

*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, 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  
Luís Henrique de Almeida - COPPE / UFRJ  
Waldemar A. Monteiro - IPEN / CNEN  
Walter José Botta F<sup>º</sup> - DEMa / UFSCar

## Comissão Local

Alberto Moreira Jorge Jr. - DEMa / UFSCar  
Carlos Eduardo Carniati - LCE  
Claudemira Bolívarini - CCDA  
Clever Ricardo Chinaglia - PPG - CEM  
Hans-Jürgen Kestenbach  
Marco Antonio Militão de Lima Prieto - LCE  
Mário Nazareth Rocha Vieira Perdigão - PPG - CEM  
Walter José Botta F<sup>º</sup>

## Editores dos Anais do *micromat 94*

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

## ANÁLISE DE CARBONETOS EM FERRO FUNDIDO BRANCO/COM Nb. POR MEIO DE MICROSSONDA ELETRÔNICA

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

Na mineração e nas indústrias de processamento mineral e movimentação de terra, existe uma tendência crescente de mecanização e no uso de grandes unidades de potência. Tal fato enfatiza a necessidade de uma melhora constante na disponibilidade de peças com melhores propriedades de abrasão, uma vez que interrupções devidas à falhas ou substituições de componentes, são muito caras em termos de mão-de-obra e paradas de produção.

Os ferros fundidos brancos com alto cromo apresentam boa resistência à abrasão e razoável resistência ao impacto, sendo extensivamente usados nas aplicações citadas anteriormente. As microestruturas dos mesmos consistem de carbonetos eutéticos de ferro-cromo do tipo  $(\text{Cr,Fe})_7\text{C}_3$  e carbonetos secundários, ricos em cromo, em uma matriz austenítica ou seus produtos de transformação (martensita, bainita, perlita).

A adição de elementos fortemente formadores de carbonetos de elevada dureza tal como W, V, Ti e Nb podem aumentar a resistência ao desgaste desses materiais.

No presente trabalho foi realizada a adição de Nb a um ferro fundido e verificada a sua influência em termos de abrasão e de impacto.

O ferro fundido foi produzido com a seguinte composição química: 2,83 C - 0,74 Mn - 0,43 Si - 0,4 Ni - 16,5 Cr - 1,06 Mo - 0,74 Cu - 1,8 Nb.

A resistência à abrasão da liga com Nb foi superior em comparação com a liga sem Nb. A resistência ao impacto foi um pouco inferior.

Na figura 1 está mostrada a fotomicrografia eletrônica da liga com Nb. Verifica-se o perfeito destaque do carboneto de Nb.

Na tabela abaixo estão apresentados os resultados das análises químicas por meio de microsonda eletrônica.

Fase	Elementos (% em peso)			
	Fe	Cr	Mo	Ni
Carboneto de Nb	4,9	4,8	1,6	88,6
Carboneto eutético	43,2	54,8	1	0,2
Matriz	89,0	10,5	0,4	0,1

O carboneto de Nb presente é do tipo NbC, como pode ser verificado esquematicamente:

$$\text{NbC} : \% \text{ Nb } \frac{92,91}{92,91+12} = 88,56\% \quad (\text{valor bem próximo ao obtido na microsonda})$$

Nas figuras 2 e 3, verifica-se a superfície fraturada no ensaio de impacto. A região de fratura frágil por clivagem está relacionada provavelmente à ruptura do carboneto de Nb. As regiões fibrosas estão relacionadas à fratura da matriz.

