

INFLUÊNCIA DA PORCENTAGEM DE COBRE NAS LIGAS FUNDIDAS DE PRATA PARA FABRICAÇÃO DE JÓIAS

M.A. M., Nunes

Aluno de graduação do curso de Fabricação Mecânica – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN
E-mail: marcioformula@yahoo.com.br

F.A., Vieira

Dr. Eng. Centro de Tecnologia do Gas - CTGÁS
Av. Capitão-mor Gouveia, 1480-Lagoa Nova- Natal-RN
E-mail: fantonio@ctgas.com.br

N. S. M., Oliveira

DAREN – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN
E-mail: narla@cefetrn.br

C.L. Mendes da Silva

DATIN – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN
E-mail: clmsilva@cefetrn.br

RESUMO

A produção artesanal de jóias de prata é um trabalho árduo, pois é necessário que o profissional, tenha o mínimo de conhecimento básico do processo de fundição, de homogeneização e cálculo de porcentagem dos elementos para formarem as ligas. Estes processos, quando utilizado inadequadamente tem conseqüências negativas no produto final. Dentre elas, tem-se a presença das manchas escuras e de porosidade (no interior e na superfície) das jóias. No entanto, ainda não se fez estudos comparativos entre ligas de prata para demonstrar qual delas apresenta um melhor desempenho no tocante a estes entraves. Por isso, neste trabalho fundiram-se três ligas de prata-cobre (900, 925, 950) com a finalidade de avaliar comparativamente esses defeitos. Inicialmente fez-se análise EDX para verificar a composição química de cada liga. Foi também realizado análise de microscopia de varredura eletrônica (MEV), com intuito de observar a dispersão do cobre na matriz de prata. Procurando resultados mais práticos e condições que fossem favoráveis à oxidação, os corpos de prova foram submetidos à imersão em soluções de ácido clorídrico e igualmente realizado com ácido sulfúrico. Além disso, fez-se o ensaio de dureza verificando a resistência do material ao dia a dia. Os resultados indicaram que a liga de prata 950 é a mais resistente aos entraves operacionais e usuais das jóias. Além disso as análises indicaram que o cobre é um dos grandes responsáveis pelo efeito da oxidação dessas ligas.

PALAVRAS-CHAVE: Joalheria; Fundição; Ligas de Prata 950, 925 e 900.

1- INTRODUÇÃO

A prata é um mineral metálico encontrado na natureza na forma nativa, ou associada com outros minerais como: argentita (AgS). Apresenta uma dureza 2,5 a 3 na escala de mons, densidade de $10,5\text{g/cm}^3$, brilho metálico e cor que varia do cinza prata ao branco, apresenta uma fina camada negra quando exposta ao ar, ozônio ou gás sulfídrico (Dana, 1974). Já O cobre é um mineral encontrado na natureza na forma nativa ou mais comumente associada á sulfetos como a calcopirita (CuFeS_2) e a Óxidos como a bornita (Cu_2O), ele tem uma dureza de 2,5 a 3 na escala de mons, e brilho metálico, sua cor varia entre castanho ao laranja. (Dana, 1994).

O homem, desde seus primórdios usa objetos para o seu adorno pessoal, o que caracteriza a joalheria como uma das artes mais antigas do homem. Entre as ligas utilizadas para confecção desses objetos encontram-se as ligas de Prata e Cobre. Essas jóias podem ser fabricadas em escala industrial ou artesanal. A fabricação em escala industrial tem como vantagem principal seu baixo custo por peça, entretanto não existe exclusividade das mesmas. Aquele público exclusivista prefere a produção artesanal.

O processo de fabricação artesanal de jóias, da-se inicialmente pela escolha da liga a ser usada. Depois se realiza o calculo dos elementos que iram compor a liga, feito isso, o material é fundido com um maçarico de gás CLP e um cadinho cerâmico devidamente vitrificado com bórax, após a fundição com os elementos fundidos, é despejado o material em lingoteira para a sua conformação.

Durante esse processo pode ocorrer a falta de homogeneização da liga e aparecer manchas escuras nos lingotes ou nas jóias de prata. Pode também, aparecer oxidação nas liga prata x cobre devido ao contato com soluções que contenham enxofre e ácido clorídrico. Essas soluções estão presentes em produtos de limpeza, de beleza e no caso do enxofre, nos gases dos veículos a combustão.

Outro problema que pode ocorrer durante a confecção dessas ligas, é o aparecimento de porosidade nos lingotes, isso em virtude do contato com o ar atmosférico e com a chama do maçarico, existindo a absorção de gás formando poros internos. Esses poros são responsáveis por trincas quando se vai laminar o lingote, prejudicando na formação do produto final.

As características das ligas de prata mais usadas na joalheria são: Prata 950, contém 5% de liga de cobre. Apresenta alto brilho e ótimo grau de dureza. Prata 925, Contém 7,5% de liga de cobre; Prata 900, esta liga depois de fundida, é usada para banhar objetos de latão, de cobre, de ferro e de estanho, entre outros metais.

