

## TRANSFORMAÇÕES MARTENSÍTICAS EM LATÃO ASTM 377

José Rubens de Camargo  
Olivério Moreira de M. Silva  
Carlos de Moura Neto  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
CEP 12228/904 - São José dos Campos - SP

### RESUMO

*O objetivo deste trabalho é evidenciar as microestruturas formadas a partir do latão ASTM 377 normalizado, com resfriamento ao ar e em água. As microestruturas foram avaliadas por microscopias óptica, eletrônica de varredura e também por dureza Brinell.*

*Observou-se que a transformação microestrutural, após o resfriamento ao ar e em água, ocasiona uma diminuição na dureza e no grau de trabalhabilidade das mesmas.*

*Latão - Martensita - Microestruturas*

### ABSTRACT

*The objective of this work is to evidence the microstructure formed initially from normalized ASTM 377 brass with cooling in air and water. The microstructures were evaluated by optical microscopy, scanning electron microscopy and Brinell hardness.*

*It was observed that the microstructure transformation after cooling in air and water, causes the reduction in both hardness and workability degree.*

*Brass - Martensite - Microstructures*

### INTRODUÇÃO

Uma das características de algumas ligas metálicas para construção mecânica é a possibilidade de se combinar resistência mecânica e tenacidade. A microestrutura, que classicamente permite tais combinações, é a constituída de martensita revenida.<sup>(1)</sup> Para se obter a martensita revenida, que é uma microestrutura metaestável, o material deve sofrer tratamentos térmicos, conhecido como têmpera e revenimento. Na têmpera, o material deve ser resfriado a uma velocidade relativamente rápida, para se evitar outros tipos de transformações. A martensita então obtida é relativamente dura e provoca uma certa

fragilidade no material,<sup>(2)</sup> sendo necessário o revenimento, logo após a têmpera; o revenimento consiste no aquecimento, a temperaturas inferiores à da zona crítica.

A dureza da martensita é atribuída à distorção do reticulado, causado pela supersaturação dos átomos na estrutura.<sup>(2)</sup>

Como nos aços, podem-se obter martensitas em ligas não-ferrosas. Para as ligas de Cu-Zn, o crescimento das plaquetas de martensita é restrito às fronteiras dos grãos da fase matriz.<sup>(3)</sup>

As transformações martensíticas em ligas de Cu-Zn têm sido estudadas durante o aquecimento e o resfriamento, bem como a influência de outros elementos.<sup>(4)</sup> Podem-se também obter martensitas em ligas de cobre através de deformação do material.<sup>(5)</sup>

### MATERIAIS E MÉTODOS DE ANÁLISE

Foi utilizada liga de Cu-Zn ASTM 377 em formato de barras. Foram confeccionadas amostras, tendo sido aquecidas em um forno à temperatura de  $780 \pm 5$  °C e, em seguida, resfriadas ao ar e em água.

Todos os corpos-de-prova, após o resfriamento, foram submetidos a ensaio de dureza Brinell, sendo utilizada carga de 62,5 kg e esfera de 2,5 mm. A medição da dureza Brinell foi efetuada utilizando-se um durômetro da marca REGIMED.

Para observação através de microscópio óptico e de microscópio eletrônico de varredura (MEV), as amostras foram preparadas metalograficamente, de acordo com a norma ASTM E3<sup>(6)</sup>, e atacadas com o reativo de hidróxido de amônia, visando a determinação da microestrutura do material, para cada processo de resfriamento. A avaliação da microestrutura, foi efetuada utilizando-se um microscópio óptico da marca OLYMPUS, modelo BHM e um microscópio eletrônico de varredura da marca ZEISS, modelo DSM/950.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### ENSAIOS DE DUREZA

Foram realizados ensaios de dureza Brinell nos corpos-de-prova, antes e após os tratamentos térmicos,

[tabela(1)]. Observa-se uma diminuição da dureza nos corpos-de-prova submetidos a tratamentos térmicos de têmpera.

Tabela 1: Ensaio de dureza Brinell

Amostras	Dureza
Material recebido	129,8 ±2,92
Resfriamento ao ar	100,0 ±2,12
Resfriamento em água	93,6 ±2,70

### MICROSCOPIA ÓPTICA

As microestruturas obtidas por microscopia óptica estão representadas pelas figuras 1, 2 e 3. A microestrutura do material normalizado é constituída de grãos alfa, poligonais. Os corpos-de-prova temperados apresentam uma microestrutura, característica da transformação martensítica, sendo que os corpos-de-prova resfriados em água, apresentam agulhas (ripas) de martensita, mais finas.

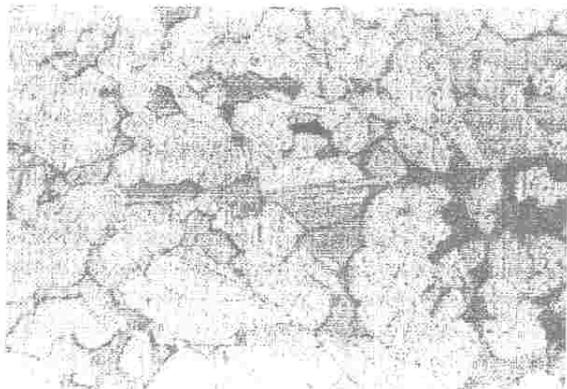


Figura 1: Fotomicrografia. Aumento 200x. Latão normalizado. Microestrutura constituída de grãos poligonais maclados.

