

*micromat 94*





Sociedade Brasileira de Microscopia Eletrônica

# *micromat 94*

IV simpósio brasileiro de microscopia  
eletrônica e técnicas associadas  
à pesquisa de materiais

Organização e Patrocínio:  
SBME, LCE - DEMa - UFSCar,  
CCDM, CNPq, FAI, FAPESP, FINEP

LCE - DEMa - UFSCar  
SÃO CARLOS - SP

26 a 28 de outubro

1994

# *micromat 94*

IV simpósio brasileiro de microscopia  
eletrônica e técnicas associadas à  
pesquisa de materiais  
26 a 28 de outubro de 1994

## Comissão Organizadora

Alberto Moreira Jorge Jr. - DEMa / UFSCar  
Guillermo Solórzano - PUC - RJ  
Helena de Souza Santos - IF - USP  
Luis Henrique de Almeida - COPPE / UFRJ  
Waldemar A. Monteiro - IPEN / CNEN  
Walter José Botto F<sup>º</sup> - DEMa / UFSCar

## Comissão Local

Alberto Moreira Jorge Jr. - DEMa / UFSCar  
Carlos Eduardo Carniato - LCE  
Claudemira Bolkarini - CCDM  
Clever Ricardo Chinaglia - PPG - CEM  
Hans-Jürgen Kestenbach  
Marco Antonio Militão de Lima Prieto - LCE  
Maria Nazareth Rocha Vieira Perdigão - PPG - CEM  
Walter José Botto F<sup>º</sup>

## Editores dos Anais do *micromat 94*

Alberto Moreira Jorge Jr.  
Clever Ricardo Chinaglia  
Maria Nazareth R. V. Perdigão  
Walter José Botto F<sup>º</sup>

# DETERMINAÇÃO DOS TIPOS DE CARBONETOS PRESENTES EM FERROS FUNDIDOS BRANCOS. COM MICROSSONDA ELETRÔNICA

L.C. CASTELETTI, M. MARTINS, M.A.P. da SILVA  
EESC-USP, KSB - B.H., IFSC-USP

Os ferros fundidos brancos são particularmente adequados à aplicações que envolvam grande resistência ao desgaste, como na indústria mineral, na movimentação de terra e no saneamento básico, uma vez que alguns tipos com alto cromo apresentam adicionalmente boa resistência à corrosão.

As duas classes principais destes ferros fundidos, são os Ni-Hard, com carbonetos eutéticos do tipo  $M_3C$ , dispostos em placas contínuas e com dureza Knoop de  $1035 \text{ kgf.mm}^{-2}$ . São usadas no estado fundido ou tratadas a baixas temperaturas.

A outra classe são os com alto cromo (1,5 - 3 C e 10 - 30 Cr) com carbonetos eutéticos do tipo  $M_7C_3$ , descontínuos e com dureza de  $1735 \text{ kgf.mm}^{-2}$ .

Como consêquências de suas durezas superiores, apresentam maior resistência à abrasão. Seus carbonetos descontínuos propiciam maior tenacidade ao impacto em comparação com os Ni-Hard.

Neste trabalho foram investigados, por meio de microsonda, os tipos de carbonetos presentes nos seguintes ferros fundidos:

Composição química Tipo	C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Fe
I D	2,72	0,68	1,2	6,23	9,1	0,66	bal.
II B	2,64	0,68	0,68	0,11	16,6	2,50	bal.
III A	2,52	0,75	0,69	0,18	26,2	1,28	bal.

São apresentados na tabela seguinte os resultados das análises de microsonda relativos aos carbonetos eutéticos presentes.

Ferro fundido	Elementos (% em peso)			
	Fe	Cr	Mo	Ni
I D	55,7	42,9	0,6	0,8
II B	41,2	56,7	2,1	-
III A	30,1	68,6	1,3	-

Os carbonetos presentes nessas ligas são do tipo  $M_7C_3$ , com  $M = Fe, Cr$ .

São calculadas a seguir, as várias formas possíveis desses carbonetos:

$$Cr_2Fe_5 \rightarrow \% Cr = \frac{(52 \times 2) \times 100}{(52 \times 2) + (56 \times 5)} = 27,1 \quad \% Fe = 72,9$$

$$Cr_3Fe_4 \rightarrow \% Cr = \frac{(52 \times 3) \times 100}{(52 \times 3) + (56 \times 4)} = 41,0 \quad \% Fe = 59$$

$$Cr_4Fe_3 \rightarrow \% Cr = \frac{(52 \times 4) \times 100}{(52 \times 4) + (56 \times 3)} = 55,3 \quad \% Fe = 44,7$$

$$Cr_5Fe_2 \rightarrow \% Cr = \frac{(52 \times 5) \times 100}{(52 \times 5) + (56 \times 2)} = 69,9 \quad \% Fe = 30,1$$

