

BR8919982
INIS-BR-- 1450

XIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia

**Departamento de Engenharia de Minas
da Escola Politécnica da USP**

APEMI

**Associação Paulista
de Engenheiros de Minas**

ABM

Associação Brasileira de Metais

São Paulo

26 a 29 de setembro de 1988

DOAÇÃO DA ABM
Associação Brasileira de Metais

0233063

CONCENTRAÇÃO MAGNÉTICA DO MINÉRIO FERRO-TITANÍFERO CONTENDO VANÁDIO
DE CAMPO ALEGRE DE LOURDES - BAHIA

Oscar Delgado (1)
Flavio Teixeira da Silva (2)
Tsuncharu Ogasawara (3)
José Clodoaldo Silva Cassa (4)
Gilson Ferreira Soares (5)

RESUMO

Foram avaliadas as possibilidades de concentração magnética do minério de Campo Alegre de Lourdes, visando principalmente a máxima recuperação do vanádio. Verificou-se que devido a natureza complexa do minério, principalmente em função da presença de ilmenita na forma de exoluções no interior dos grãos de hematita/martita, não foi possível realizar-se uma eficiente separação hematita-ilmenita, o que seria fundamental para obter-se um concentrado com alto teor de vanádio e baixo teor de titânio.

ABSTRACT

The feasibility studies of magnetic concentration of the Campo Alegre de Lourdes ore were carried out, trying to obtain a maximum recovery of vanadium. As a consequence of the complex nature of the ore, mainly due to the presence of ilmenite as a exolutions in the interior of hematite/martite particles, it was not possible to separate the hematite-ilmenite efficiently, wich would be necessary for obtaining a high grade vanadium concentrate with low titanium content.

-
- (1-3) D.Sc., Professor Adjunto da COPPE/UFRJ.
(4) D.Sc., Professor Adjunto da UFBA.
(5) Geólogo.

1. INTRODUÇÃO

O depósito de Campo Alegre de Lourdes na Bahia, ainda hoje sem exploração (devido à inexistência de tecnologia apropriada), é a maior reserva de vanádio do Brasil, com cerca de 110 milhões de toneladas de minério, contendo 0,75% de V_2O_5 . (1,2).

Sendo o Brasil um país inteiramente dependente das importações de vanádio, torna-se fundamental o desenvolvimento de outros estudos que possibilitassem o aproveitamento das jazidas nacionais de vanádio.

O presente trabalho constitui o prosseguimento da linha de pesquisa na área de beneficiamento de minérios brasileiros contendo vanádio, estudando-se a caracterização química e mineralógica do minério ferro-titanífero de vanádio de Campo Alegre de Lourdes (Bahia) e seu beneficiamento usando a concentração magnética de baixa e alta intensidade por via úmida.

2. PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Um lote de 108 kg de minério ferro-titanífero de vanádio de Campo Alegre de Lourdes (Bahia), na forma como extraído da mina, com granulometria menor a 300 μ m foi preparado usando o procedimento de Pierre Gy (3), para efetuar análise química, mineralógica, difração de raios-x, análise microestrutural e relação entre as fases presentes no minério, bem como as experiências de concentração magnética em escala de laboratório.

3. TEORES DE FERRO, TITÂNIO E VANÁDIO NAS DISTINTAS FAIXAS GRANULOMÉTRICAS

Análises químicas de ferro, titânio e vanádio em amostras de distintas frações granulométricas, variando entre 8 e 200 malhas Ty

ler, foram realizadas para verificar a distribuição de ferro, titânio e vanádio nas amostras do minério bruto. Os resultados aparecem na Tabela I.

4. DIFRAÇÃO DE RAIOS-X

A Tabela II mostra as fases presentes (identificadas por difração de raios-x) dos produtos das concentrações magnéticas de baixa e de alta intensidades, para duas faixas granulométricas: -35+48 e -200 malhas Tyler (4).