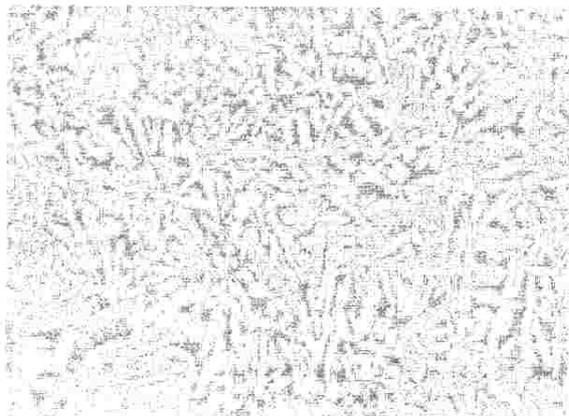


Figura 2: Fotomicrografia. Aumento 200x. Latão temperado ao ar. Microestrutura constituída de agulhas de martensita.

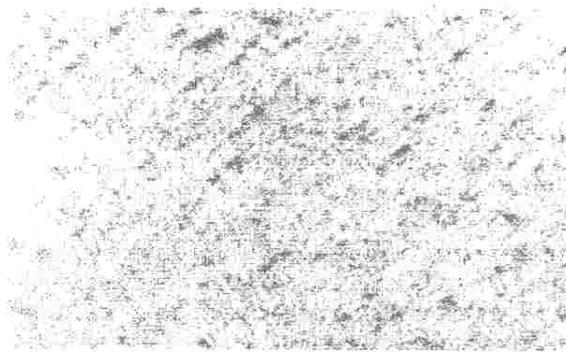


Figura 3: Fotomicrografia. Aumento 200x. Latão temperado em água. Microestrutura constituída de agulhas de martensita.

### MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

As micrografias, obtidas por MEV, estão representadas pelas figuras 4, 5 e 6. Os resultados obtidos confirmam os aspectos observados através da microscopia óptica.

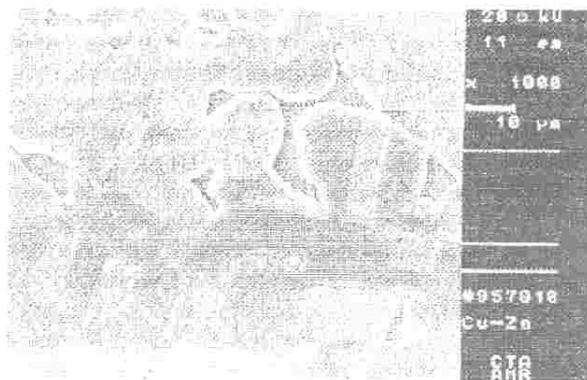


Figura 4: Fotomicrografia. Aumento 1000x. Latão normalizado. Microestrutura constituída de grãos poligonais maclados.



Figura 5: Fotomicrografia. Aumento 1000x. Latão temperado ao ar. Microestrutura constituída de agulhas de martensita

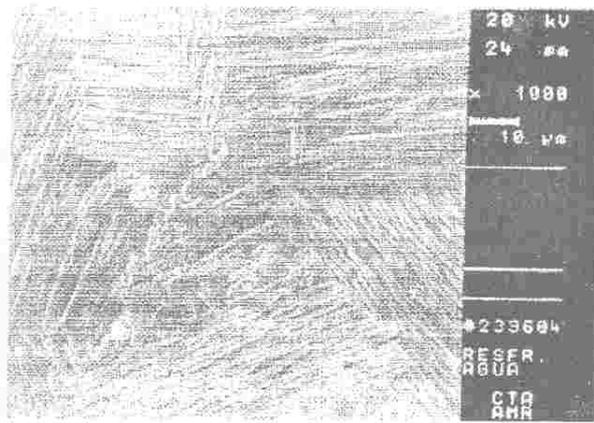


Figura 6: Fotomicrografia. Aumento 1000x. Latão temperado em água. Microestrutura constituída de agulhas de martensita.

### CONCLUSÃO

Com o resfriamento, tanto na água como ao ar, ocorreu a transformação martensítica, com decréscimo na dureza. Portanto, peças fabricadas a partir da liga ASTM 377, pelo processo de forjamento a quente e resfriadas ao ar ou água, podem apresentar problemas, tais como fissuras e dificuldades durante o processo de usinagem. Tais problemas, estão relacionados à microestrutura martensítica.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CHIAVERINI, V., Aços e Ferros Fundidos, 6<sup>o</sup> Edição. Mc Graw-Hill, 1996.
- (2) SILVA, A. L. C., MEI, P. R., Aços e Ligas Especiais, Eletrometal, 1988.
- (3) HORACE, P., Martensite in Ternary Cu-Zn Based  $\beta$ -Phase Alloys. Transactions of the Metallurgical Society of AIME. V.236, p.1532-1535, 1966.
- (4) HORACE, P. MASSALSKI, T. B., Thermoelastic and Burts-Type Martensite in Cooper-Zinc  $\beta$ -Phase Alloys. V. 230, p. 1662-1668, 1964.
- (5) NEWKIRK, J. B., Structures resulting from Aging and Precipitation. Metals Handbook, V. 8, p. 175-183, 1962.
- (6) ASTM STANDARDS. E-3. Methods of Preparation of Metalographic Specimens. V. 03.01, 1987.