

## I — CONCEITOS FUNDAMENTAIS

### a) METAIS E LIGAS

O termo «metal» aplica-se em metalurgia industrial a material metálico obtido por processo economicamente viável e (nê-se sentido) formado de um único elemento. Já o termo «liga» define a união de dois ou mais elementos, sendo pelo menos um deles metal, uma vez que a massa aparentemente homogênea resultante tenha características metálicas.

Pela definição anterior vê-se que a existência de impurezas em um metal não autoriza a sua classificação como liga.

Na grande maioria dos casos, havendo exceções que o uso consagrou, a liga é definida por um metal base, aquêle que participa em maior porcentagem. Essa deve ser a norma a ser seguida, prática e fácil de guardar. Assim, uma liga de alumínio com 5% de silício é uma liga alumínio-silício, uma liga com 70% de Cu e 30% de Zn (latão) é uma liga Cu-Zn, etc. Anàlogamente para as ligas terciárias e quaternárias.

### b) TEXTURA DOS METAIS OU LIGAS

Textura é a forma particular do arranjo dos cristais de um metal ou liga. A textura é observada ao microscópio ou a olho nu, através de uma superfície polida e atacada quimicamente.

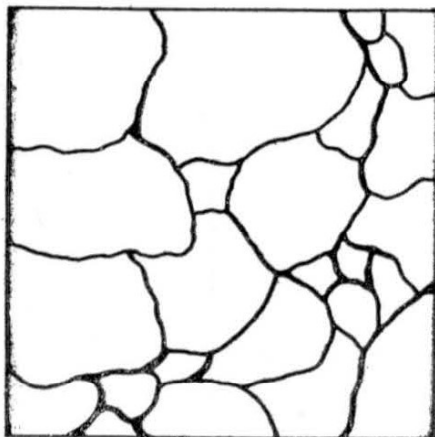


Fig. 1 - Aspecto típico da textura de um metal ou liga monofásica.

Num metal ou liga monofásica policristalina a textura apresenta-se sob forma de um agregado cristalino homogêneo (fig. 1), constituído dos grãos individuais que são os cristais alotrópicos formados por elementos do metal ou liga, cada grão tendo a mesma composição que o agregado em seu todo.

No caso da liga monofásica é o facto de os elementos constituintes formarem uma solução sólida que faz com que se apresentem à observação como se fôsem um metal único.

Entretanto, isso nem sempre se dá e aparecem então as texturas heterogêneas, compostas de duas ou mais fases sólidas, cujos diferentes tipos de arranjos são aquêles constantes da fig. 2.

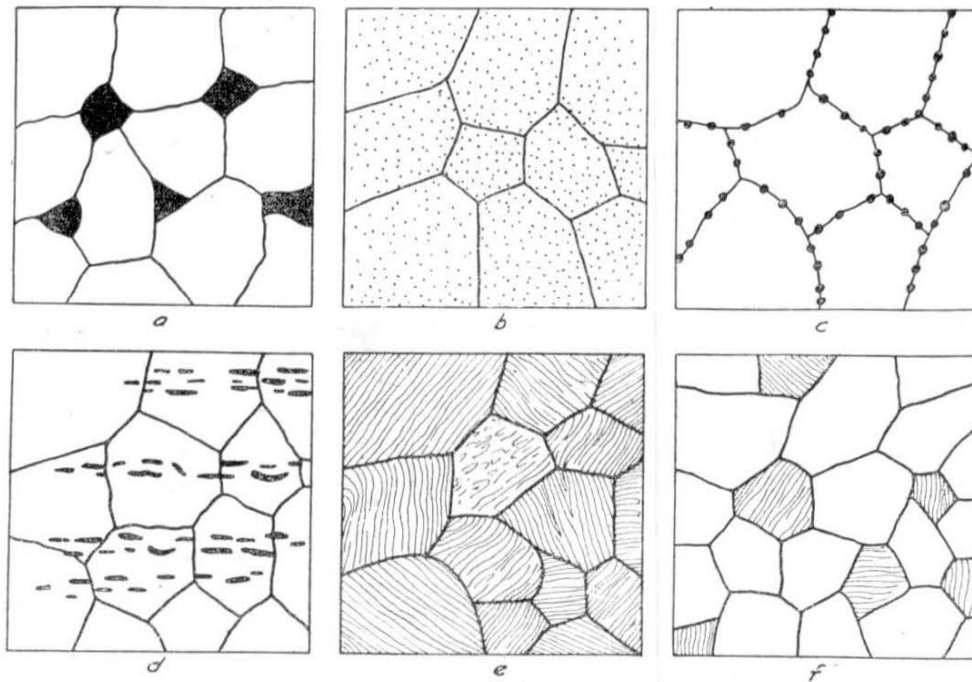


Fig. 2 — Texturas representativas de metais contendo duas fases: a) heterogêneo básico; b) segunda fase embebida em matriz da primeira; c) segunda fase nos contornos dos grãos da primeira; d) segunda fase em cordões; e) mistura fina de ambas as fases em colônias (eutético, eutectoide); f) grãos de uma fase e colônias de ambas as fases. (Sachs (1), ob. cit., pg. 17).