A prata pura ou prata fina possui o teor de pureza igual a 100 % e não se usa na fabricação de jóias, a não ser em casos especiais como filigrana. Peças confeccionadas com prata 1000 ficam com um grau de dureza muito baixo e se arranham ou se machucam facilmente.

No entanto, não foram encontrados artigos sobre o comportamento dessas ligas, e à necessidade desse domínio, para que futuros usuários se sintam seguros ao escolher sua jóia. Desta forma, neste trabalho se pretende apresentar uma primeira fase de um projeto maior que visa explorar a potencialidade comparativamente das três ligas de Prata-Cobre, usuais na fabricação de jóias (900, 925, 950), em um dos quesitos importante para a sua durabilidade, que é a oxidação.

2- MATERIAIS E MÉTODOS

No Diagrama binário prata-cobre definiu-se as temperaturas de fusão das ligas deste trabalho. Pois a idéia inicial era fundir as ligas em um forno com temperatura controlada. Entretanto isso não foi possível, porque se preferiu fabricar os corpos de prova como são elaborados normalmente pelos fabricantes artesanais.

Escolheram-se como material para análise as três ligas mais usuais para fabricação de jóias de prata, ou seja, prata 950, prata 925 e a prata 900. Calcularam-se os percentuais de prata e cobre para cada uma delas e estão apresentados na Tabela 01. Em seguida foram fundidas em um cadinho, vitrificado com BORAX, utilizando um maçarico de gás GLP, à temperatura de $\pm 1100^\circ\text{C}$. Antes do vazamento as ligas foram homogeneizadas manualmente. Os equipamentos utilizados no processo de fundição são ilustrados na Figura 01.

TABELA 01 - Tipos das Ligas de prata utilizadas.

LIGA	Amostra	Variações dos elemento químico contida na Liga	
		Prata (Ag) %	Cobre (Cu) %
PRATA 950	1	95,0	5,0
PRATA 925	2	92,5	7,5
PRATA 900	3	90,0	10,0

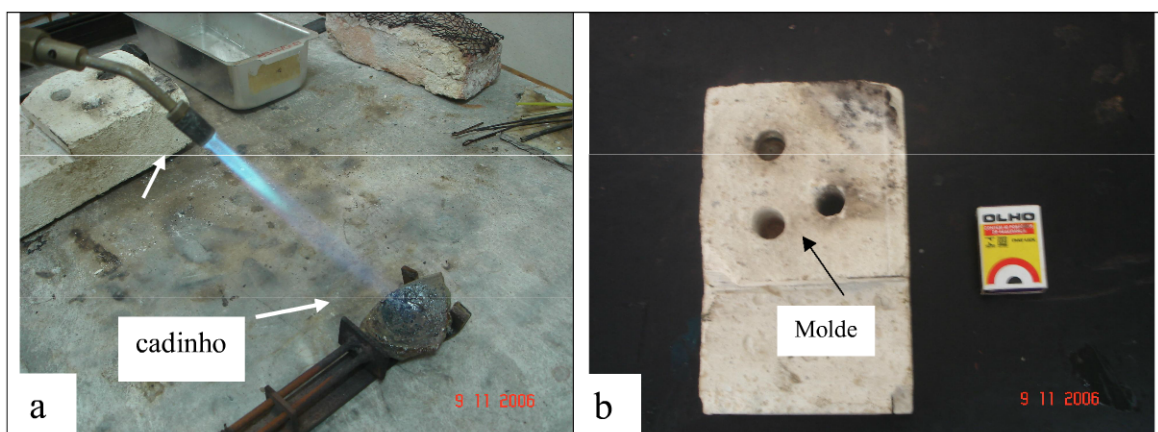


Figura 01 – Ferramentas utilizadas para o processo de Fundição da liga

As liga no estado liquido foram vazadas em um molde, ilustrada na Fig.01-b, com dimensões rigorosamente iguais a 15 mm de diâmetro e 25 mm de profundidade, esses foram confeccionado de material refratário especialmente para a obtenção dos corpos de prova (CP), que foram utilizados para análises. Todos os corpos de prova tiveram sua massa igual a 16g, ilustrado na Figura 02. Nesta Figura é mostrada uma caixa de fósforos para comparação do tamanho do Corpo Prova.



Figura 02 – Aspecto do corpo de prova.

Inicialmente foram extraídos os lingotes dos moldes cerâmicos. Em seguida tiveram suas superfícies paralelas limadas e lixadas com lixas de granulometria: 220, 400, 600 e 1000, e após isso foi polidas com alumina em disco de feltro. Em seguida as superfícies serviram, para realizar a análise de composição química (E.D.X), neste caso,

para conferir a composição química das ligas. Depois os corpos de prova foram submetidos à análise de Microscopia de Varredura Eletrônica (MEV) com a finalidade de verificar a dispersão do cobre na matriz..

No Durometro rockwell durotwin-963-102R foram avaliados as durezas de cada liga em questão. Realizaram-se os ensaios com um penetrador esférico de 1,588mm e carga de 60Kgf, tendo sua unidade HCF. Este teve como objetivo conferir a dureza das ligas. Na qual se pode definir, qual das ligas é mais dúctil, característica invejável a uma jóia.

