

1. Estudos das Possibilidades de Benefi-  
ciamento de Cromita da Região do  
Serro (MG)

Maio/74

E.M.Coelho  
M.D.Fernandes

Os estudos resultam de uma colaboração entre a COMPANHIA BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NUCLEAR e a UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, regida através de um convênio de intercâmbio científico, celebrado entre os dois órgãos.

ESTUDOS DAS POSSIBILIDADES DE BENEFICIAMENTO  
DE CROMITA DA REGIÃO DO SERRO (MG) \*

ELCIO M. COELHO \*\*

MAURÍLIO D. FERNANDES \*\*\*

SINOPSE

Foram estudados processos de beneficiamento de um minério de cromo, proveniente da Região de Serro (MG), visando obtenção de concentrados de características metalúrgicas (relações Cr/Fe superiores a 3/1). O material original apresentou relações Cr/Fe de 1,2/1.

Os métodos de beneficiamento estudados permitiram obtenção de concentrados com teores em  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  superiores a 50%, porém com relações Cr/Fe inferiores às das especificações metalúrgicas.

Estudos de difração de Raios X mostraram a presença de magnetita no concentrado. Testes de separação magnética foram então realizados, com o objetivo de se elevar a relação Cr/Fe. Estes testes não forneceram resultados satisfatórios.

Análises do concentrado em micro-sonda eletrônica indicaram que a magnetita presente deve estar sob forma de micro-cristais (dimensões inferiores a 10 microns), o que torna praticamente impossível a aplicação de métodos convencionais de beneficiamento de minérios para a sua separação.

---

\* Contribuição técnica a ser apresentada no II Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia - COPPE/UFRJ - Rio de Janeiro - Maio de 1974.

\*\* Engenheiro de Minas (UFMG 1964), M.Sc. (Stanford-Calif. 1968), PhD (UBC - Canada 1972), Prof. Adjunto (UFMG) .

\*\*\* Engenheiro Químico (UFMG 1968), aluno do Curso de Pós-Graduação em Metalurgia UFMG - Engº da C.B.T.N./I.P.R.

## INTRODUÇÃO

Na natureza, o cromo ocorre em estado combinado a outros elementos, num grande número de minerais. Entretanto, o único mineral de importância comercial é a CROMITA, termo este usado para designar uma espinela, ou soluções cristalinas de espinelas, estruturas usualmente descritas como a de óxidos duplos,  $AXB_2X_3$ , na qual A designa um ou mais metais di-valentes, B corresponde a metais tri-valentes e X é oxigênio. A maior parte das espinelas naturais estão incluídas em uma das tres séries:

- espinelas, onde B é basicamente alumínio
- magnetita, onde B é basicamente ferro (III)
- cromita, onde B é basicamente cromo.

São frequentes extensas soluções sólidas entre minerais de uma mesma série, mas soluções sólidas ocorrem em menor extensão entre minerais membros de séries diferentes (Ref.1).

O cromo é hoje um metal de grande importância nas indústrias metalúrgica, química e de fabricação de refratários. Ao se especificar um minério de cromo para fins metalúrgicos (o que constitui sua aplicação mais nobre), é importante a caracterização da espinela, como também o cálculo de sua estequiometria, especialmente a ponderal elementar Cr/Fe.

Na tabela 1 apresentam-se as especificações normalmente aceitas para os minérios de cromo para cada um dos seus principais usos.

Tabela 1

Especificações para minérios de cromo (Ref.2)

USOS	Relação mínima Cr/Fe	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (**)	Fe (*)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (**)	SiO <sub>2</sub> (*)	S (*)	P (*)	CaO (*)
Metalúrgico	3/1	48			8	.08	.04	
Refratário		31	12	58	6			1
Químico		44			5			

(\*) - percentagem máxima permitida

(\*\*) - percentagem mínima exigida

São relativamente bem conhecidas as ocorrências de cromita existentes na Região do Serro (MG), cujo teor médio não ultrapassa a 35%, apresentando relações Cr/Fe inferiores a 2,5, inadequada portanto para qualquer utilização industrial.