5. ANÁLISE MICROESTRUTURAL E RELAÇÃO ENTRE AS FASES PRESENTES NO MINÉRIO

A ilmenita encontra-se na forma de cristais xenomórficos individualizados junto com a hematita, não havendo sinais de reação entre as duas fases (vide Figura 1).

A ilmenita pode apresentar-se inclusa na hematita na forma de cristais xenomórficos (às vezes tendendo ao arredondamento) ou, principalmente, na forma de lamelas de exolução no interior da hematita. Essas lamelas podem apresentar-se na forma de minúsculas agulhas (com três direções) ou em lamelas maiores (que podem não apresentar direções preferenciais). A Figura 2 ilustra o caso.

A magnetita e a ilmenita encontram-se associadas entre si de duas maneiras:

- (1º) Apresentam-se em forma de cristais xenomórficos que se contactam sem nenhuma relação de reação.
- (2º) A ilmenita encontra-se exolvida dentro da magnetita.

5.1 Mapeamentos de Fe, Ti, V, Al e Si

Em virtude da superposição dos picos de energia do titânio e do vanádio no EDAX, foi impossível documentar o mapeamento de vanádio nas diferentes fases presentes no minério.

Nas análises pontuais foi possível quantificar o vanádio em presença do titânio, devido à "deconvolução" dos picos de energia superpostos embutidos no programa ZAF.

A Figura 3 mostra as distribuições de Fe, Ti e Si/Al num grão de ilmenita com hematita na borda e a Figura 4 evidencia as distribuições de Fe, Ti e Si/Al num grão de hematita com exoluções de ilmenita (4).

6. CONCENTRAÇÃO MAGNÉTICA A ÚMIDO

A concentração magnética por via úmida consistiu num primeiro tratamento efetuado com o uso de um tubo Davies com as seguintes condições operacionais: Intensidade de campo magnético = 4000 Gauss; fluxo de água = $400 \text{ cm}^3/\text{min}$; massa de amostra = 10 g; ângulo de inclinação do tubo = 45 graus; tempo de operação = 10 minutos; número de oscilações do tubo = 70. Nestas condições processou-se as faixas granulométricas compreendidas entre 8 e 200 malhas Tyler.

Nestas separações magnéticas foram obtidos dois produtos: um magnético e um não magnético. A Tabela III apresenta os resultados relativos aos teores de ferro, titânio e vanádio dos diferentes produtos obtidos.

7. CONCENTRAÇÃO MAGNÉTICA DE ALTA INTENSIDADE A ÚMIDO

Os produtos não magnéticos obtidos na concentração em tubo Davies foram, a seguir, submetidos a uma separação magnética de alta intensidade, a úmido, nas seguintes condições operacionais: Intensidade de campo = 8000 Gauss; massa de amostra = 25 g; vazão de água = 9 litros/minuto; tempo de operação = 60 segundos. As faixas granulométricas utilizadas no estudo variaram entre 20 e 200 malhas Tyler. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela IV.

8. DISCUSSÃO

A Tabela V apresenta os resultados globais das concentrações magnéticas, a úmido de baixa e alta intensidades na faixa (-100+200) malhas Tyler posta em destaque:

Pode-se observar que da alimentação que ingressa nos tratamentos de concentração magnética a úmido, em torno de 18% convertem-se no "produto magnético da concentração em baixa intensidade", que se caracteriza pelos teores de V_2O_5 na faixa de 0,892% e de TiO_2 9,4%, comparando-se com a alimentação, pode-se notar um enriquecimento de V_2O_5 com a queda do conteúdo de TiO_2 . Por outro lado verifica-se que o inverso acontece com o produto "não magnético resultante da concentração em alta intensidade" que corresponde a 64,1% dos produtos onde houve um enriquecimento do TiO_2 até 26,2% e uma ligeira queda do conteúdo de V_2O_5 para 0,573%.

Finalmente, o produto "magnético da concentração em alta intensidade", embora apresentando algum enriquecimento em V_2O_5 (0,830%)

resultou numa apreciável queda do conteúdo de TiO_2 , para 15,3%.