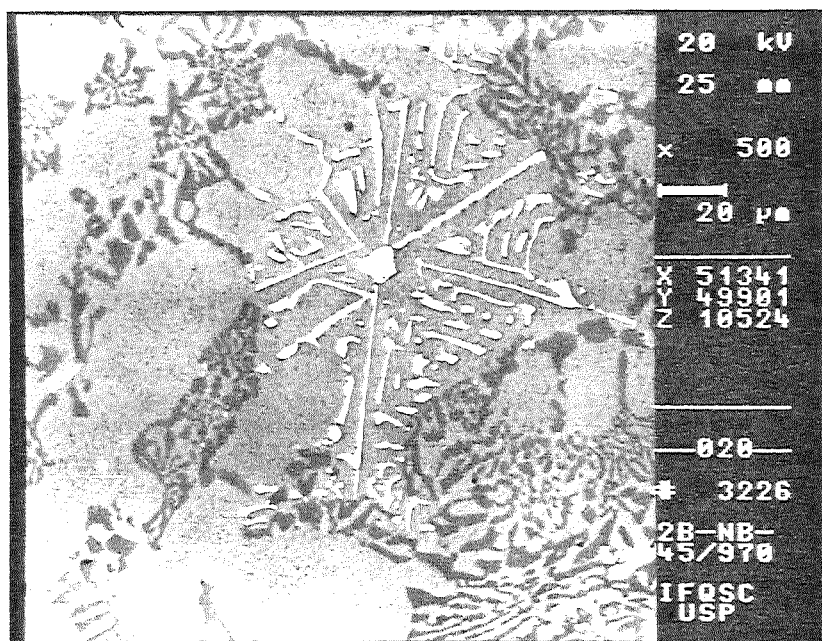


Fig. 01. Micrografia eletrônica da liga no estado bruto de fusão. Carbonetos de Nb (claros), carbonetos de cromo (escuros) e matriz austenítica. Ataque: 5% de HNO<sub>3</sub> em metanol.



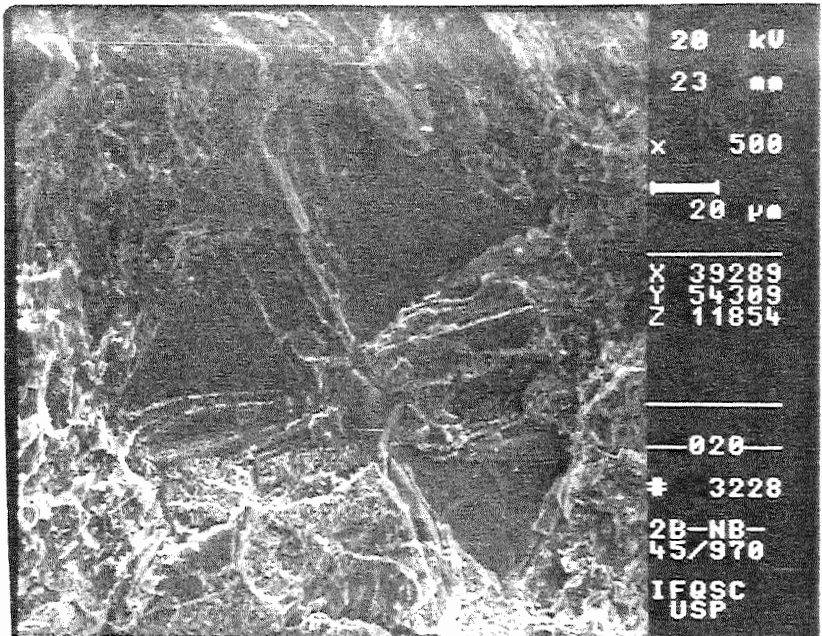


Fig. 02. Superfície de fratura obtida no ensaio de impacto. Material no estado bruto de fusão. Região de fratura frágil de carbonetos e

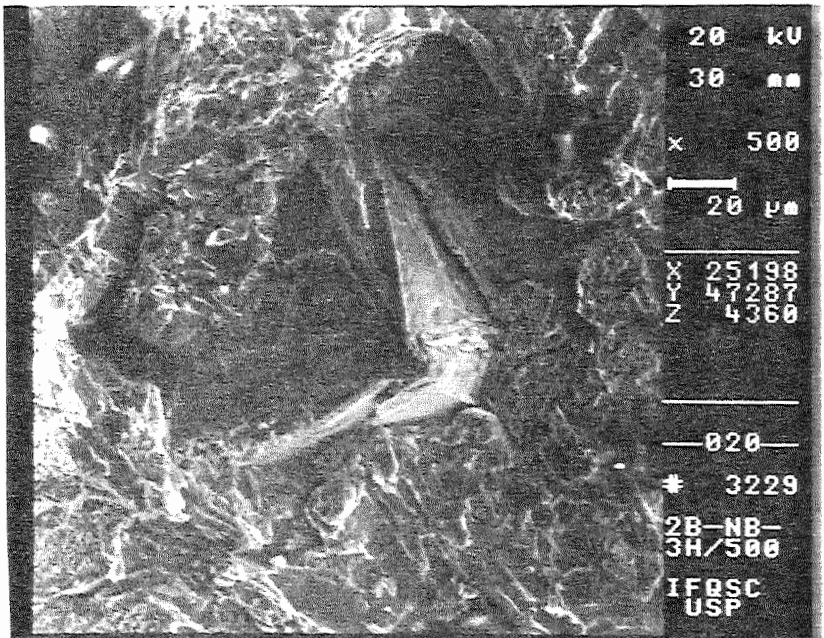


Fig. 03. Superfície de fratura. Material aquecido 3 h a 1020°C, resfriado ao ar e reauecido 3 h a 500°C. Regiões de fratura frágil por clivagem, de carbonetos e de fratura fibrosa referente à matriz