno de 0,5%, mas permite classificar essas ligas como especiais e, sabidamente têm um excelente desempenho clínico.

Cabe agora tecer algumas considerações sobre a questão do valamento marginal, típico das ligas de composição convencional.

Por muito tempo, correlacionou-se a presença de valamento com o alto *creep* das ligas. Dizia-se que a deformação ocasionada pela solicitação mecânica continuada fazia a restauração escoar sobre as margens do preparo cavitário. Por ser o amálgama um material de propriedades mecânicas relativamente baixas e friável este "*flash*" era quebrado e então a margem valada. É possível, de fato, correlacionar o valamento com o *creep*, mas somente com aqueles muito altos, acima de 1%. Vale lembrar, que ligas de composição convencional na forma de microesferas, apresentam um *creep* baixo, mas quanto ao valamento um desempenho ruim. Uma teoria que ajuda a explicar o fenômeno é a de que, nas margens, interface dente/restauração, há um processo de corrosão que, apesar de contribuir com uma das maiores virtudes do amálgama, que é o autovedamento marginal, nas ligas que contém a fase Y_2 , que se

corroi preferencialmente, há liberação de Hg que forma mais fase Y_1 , que expande elevando o amálgama na margem e, dessa forma, desencadeando o mecanismo de fratura.

Todavia, seria de se esperar que as margens gengivais se apresentassem pelo menos extruídas, o que nem sempre ocorre ou está associada também a outros fatores como projeto inadequado de preparo cavitário.

Um outro tópico importante, quando se fala sobre o material amálgama está ligado à toxicidade do mercúrio. Esse elemento é encontrado na forma mineral como a cinabarita (HgS). Na crosta terrestre, participa com 0,5 ppm e no mar 0,03 ppb.

São conhecidos desde há muito os efeitos do envenenamento ou intoxicação pelo mercúrio. Casos de intoxicação crônica eram comuns em mineradores e apresentam sintomas que variam em função do grau de intoxicação. Entre eles estão a irritabilidade, perda de memória, insônia e outros que são associados também a diversos outros fatores predisponentes, como os que estamos submetidos na vida moderna. Esse fato pode, de alguma forma, levantar bandeiras alarmistas ou exageradas.

Um ser humano adulto tem aproximadamente 13 mg do elemento no organismo. A maior parte (70%) localiza-se nos tecidos adiposos e musculares. Da ingestão diária, por volta de 70% apenas é excretado. Por isso é considerado um tóxico cumulativo. O suor, urina, unhas e cabelos são vias de eliminação.

O percentual eliminado depende também da forma de contaminação. O mercúrio orgânico é a forma mais danosa, a que mais difunde pelos tecidos humanos, inclusive o nervoso. Isso ficou bastante conhecido quando, na baía de Minamata, no Japão, o mercúrio metálico lançado no mar como resíduo industrial, entrou na

cadeia alimentar. Algas da região transformavam o Hg metálico em orgânico e, dessa forma, como constituinte do organismo dos peixes.

Quanto às restaurações de amálgama sabe-se que as mais recentemente instaladas liberam por volta $1,2\mu\text{g}/\text{m}^2$ de vapor de Hg e, apesar da inalação de vapor ser um meio importante de absorção, já que oxidado no alvéolo rapidamente entra no sistema circulatório, não há comprovação de que para os pacientes portadores haja malefícios. Estudos mostram o nível Hg na urina, indicativos de contaminação recente, não é alterado nestes pacientes.

O perigo maior se relaciona, quanto à toxicidade do Hg, ao pessoal que trabalha no ambiente de consultório. O "NIOS and Health" dos Estados Unidos estabelece um limite diário de $0,05\text{ mg}/\text{m}^3$ de Hg no ar do ambiente de trabalho para um regime de 8 horas por dia. Assim, de forma a manter saudável o ambiente, recomenda-se que o consultório tenha uma boa ventilação, piso frio sem frestas, que sejam utilizados equipamentos ou recursos como cápsulas pré dosadas, que evita exposição e acidentes com Hg. Ao remover restauração antiga deve-se utilizar refrigeração abundante, para evitar o super-aquecimento e liberação de vapor. O uso de condensadores ultrasônicos também é contra-indicado, pelo motivo anteriormente apontado. A esterilização deve ser controlada rigorosamente, pois instrumental contaminado pode liberar vapor de Hg durante o aquecimento. Além disso, resíduos de amálgama não devem ser descartados no lixo, e sim recolhidos e acondicionados em frascos próprios, hermeticamente vedados e, posteriormente, podendo ser enviados para reciclagem.