Os resultados apresentados resultantes da concentração magnética de baixa e alta intensidades como únicas operações para concentrar o minério de Campo Alegre de Lourdes, não conduzem a resultados satisfatórios, principalmente em função da presença de ilmenita na forma de exoluções no interior dos grãos de hematita/martita, impossibilitando a liberação da ilmenita/hematita.

9. CONCLUSÕES

(a) Os procedimentos de concentração magnética de baixa e alta intensidade aplicadas ao minério de Campo Alegre de Lourdes permitem obter produtos enriquecidos em vanádio e titânio; as naturezas dos concentrados, porém, não viabilizam a concentração magnética como o tratamento adequado para o referido minério.

(b) Outras rotas, conjugando processos físicos com processos químicos (pirometalúrgicos e/ou hidrometalúrgicos) precisam ser estudadas para o tratamento do minério de Campo Alegre de Lourdes, visando o seu aproveitamento econômico.

(c) Os subsídios obtidos no presente trabalho são valiosos para o estudo de novos processos para o tratamento do minério em questão.

10. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem os auxílios concedidos pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

11. BIBLIOGRAFIA

1. CASSA, J.Ç.S., OGASAWARA, T., SILVA, F.T., DELGADO, O., Avaliação das Alternativas de Aproveitamento do Minério de Ferro - Titânio-Vanádio de Campo Alegre de Lourdes (Bahia - Brasil), II Encontro do Hemisfério Sul sobre Tecnologia Mineral, pp.49-77, Brasil, 1987.
2. CASSA, J.C.S., OGASAWARA, T., SILVA, F.T., DELGADO, O., Análise das Alternativas de Aproveitamento do Minério de Ferro Titanífero Contendo Vanádio de Campo Alegre de Lourdes (Bahia), 79 Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Brasil, 1986.
3. GY, P.M., Sampling of Particulate Materials, Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 1962.
4. OGASAWARA, T., Concentração do Vanádio contido no Minério de Campo Alegre de Lourdes (Bahia) usando Métodos Físicos, relatório preparado para o CNPq, Janeiro, 1988.

Tabela I - Teores de ferro, titânio e vanádio no minério de Campo Alegre de Lourdes, nas distintas faixas granulométricas.

Malhas Tyler	Ferro Total (%)	TiO ₂ (%)	V ₂ O ₅ (%)
+ 8	47,15	21,9	0,63
- 8,+10	47,15	20,8	0,66
-10,+14	46,90	20,3	0,70
-14,+20	47,10	22,6	0,67
-20,+28	46,69	21,9	0,68
-28,+35	48,65	21,4	0,70
-35,+48	46,83	21,8	0,62
-48,+65	43,61	21,8	0,56
-65,+100	43,05	20,2	0,57
-100,+150	42,63	20,9	0,50
-150,+200	42,49	22,3	0,53
- 200	36,05	21,4	0,43

Tabela II - Resultados de Identificação por Difração de Raios-x, dos Produtos das Concentrações Magnéticas de Baixa e de Alta Intensidades, a Úmido

Intensidade de Campos (Gauss)	Faixa Granulométrica (Malhas Tyler)	Fases Presentes	
		Magnética	Não Magnética
4000	(-35,+48)	Hematita, Magnetita, Ilmenita, Goetita.	Hematita, Magnetita, Ilmenita, Goetita.
	(-200)	Hematita, Magnetita, Ilmenita.	Hematita, Magnetita, Ilmenita, Goetita.
8000	(-35,+48)	Hematita, Magnetita, Ilmenita, Goetita.	Hematita, Magnetita, Ilmenita e Goetita.
	(-200)	Hematita e Ilmenita.	Hematita e Ilmenita.