E por ultimo, foi feito os testes de imersão do corpo de prova em soluções de acido clorídrico e de ácido sulfúrico, ambas diluídas em 1%, 5% e 10% com tempo de repouso em cada solução de 1 hora. Este teste verifica da oxidação dos corpos de prova, para saber qual é a liga mais sucessível ao ataque da solução.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 02. estão apresentados os resultados obtidos de análise química (EDX). Observou-se que as ligas de prata-cobre apresentavam outros elementos químicos como: ferro, silício, cromo, zinco, alumínio. Isso pode estar relacionado a fatores como: o cadinho esta contaminado pelos elementos citados, já que o cadinho era novo, e não era de cerâmica refrataria avançada, ou seja, ela contém oxido de ferro, isso explicaria o aparecimento do ferro. O Silício com certeza foi absorvido do cadinho. Acredita-se também que os elementos comprados para fabricação dessas ligas poderiam não ser puros. O cobre deveria ter como elementos residuais Cromo, Zinco e o Alumínio. Entretanto isso também deve ocorrer em jóias de fabricação artesanal.

TABELA 02 - Composição química das ligas fundidas.

LIGAS	Variações dos elementos químico contida na Liga em %						
	Prata (Ag)	Cobre (Cu)	Alumínio (Al)	Cromo (Cr)	Zinco (Zn)	Ferro (Fe)	Silício (Si)
PRATA 950	94,400	3,457	1,290	0,303	0,271	0,173	0,105
PRATA 925	91,371	5,808	1,651	0,468	0,266	0,249	0,188
PRATA 900	87,817	10,346	1,192	0,247	0,166	0,145	0,085

Na análise de Microscopia de varredura eletrônica (MEV) pode observar a dispersão do cobre na superfície da prata, O soluto é a cobre e o solvente é prata. Esse resultado é de grande importância, pois conferi a boa homogeneização da liga durante sua fabricação. Os resultados podem ser observados na Figura 03.



Figura 03 – Resultado da análise de Microscopia de varredura eletrônica (MEV) aumento 700 x.

Um dos grandes problemas encontrados nas ligas de prata é a oxidação, neste trabalho foi verificado o resultado qualitativo da susceptibilidade da liga a oxidação. Os resultados mostraram que a liga de prata 950 foi a menos susceptível a esse entrave independente da concentração do ácido clorídrico e do tempo de imersão, enquanto que a liga de prata 900 apresentou maior susceptibilidade a oxidação.

Já na imersão do corpo de prova na solução de ácido sulfúrico os resultados conferiram com os da imersão no ácido clorídrico. Entretanto a diferença encontrada foi no tempo de ataque, ou seja, vestígios de escurecimento da oxidação nas ligas se deram de forma muito mais rápida do que na outra solução ácida. Isso explica o fato das ligas de prata 900 ser pouco usadas hoje em dia na joalheria moderna e tendo sua substituição por jóias de ouro branco, que são mais caras e sendo privilégio de poucos.

Outro ensaio que foi efetuado e se obteve um resultado satisfatório, foi o de dureza rockwell, onde se observou que a amostra com maior teor de cobre (liga 900), foi a que apresentou uma maior dureza e conseqüentemente a amostra com um menor teor de cobre foi a que apresentou uma menor dureza (Liga 950). Os resultados de dureza rockwell, foram.

- Liga de prata 950, teve o seu valor em 29,5 HCF.
- Liga de prata 925, teve o seu valor em 69,5 HCF
- Liga de prata 900, teve o seu valor em 84 HCF

4- CONCLUSÕES

De posse de todos os resultados, conseguiu-se concluir que:

- O grande responsável pela oxidação da liga “prata-cobre” é o cobre, componente usado na liga para melhorar a característica física de dureza, e que tem uma maior influencia nas ligas que apresentam uma porcentagem maior de cobre, como no caso das ligas estudadas, a liga de prata 900, foi a que esteve com uma maior presença dessa oxidação.
- No resultado da análise de microscopia de varredura eletrônica (MEV), pode se observar como se comporta a dispersão do cobre na superfície da prata, o que nos leva a um entendimento do porque a liga de prata 900 é a que esta mais suscetível ao problema da oxidação, já que o cobre está mais “espalhado” na superfície da prata.
- No resultado do ensaio de dureza, a liga que se apresentou com maior dureza foi à liga de prata 900, já que é a liga que apresenta um maior percentual de cobre, elemento usado na liga para fazer com que se tenha uma maior dureza.

5- AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, pois sem ele, nada existiria. Os autores agradecem, a CTgás e a DAREM pelas condições laboratoriais disponibilizadas. Agradecemos também a todos os responsáveis diretos e indiretos para todo o prosseguimento e conclusão do trabalho ocorresse de forma clara e objetiva.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Callister, W.D., Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução, 2000.
2. Enciclopédia Globo, Minerais e pedras preciosas, editora globo 2000.
3. Dana, J.D., Manual de Mineralogia, 7ª edição 1994.
4. Site, <http://www.quatrocantos.com/prata/joias> , 23/09/2006.