O presente trabalho teve por objetivo o estudo de viabilidade de beneficiamento de amostras de cromita provenientes desta Região.

Através de métodos de concentração puramente físicos, foram obtidos concentrados com teores superiores a 50%. A relação Cr/Fe destes produtos permaneceu porém, em níveis bastante inferiores àqueles exigidos pela indústria metalúrgica. Estudos de difração de Raios X e de Micro-Sonda Eletrônica indicaram que, embora frações mais magnéticas do concentrado contenham maiores teores de magnetita, sua separação por métodos convencionais de beneficiamento de minérios é praticamente impossível, porque a magnetita aacha-se disseminada como micro-cristais na massa de cromita.

COMPOSIÇÃO DO MINÉRIO

A composição mineralógica do material bruto foi levantada através de difração de Raios X, sendo identificadas espinelas de ferro-cromita e de magnetita, em matriz de clo\_rita (tipo peninita), frequentemente alterada. Quimicamente, o minério mostrou um teor médio em  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  de 29,6%, com relação Cr/Fe de 1,18/1. Os teores médios de outros constituintes são apresentados abaixo:

MgO	.....	16,8%
$\text{Al}_2\text{O}_3$	.....	8,3%
$\text{SiO}_2$	.....	17,3%
MnO	.....	≈ 0,5%
$\text{TiO}_2$	.....	≈ 0,3%

TESTES DE CONCENTRAÇÃO

Os grãos de cromita apresentaram-se numa larga faixa de tamanhos, sendo sua liberação estimada em 40% a 100 meshes e 90% a 200 meshes.

A concentração preliminar das espinelas foi efetuada em mesa vibratória, tipo Wilfley, a partir do minério moído a - 48 meshes. "Scrubbing" e deslamagem foram utilizados para uma concentração posterior, que conduziu a um produto final contendo 50,34% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e relação Cr/Fe de 1,24/1. Outros elementos apresentaram teores de:

$\text{Al}_2\text{O}_3$	.....	5,0%
MgO	.....	2,4%
$\text{SiO}_2$	.....	1,4%

Uma análise granulométrica deste concentrado apresentou os seguintes resultados:

- 48 + 100 meshes ....	34,8%
-100 + 200 meshes ....	40,4%
-200 meshes .....	24,8%

O concentrado obtido nesta primeira fase mostrou-se constituído basicamente de ferro-cromita e de magnetita.

Segundo Lukkarinen (Ref.3), a presença de magnetita em cromitas pode ocorrer sob forma de segregações ao longo de fraturas de grãos, como capeamentos, sob forma de finas disseminações, ou ainda formando soluções sólidas. A susceptibilidade magnética da cromita mostra-se, então, variável, de acordo com a quantidade de magnetita presente.

Portanto, a aplicação de processos de separações magnéticas ao concentrado obtido poderia, eventualmente, permitir a separação de frações de diferentes concentrações de magnetita e, conseqüentemente, diferentes relações Cr/Fe.

Foram executadas separações magnéticas a úmido, em separador magnético de alta intensidade, tipo "Jones", sendo obtidas seis frações, cujas características químicas e respectivas relações Cr/Fe são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2

Análise das frações da separação magnética

Material	% Peso	Relação Cr/Fe	Teores			
			Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Concentrado original	100,0	1,24	50,34	2,37	5,01	1,41
Fração nº 1	2,5	1,12	48,85	2,30	6,10	1,62
Fração nº 2	4,9	1,23	49,88	2,79	7,56	2,07
Fração nº 3	22,2	1,22	49,88	2,06	6,10	1,15
Fração nº 4	17,0	1,25	51,42	2,21	4,93	1,46
Fração nº 5	50,1	1,25	51,48	2,50	4,15	1,50
Fração nº 6	3,3	1,29	51,68	2,67	2,08	1,80

ESTUDOS EM MICRO-SONDA ELETRÔNICA

Foram efetuadas análises do concentrado original e de suas frações em Micro-Sonda Eletrônica, visando:

- 1º) Determinar a forma de distribuição dos elementos cromo e ferro ao longo de um mesmo grão.
- 2º) Analisar as variações da relação Cr/Fe em grande número de grãos.