Tabela III - Resultados de Teores e % de Distribuição de Ferro Total, TiO_2 e V_2O_5 , dos Produtos de Separação Magnética a Úmido em Tubo Davies

SIMBOLOGIA: MAG = Magnético, NMAG = Não Magnético								
DIST% = Distribuição, em % em peso								
GRANULO- METRIA	PRODUTO DENOM.	% PESO	Fe TOTAL		TiO_2		V_2O_5	
			Teor%	DISTR%	Teor%	DISTR%	Teor%	DISTR%
(-8,+10) malhas	MAG	35,7	48,86	36,4	20,1	34,2	0,687	37,9
	NMAG	64,3	47,25	63,6	21,5	65,8	0,643	62,1
	Total	100,0	47,86	100,0	21,0	100,0	0,660	100,0
(-10,+14) malhas	MAG	33,88	50,89	35,4	18,4	28,9	0,678	38,2
	NMAG	66,12	47,39	64,6	23,0	71,1	0,562	61,7
	Total	100,0	48,50	100,0	21,4	100,0	0,600	100,0
(-14,+20) malhas	MAG	17,2	51,73	18,5	17,0	12,7	0,705	19,4
	NMAG	92,8	47,25	81,5	22,8	87,3	0,607	80,6
	Total	100,0	48,00	100,0	22,8	100,0	0,620	100,0
(-20,+28) malhas	MAG	15,1	53,20	16,6	14,8	10,0	0,749	17,2
	NMAG	84,9	47,53	83,4	23,1	90,0	0,625	82,8
	Total	100,0	48,40	100,0	21,8	100,0	0,640	100,0
(-28,+35) malhas	MAG	28,5	53,97	31,6	14,6	19,5	0,776	35,5
	NMAG	71,5	46,34	68,4	23,8	80,5	0,562	64,5
	Total	100,0	48,50	100,0	21,0	100,0	0,620	100,0
(-35,+48) malhas	MAG	29,5	55,51	27,0	13,4	27,0	0,768	37,1
	NMAG	70,5	62,80	73,0	15,1	73,0	0,553	62,9
	Total	100,0	60,64	100,0	14,4	100,0	0,620	100,0
(-48,+65) malhas	MAG	21,9	56,42	26,4	11,4	12,2	0,847	29,7
	NMAG	78,1	44,31	73,6	23,0	87,8	0,580	70,3
	Total	100,0	47,00	100,0	20,4	100,0	0,640	100,0
(-65,+100) malhas	MAG	26,3	40,46	25,4	10,6	21,5	0,811	36,2
	NMAG	73,7	42,49	74,6	13,8	78,5	0,508	63,8
	Total	100,0	41,91	100,0	13,0	100,0	0,580	100,0
(-100,+150) malhas	MAG	19,0	59,22	25,7	9,6	9,5	0,829	30,2
	NMAG	81,0	39,97	74,3	21,1	90,5	0,464	69,8
	Total	100,0	43,62	100,0	18,9	100,0	0,530	100,0
(-150,+200) malhas	MAG	16,7	61,18	22,0	9,2	7,7	0,963	28,6
	NMAG	83,3	43,68	78,0	21,7	92,3	0,486	71,4
	Total	100,0	46,60	100,0	19,5	100,0	0,560	100,0

Tabela IV - Teor e % de Distribuição dos Produtos de Separação Magnética de alta intensidade a Úmido

