

APROVEITAMENTO DE REJEITOS DE CROMITA POR PROCESSOS GRAVÍTICOS

Sampaio, J. A.¹, Andrade, M. C.¹, Sobrinho, J. R.²

1 – Centro de Tecnologia Mineral - CETEM

Av. Ipê, 900, Ilha da Cidade Universitária - Rio de Janeiro – RJ

Mcalixto@cetem.gov.br

2 – Companhia Ferro e Ligas da Bahia, FERBASA

Fazenda Medrado, Mina Ipueiro, 48990-000 – Andorinha - BA

A cromita é considerada um dos mais importantes minerais industriais em todo o mundo, sendo empregado nas indústrias metalúrgicas, químicas, de refratários e, mais recentemente, como areia de cromita nos processos de fundição. O cromo é largamente utilizado na manufatura de ligas metálicas e as indústrias metalúrgicas necessitam de concentrados de cromita com teores de Cr_2O_3 acima de 40% e com teor de fósforo abaixo de 0,006%. No Brasil, único país na América com depósitos de cromita economicamente aproveitáveis, as minas de cromita estão situadas no estado da Bahia e são propriedades da FERBASA – Companhia de Ferro e Ligas da Bahia SA. O beneficiamento do minério de cromo nos municípios de Campo Formoso e Andorinha, ao longo dos últimos 40 anos, gerou um volume de rejeito da ordem de 2,5 milhões de toneladas, com 10% de Cr_2O_3 . Em decorrência do elevado volume de rejeito, já lavrado e parcialmente moído, torna-se economicamente atrativo desenvolver um processo de aproveitamento dos mesmos. O presente trabalho consta do desenvolvimento de um processo de purificação de concentrados de cromita obtidos com base em rejeitos de cromita oriundos de concentrações gravíticas. Os rejeitos estudados apresentaram um conteúdo elevado em silicatos, cuja diferença de densidade em relação à cromita, permite a obtenção de um concentrado desse mineral, ainda por método gravítico, todavia, com elevado teor de fósforo. Constatou-se, por meio de estudos mineralógicos, que o fósforo não está associado à cromita - mineral paramagnético. Tal fato motivou o uso da separação magnética como método de purificação do concentrado de cromita obtido por separação gravítica. Assim, foram obtidos concentrados de cromita com teores comerciais de Cr_2O_3 de 40% e de fósforo de 0,006%, atendendo as especificações comerciais do produto para fins metalúrgicos.

Palavras-chave: rejeito, cromita, separação gravítica, fósforo.

Área Temática: Tratamento de Minérios

INTRODUÇÃO

O total das reservas mundiais de minério de cromo é de 7,5 bilhões de toneladas, enquanto as reservas brasileiras são de apenas 25,5 milhões de toneladas, que equivale a 8,4 milhões de toneladas de Cr_2O_3 contido (teor médio de 33,1% de Cr_2O_3), sendo o único país do continente americano que produz cromita. em termos de ocorrência na crosta terrestre, o cromo destaca-se como o quinto elemento metálico após o ferro, manganês, alumínio e cobre.

Para atender as indústrias metalúrgicas, químicas, de refratários e de fundição, são exigidas especificações físicas e químicas para o produto de cromita, por isto a importância dos processos de beneficiamento que consiste no enriquecimento do minério de cromita, elevando o teor de Cr_2O_3 aos níveis exigidos pelo mercado consumidor.

Os minérios de cromo são sempre monometálicos, isto é, não há sub-produto no seu processamento, com raras exceções ocorrem platina e minerais pesados. Outra característica consiste na diferença significativa entre a densidade da cromita e dos minerais de ganga, além de elevada susceptibilidade magnética da cromita em relação a essa mesma ganga. Estas características do minério proporcionam a separação gravítica e magnética como processos de beneficiamento após a britagem e moagem. Esses minérios são concentrados em todo mundo por processos gravíticos, em alguns casos é usada a técnica *multigravitic separation* (MGS), na atualidade há uma tendência maior pelo uso de espirais concentradores do em substituição a mesa vibratória.

O beneficiamento do minério de cromo pela FERBASA, ao longo dos últimos 40 anos, gerou um volume de rejeito da ordem de 2,5 milhões de toneladas, com 10% de Cr_2O_3 . Em decorrência do elevado volume de rejeito, já lavrado e parcialmente moído, torna-se economicamente atrativo desenvolver um processo de reaproveitamento dos mesmos. O presente trabalho consta no desenvolvimento de um processo de beneficiamento dos rejeitos de cromita oriundos de concentrações com a finalidade de obter concentrados de cromita com teores de Cr_2O_3 acima de 40% e de P na ordem de 0,006%.