As observações acima e as texturas delas decorrentes se aplicam tanto a ligas binárias como às terciárias, quaternárias, etc., e os aspectos típicos descritos na fig. 2 são comuns nas micrografias obtidas na prática diária dos laboratórios metalográficos.

### c) DUCTILIDADE E RESISTÊNCIA À DEFORMAÇÃO

No estudo da conformação dos metais duas propriedades são fundamentais: a ductilidade e a resistência à deformação: a primeira é indicativa da capacidade do metal sofrer deformação plástica ou permanente sem se romper e fixa, para cada metal ou liga, a maior ou menor facilidade com que ele pode ser deformado ou trabalhado. A segunda exprime o esforço com que o metal pode ser deformado. Da combinação dessas duas propriedades resulta a escolha do equipamento adequado para esse metal ser trabalhado.

Essas propriedades, como se verá adiante, variam, para um dado metal ou liga, de acordo com as condições em que se processa o trabalho de conformação.

d) CONFORMAÇÃO OU TRABALHO A FRIO OU A QUENTE

Comercialmente ou popularmente, o conceito de trabalho a frio está ligado ao conceito de trabalho à temperatura ambiente. Esse conceito, embora seja verdadeiro na maioria dos metais é, no entanto, tècnicamente errado. O termo aplica-se ao trabalho, ou conformação, realizados a temperaturas em que o metal ou liga endureça progressivamente com o aumento da intensidade de deformação e retenha essa dureza quando cessa êsse trabalho. Em outras palavras: o trabalho a frio produz encruamento.

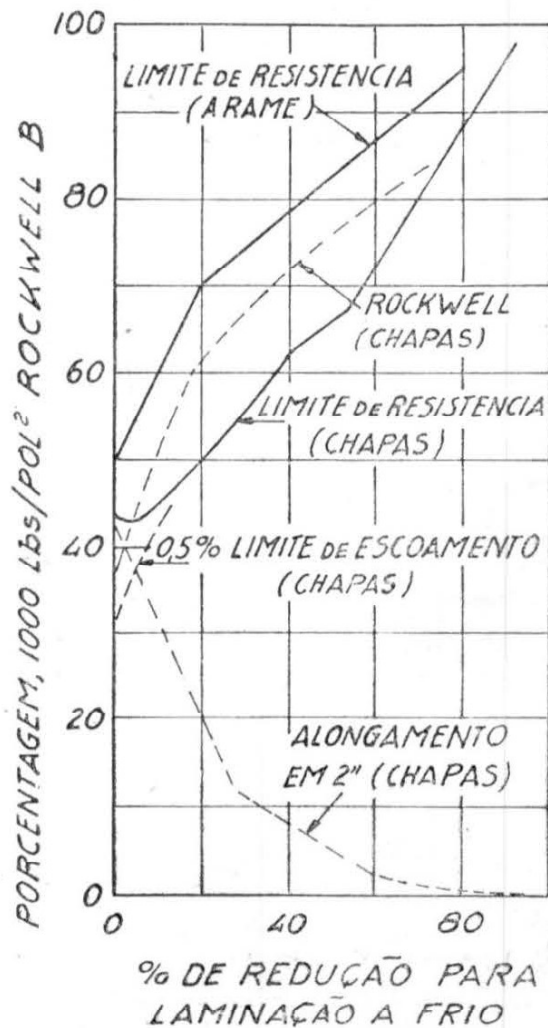


Fig. 3 - Efeito do trabalho a frio nas propriedades do aço doce. (Metals Handbook, ASM, pg. 437).

A figura 3 ilustra êsse conceito.

Das considerações anteriores conclue-se o conceito de trabalho a quente. É o trabalho realizado a temperaturas nas quais, para o metal ou liga em questão, qualquer que seja a intensidade dêsse trabalho, o metal não endurece ou o faz de modo muito limitado, não retendo a dureza cessada a deformação.