SIMBOLOGIA: MAG = Magnético, NMAG = Não Magnético								
DISTR% = Distribuição, em % em peso								
GRANULO- METRIA	PRODUTO DENOM.	% PESO	Fe TOTAL		TiO ₂		V ₂ O ₅	
			Teor%	DISTR%	Teor%	DISTR%	Teor%	DISTR%
(-20,+28) malhas	MAG	53,4	46,69	56,56	21,4	49,61	0,643	60,7
	NMAG	46,6	41,09	43,44	24,9	50,39	0,473	39,3
	Total	100,0	44,0	100,00	23,0	100,00	0,560	100,0
(-28,+35) malhas	MAG	29,2	49,14	33,18	19,3	22,8	0,642	34,5
	NMAG	70,8	40,81	66,82	26,9	77,2	0,509	65,5
	Total	100,0	43,30	100,00	24,7	100,0	0,550	100,0
(-35,+48) malhas	MAG	27,9	51,73	32,3	16,9	20,7	0,714	35,1
	NMAG	72,1	41,93	67,7	25,0	79,3	0,509	64,9
	Total	100,0	44,60	100,0	22,7	100,0	0,570	100,0
(-48,+65) malhas	MAG	31,5	52,57	36,5	16,4	22,8	0,714	37,9
	NMAG	68,5	42,21	63,5	25,6	77,2	0,527	62,6
	Total	100,0	45,50	100,0	22,7	100,0	0,580	100,0
(-65,+100) malhas	MAG	23,5	52,29	28,2	17,1	16,4	0,741	30,4
	NMAG	76,5	40,81	71,8	26,8	83,6	0,509	69,6
	Total	100,0	43,50	100,0	24,5	100,0	0,560	100,0
(-100,+150) malhas	MAG	23,3	54,81	29,1	15,1	14,9	0,830	32,2
	NMAG	76,7	40,53	70,9	26,1	85,1	0,527	67,8
	Total	100,0	43,90	100,0	23,5	100,0	0,590	100,0
(-150,+200) malhas	MAG	20,7	56,63	24,6	15,5	13,3	0,830	25,7
	NMAG	79,3	45,29	75,4	26,3	86,7	0,616	74,3
	Total	100,0	47,60	100,0	24,1	100,0	0,660	100,0
(-200) malhas	MAG	7,15	56,49	11,5	13,4	4,7	0,794	17,1
	NMAG	92,85	33,53	88,5	20,8	95,3	0,312	82,9
	Total	100,0	35,20	100,0	20,2	100,0	0,350	100,0

Tabela V - Resultados Globais das Concentrações Magnéticas a Úmido
(Baixa e Alta Intensidades), na Faixa (-100+200) do Mi
nério de Campo Alegre de Lourdes.

PRODUTOS NA FRAÇÃO (-100+200)	PROPORÇÃO %	COMPOSIÇÃO QUÍMICA %			DISTRIBUIÇÃO %		
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	V ₂ O ₅	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	V ₂ O ₅
MAGNÉTICO BAIXA INTENSIDADE	17,8	9,4	85,9	0,892	7,9	22,1	23,5
MAGNÉTICO ALTA INTENSIDADE	18,1	15,3	79,5	0,830	13,0	20,8	22,2
NÃO MAGNÉTICO ALTA INTENSIDADE	64,1	26,2	61,4	0,573	79,1	57,1	54,3
TOTAL	100,0	21,2	69,0	0,676	100,0	100,0	100,0