A mina Ipueira em Andorinha contém rejeitos de cromita com teor de fósforo de 0,027% e de óxido de cromo de 11,51%. Os rejeitos estudados apresentam um conteúdo elevado em silicatos, cuja diferença de densidade em relação à cromita, permite a obtenção de um concentrado de cromita, ainda por método gravítico, entretanto, com elevado teor de fósforo. A purificação do minério torna-se fundamental, pois as indústrias metalúrgicas necessitam de valores extremamente baixos de fósforo. Neste contexto, foram realizados estudos mineralógicos para definir a associação mineralógica do fósforo nesse rejeito. Os resultados revelam que o fósforo não está associado à cromita, mineral paramagnético. Tal fato motivou mais ainda o uso da separação magnética como método de purificação do concentrado de cromita, obtido com base em rejeito de concentração gravítica.

DESENVOLVIMENTO

Inicialmente, foram realizadas análises granulométricas das amostras original e moída a uma granulometria com P_{95} em torno de 0,297 mm. A qual foi realiza em um moinho vibratório piloto por meio de processo a seco, usando bolas de aço como meio moedor. Cuidados especiais foram tomados em relação ao tempo de moagem com a finalidade de eliminar o efeito da sobreamoagem.

No estágio seguinte, procedeu-se a concentração em mesa vibratória, também em escala piloto, de cujo concentrado foram tomadas aliquotas para a separação magnética a úmido de alta intensidade. Os testes de separação magnética foram conduzidos em escala de laboratório utilizando um separador magnético tipo RAPID, com intensidade de campo da ordem de 18.000 Gauss. Na etapa seguinte, procederam-se as análises químicas, bem como, os balanços metalúrgicos. O fluxograma da Figura 1 ilustra as etapas dos processos.

Igual procedimento foi levado a efeito com a amostra de 200 kg do rejeito para concentração em espiral de Humphrey e MAK-7.

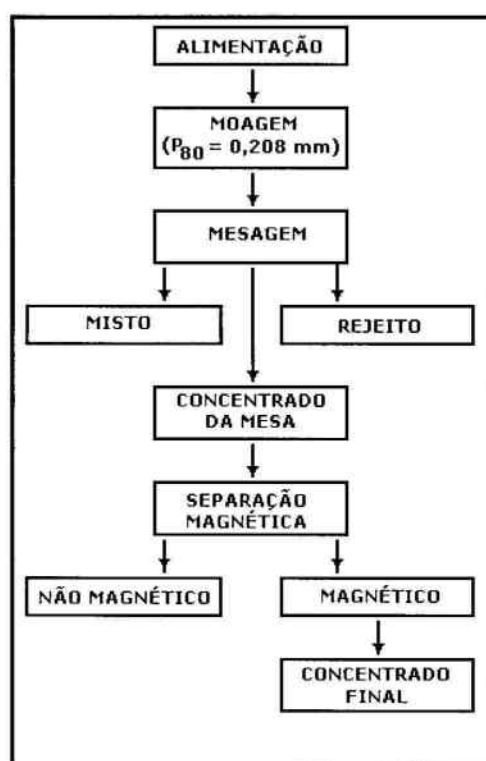


Figura 1 – Fluxograma ilustrativo das operações de concentração e remoção do fósforo do rejeito da FERBASA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se os resultados de duas análises granulométricas do rejeito, amostras original e moída em moinho vibratório, bem como, análises químicas para as diversas frações granulométricas da amostra moída até a granulometria de liberação da cromita. A avaliação dos resultados das análises químicas na Tabela 1 revelou que o minério contém 11,51% de Cr₂O₃ e 0,027% de P. O que justifica a necessidade da etapa de concentração para conseguir concentrados com teores de Cr₂O₃ na ordem de 40% e teores de P na ordem de 0,006%.

Tabela 1 – Distribuições granulométricas da amostra do rejeito, amostras original e moída em moinho vibratório, bem como, os resultados das análises químicas para a amostra moída.