O primeiro objetivo foi verificar possíveis segregações de magnetita em superfícies ou em fraturas de grãos, conforme sugerido por Lukkarinen. Análises do concentrado



e de suas frações (magneticamente diferentes) puderam mostrar uma sensível uniformidade na distribuição dos elementos cromo e ferro ao longo dos grãos, não se comprovando nesta cromita a existência de magnetita segregada, quer como capeamentos, quer como incrustações em fraturas. Na grande maioria dos grãos, a magnetita parece estar presente como micro-cristais finamente disseminados (tamanhos inferiores ao da resolução da Micro-Sonda, que é da ordem de microns).

Na segunda etapa, visou-se comprovar a existência de variações nas relações Cr/Fe em um número representativo de grãos, ou seja, a existência de diferentes tipos de grãos. Foram estudados cerca de 600 grãos provenientes do concentrado original e de frações obtidas por separação magnética, determinando-se, em cada grão, as quantidades relativas dos principais elementos constituintes. Parte dos resultados desse estudo é apresentada na figura anexa, que mostra uma sensível variação na distribuição das relações Cr/Fe para as frações de maior e menor susceptibilidade magnética. Tais variações, entretanto, não se mostraram suficientemente grandes a ponto de permitir a separação de frações de elevadas relações Cr/Fe, adequadas a aplicações metalúrgicas.

### CONCLUSÕES

A cromita estudada, proveniente da Região de Serro, M.G., mostrou-se como um material de médio teor em  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , porém com relações Cr/Fe baixas, o que a torna de pouco interesse para usos metalúrgicos.

A concentração das espinelas foi facilmente obtida através de processos hidrogravimétricos. O método usado nesta concentração foi o de mesas vibratórias (Wilfley), com resultados satisfatórios.

O concentrado de cromita obtido apresentou teores superiores a 50% em  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e relações Cr/Fe de 1,24/1, muito abaixo das especificações metalúrgicas, mas de características adequadas a utilização química.

A separação magnética aplicada ao concentrado de cromita permitiu obtenção de frações ligeiramente diferentes em termos de relações Cr/Fe. Entretanto, a fração de maior relação mostrou Cr/Fe = 1,3/1.

Foi observada a presença de magnetita no concentrado, através de difração de Raios X. Análises complementares em Micro-Sonda Eletrônica indicaram, entretanto, que a magnetita encontra-se sob forma de micro-cristais disseminados na massa de cromita, o que torna inviável a aplicação de métodos convencionais de beneficiamento de minérios para sua separação.

Numa próxima etapa, serão efetuados testes de processos hidro e pirometalúrgicos sobre os concentrados obtidos, visando a elevação das relações Cr/Fe a níveis metalúrgicos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seu agradecimento a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear / Instituto de Pesquisas Radioativas, em cujas instalações foi desenvolvido o presente trabalho.

Estes agradecimentos são estendidos de maneira especial ao Engenheiros Clécio Campi Murta e Carlos Moreira Mendes, pelo valioso apoio nas análises em Micro-Sonda Eletrônica.

Ao técnico químico Jesus Carneiro Magalhães vão os agradecimentos pelo serviço analítico.

## REFERÊNCIAS

- (1) - Mason, B. and Berry, L.G. : Elements of Mineralogy - W.H.Freeman and Company - San Francisco and London (1968).
- (2) - Brantley, F.E. : Chromium - Mineral Facts and Problems Bureau of Mines (1970).
- (3) - Lukkarinen, T. and Heikkilä, L. - Beneficiation of chromite ore, Kemi, Finland - Proceedings of the Tenth International Mineral Processing Congress - London (1973).