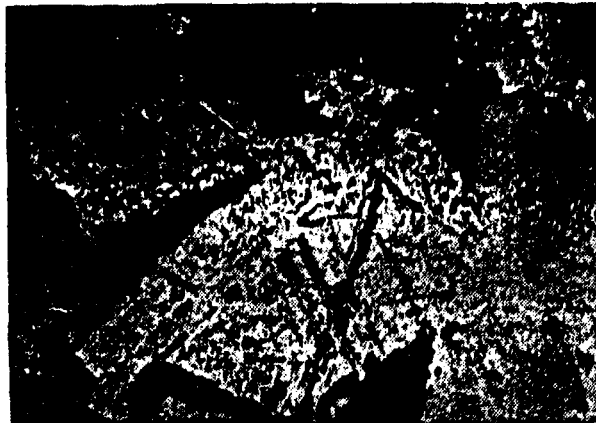


Figura 1

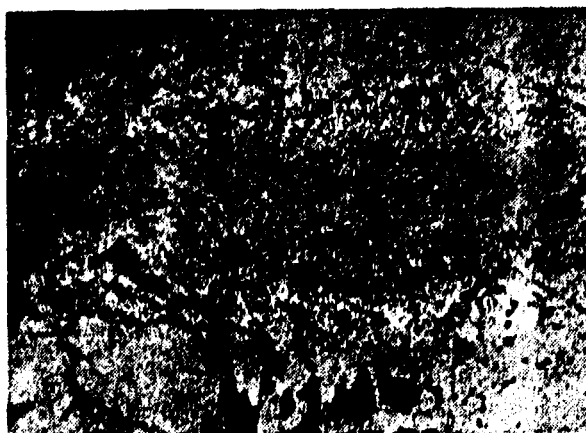
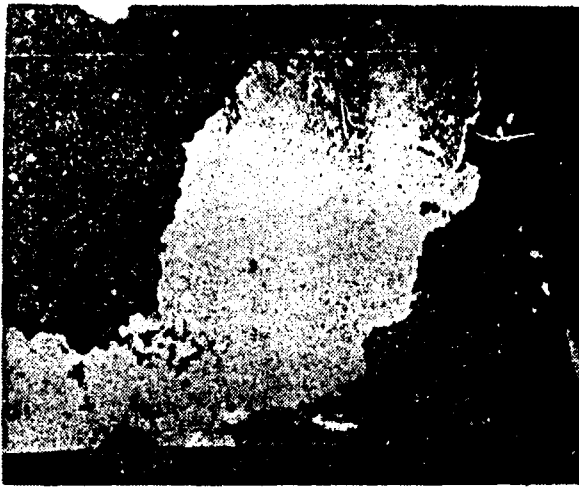
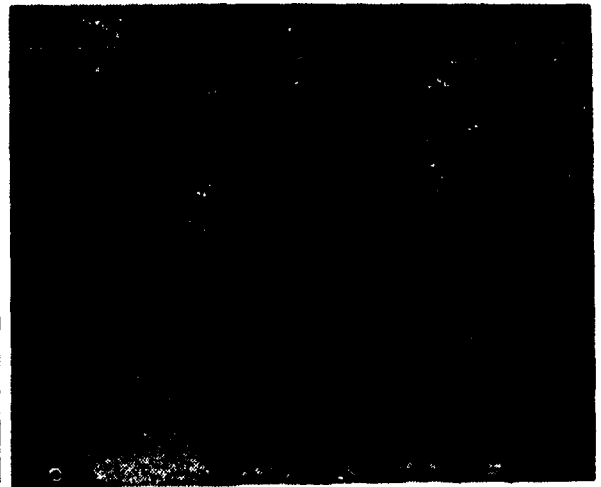