Êsses dois últimos conceitos fundamentais podem ser definidos do modo mais preciso cientificamente da seguinte maneira: todo o metal ou liga, conforme a temperatura e a intensidade das deformações a que foi sujeito, sofre o fenômeno chamado de recristalização e que consiste na formação de novos cristais não deformados. A formação dêsses cristais é acompanhada de alívio das tensões e não aumento de dureza.

A temperatura de recristalização é aquela em que se inicia a recristalização do metal ou liga e é uma função, para um dado metal

ou liga, da intensidade de trabalho sofrido previamente pelo material e do tempo. Dentro dêsse conceito o trabalho a frio é o trabalho realizado abaixo da temperatura de recristalização e trabalho a quente o realizado acima daquela temperatura.

Embora estas últimas definições sejam mais precisas, as definições iniciais não são menos verdadeiras e igualmente devem ser aceitas.

### e) PROPRIEDADES DIRECIONAIS

O metal trabalhado tem sua estrutura orientada pelo processo de deformação. O metal se orienta em «fibras» no sentido da deformação e a maioria das propriedades difere quando medidas paralelas ou normalmente à direção da deformação. A resistência à tração e o escoamento não apresentam grande variação, o mesmo não acontecendo com as propriedades ducteis. A resiliência varia apreciavelmente ao passo que a resistência à fadiga não apresenta diferença. As propriedades que variam numa mesma peça quando medidas num ou noutro sentido, em relação às fibras resultantes da direção de deformação, são denominadas direcionais.

### f) MATRIÇAGEM (FORJAMENTO EM MATRIZ)

O forjamento em matriz ou matriçagem consiste na conformação do metal ou liga, a quente, entre matrizes, habitualmente por impactos sucessivos ou então por compressão contínua. Não sendo aconselhável o forjamento de peças complicadas numa operação única, o material inicial, ou geratriz, geralmente um laminado de seção quadrada, redonda ou retangular, é submetido a várias operações que mudam sua forma progressivamente até que se obtenha a forma final. Essas formas são entalhadas na matriz, podendo ser incluídas tôdas numa matriz única, em duas ou mais.

A figura 4 mostra uma matriz de garfo de junta universal, com a série de operações a partir da geratriz. A matriz de rebarbar não é mostrada no caso.

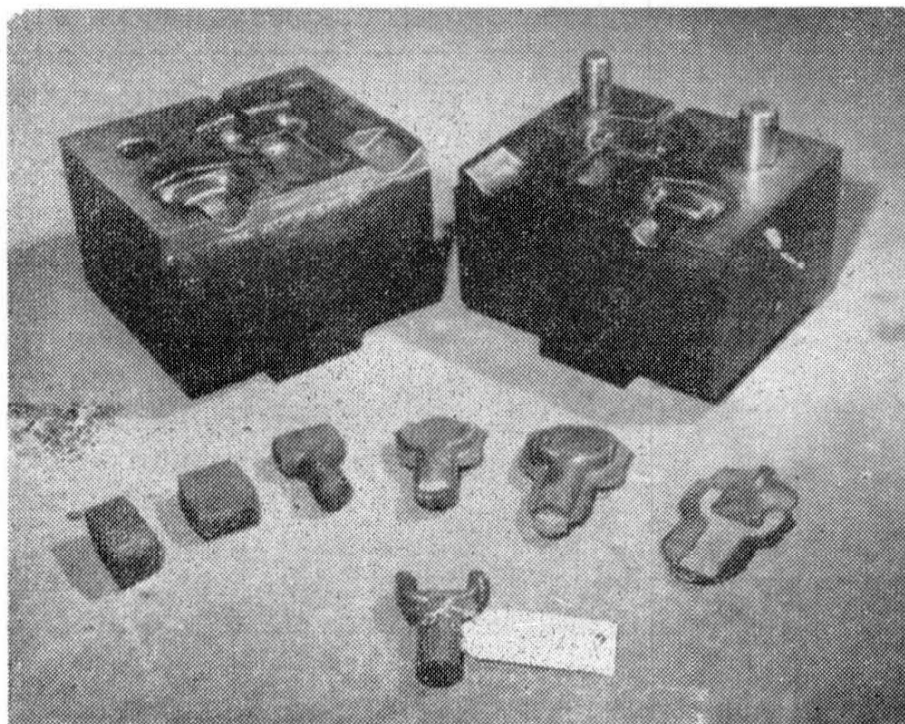


Fig. 4 — Matriz e seqüência de operações de um garfo de junta universal. (Gentileza da COBRASMA).