Baseado nesses cálculos e na tabela anterior, os carbonetos que mais se aproximam da estequiometria são apresentados na tabela abaixo:

Tipo de ferro fundido	Tipo de carboneto
I D	$(Cr_3Fe_4) C_3$
II B	$(Cr_4Fe_3) C_3$
III A	$(Cr_5Fe_2) C_3$

Nas figuras 1 e 2 são apresentadas as superfícies de fratura dos ensaios de impacto das ligas I D e II B, respectivamente. No caso da liga I D, verifica-se uma fratura predominantemente frágil, o que

concorda com o baixo valor alcançado no ensaio (11J). A liga II B ocorreu uma fratura mista com clivagem e fibrosa, o que melhorou as características de impacto (75J)

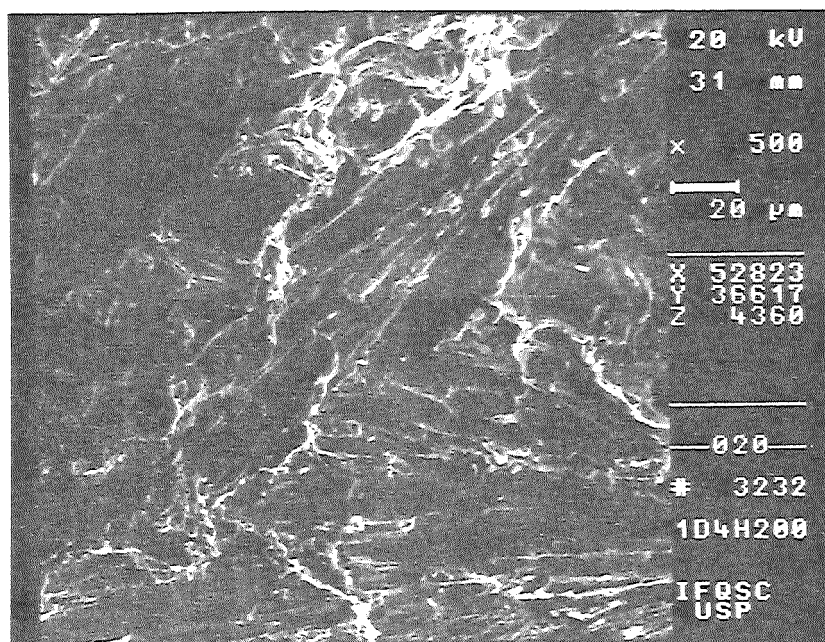


Fig. 01. Liga I D - Aquecida 4 h a 200°C.  
Aspecto da fratura frágil por clivagem

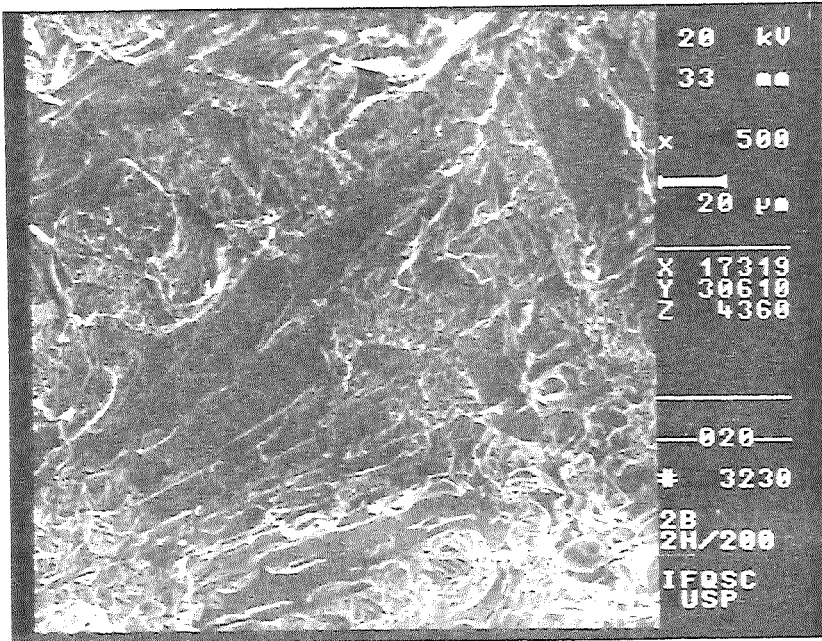


Fig. 02. Liga II B - Aquecida 4 h a 1020°C, resfriada ao ar e reaquecida 2 h a 200°C.  
Aspecto da fratura mista - clivagem e fibrosa