Figura 2

Figuras 1 e 2 - Microestrutura das Fases Ilmenita-Hematita



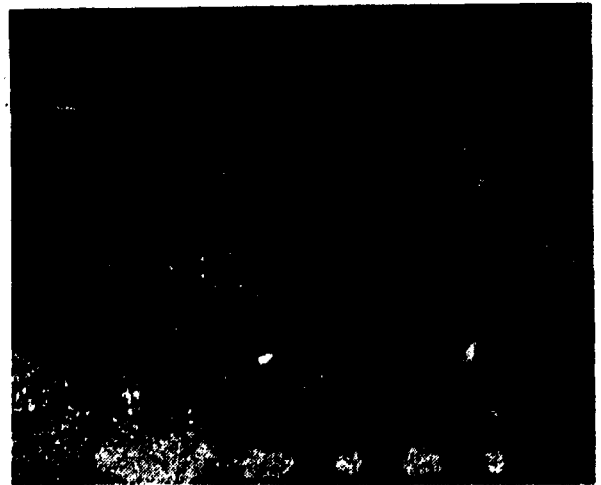
(a) MICROGRAFIA - eq. foto 36/213
244-1



(b) DISTRIBUIÇÃO DO Fe
244-2

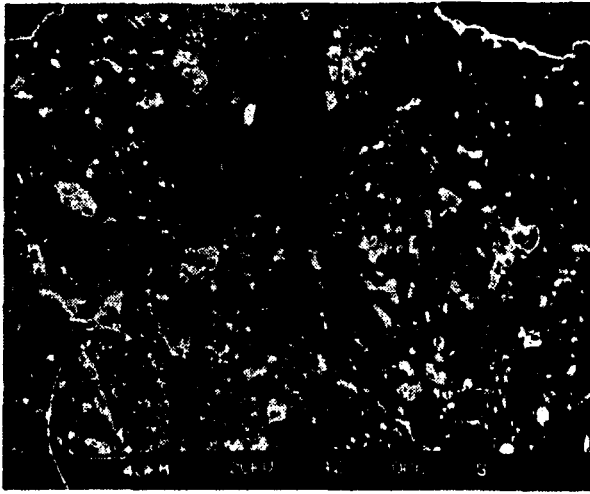


(c) DISTRIBUIÇÕES DE Si e Al
244-5

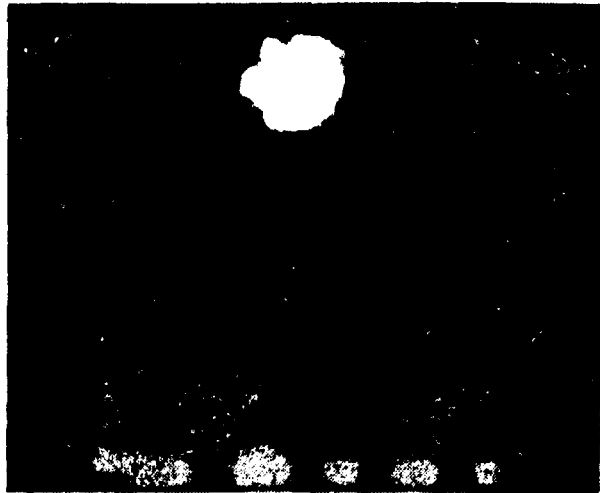


(d) DISTRIBUIÇÃO DO Ti
244-3

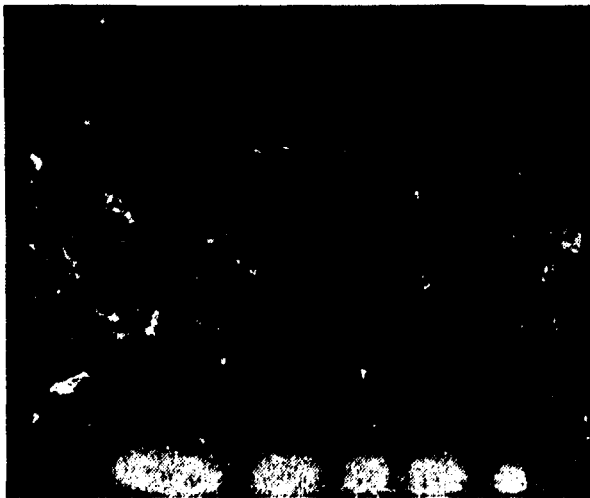
Figura 3 - Distribuição de Fe, Ti e Si/Al num Grão de Ilmenita



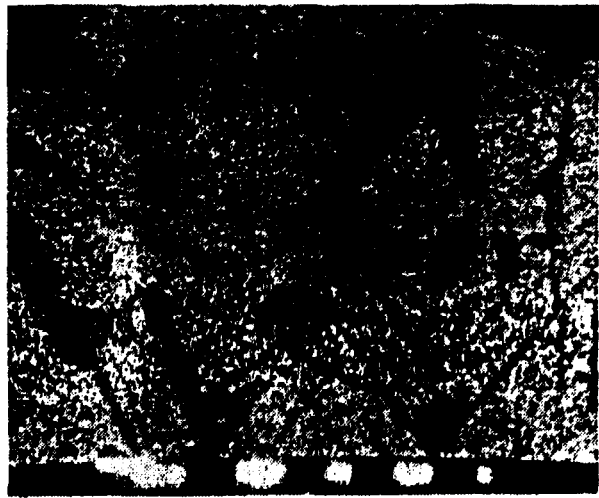
(e) MICROGRAFIA eq. foto 49/214
240x



(f) DISTRIBUIÇÃO DO Ti
244-8



(g) DISTRIBUIÇÕES DE Si e Al
244-7



(h) DISTRIBUIÇÃO DO Fe
244-9

Figura 4 - Distribuição de Fe, Ti, Si/Al num Grão de Hematita com Exoluções de Ilmenita