Distribuições granulométricas do rejeito, amostras original e moída									
Abertura (mm)	Percentagens								
	Amostra Original			Amostra Moída					
	Retida	Acumulada	Passante	Retida	Acumulada	Passante			
0,833	16,40	16,40	83,60	-					
0,589	14,65	31,05	68,95	-					
0,417	14,63	45,68	54,32	-					
0,297	12,08	57,76	42,25	-					
0,208	11,91	69,67	30,34	11,32	11,32	88,69			
0,147	10,26	79,93	20,08	14,13	25,45	74,55			
0,104	8,69	88,62	11,39	18,69	44,14	55,86			
0,074	3,76	92,38	7,63	11,57	55,71	44,29			
0,053	1,81	94,19	5,81	8,65	64,36	35,64			
0,037	2,53	96,72	3,28	9,25	73,61	26,39			
-0,037	3,28	100,00	-	26,39	100,00	-			
Alim.	100,00	-		100,00	-				
Distribuição granulométrica do rejeito e resultados das análises químicas para amostra moída									
Abertura (mm)	Peso (%)	Cr ₂ O ₃		P		FeO		SiO ₂	
		(%)	Dist.	(%)	Dist.	(%)	Dist.	(%)	Dist.
0,208	11,33	7,90	7,77	0,021	8,28	9,00	10,80	40,10	14,19
0,147	14,13	12,00	14,73	0,020	10,32	10,10	15,10	36,80	16,24
0,104	18,69	13,80	22,40	0,019	12,94	10,10	19,99	31,70	18,51
0,074	11,57	16,20	16,28	0,029	12,25	10,40	12,73	30,20	10,92
0,053	8,65	15,00	11,27	0,033	10,39	10,40	9,52	28,60	7,73
0,037	9,24	13,20	10,60	0,036	12,14	9,70	9,49	34,00	9,82
0,037	26,39	7,40	16,95	0,035	33,68	8,00	22,37	27,40	22,59
Alim.	100	11,51	100	0,027	100	9,44	100	32,01	100

Os valores da alimentação são calculados

Na Tabela 2 encontram-se os resultados dos testes de concentração em mesa vibratória com amostra do rejeito. Pode-se visualizar a percentagem em peso de cada produto da mesagem, concentrado, misto e rejeito, como também, os resultados das análises químicas para os mesmos. Além disso, na Tabela 2, encontram-se os resultados da separação magnética com amostras do concentrado, obtido em mesa vibratória, com base no rejeito gravítico da mina de Ipueira. Os concentrados obtidos na mesa vibratória apresentaram teores satisfatório de cromita, acima de 40% em peso de Cr₂O₃. Outro fator importante é o teor de fósforo do concentrado obtido, que manteve elevado após o processo de concentração gravítica. Como o fósforo não está associado à cromita, um mineral paramagnético, realizou-se a separação magnética para remoção do mesmo e foram obtidos concentrados com teor de fósforo variando entre 0,004% a 0,008%, conforme registrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados das análises químicas dos produtos da concentração gravítica em mesa vibratória do rejeito e da separação magnética dos concentrados de mesa vibratória obtidos do rejeito.

Concentração em mesa vibratória do rejeito										
	Produto	Peso (%)	Cr ₂ O ₃		P (%)		FeO		SiO ₂	
			(%)	Dist.	(%)	Dist.	(%)	Dist.	(%)	Dist.
Teste (A)	Conc.	13,22	42,60	53,28	0,010	3,79	19,10	25,40	2,90	1,22
	Misto	7,17	28,90	19,61	0,023	4,74	14,60	10,50	16,40	3,75
	Rejeito	79,60	3,60	27,11	0,040	91,47	8,00	64,10	37,40	95,03
	A. C.	100,00	10,57	100,00	0,035	100,00	9,94	100,00	31,33	100,00
Teste (B)	Conc.	7,95	41,20	38,54	0,017	5,11	18,40	15,64	3,90	0,85
	Misto	9,02	17,40	18,47	0,048	16,38	11,10	10,70	25,40	6,31
	Rejeito	83,02	4,40	42,99	0,025	78,51	8,30	73,66	40,60	92,84
	A. A.	100	11,70	100,00	0,026	100,00	11,50	100,00	32,40	100,00
Separação magnética do concentrado obtido na mesa vibratória										
Produtos	Peso (%)	Cr ₂ O ₃ (%)	FeO (%)	SiO ₂ (%)	P (%)					
Testes da série (A)										
Mag. (a)	87,70	44,20	20,50	3,00	0,005					
N. Mag. (a)	12,30	41,70	18,60	5,10	0,047					
Alim. Calc.	100,00	43,89	20,27	3,26	0,010					
Mag. (a)	87,86	43,60	21,40	2,70	0,004					
N. Mag. (a)	12,14	41,50	17,00	5,00	0,048					
Alim. Calc.	100,00	43,35	20,91	2,98	0,009					
Testes da série (B)										
Mag. (b)	98,52	41,90	18,10	3,40	0,007					
N. Mag. (b)	1,48	27,90	14,30	20,50	0,460					
Alim. Calc.	100,00	41,69	18,04	3,65	0,014					
Mag. (b)	97,23	42,50	19,50	3,90	0,008					
N. Mag. (b)	2,77	29,70	15,30	16,40	0,260					
Alim. Calc.	100,00	42,15	19,38	4,26	0,015					

Na Figura 2 pode-se observar o fluxograma das operações de concentração da amostra do rejeito atual e remoção do fósforo, bem como, os balanços de massa e metalúrgico relativos ao Cr₂O₃ e ao fósforo.

No fluxograma da Figura 3, encontram-se os balanços de massa e metalúrgico relativos ao Cr₂O₃ e ao fósforo, para os testes com espirais MAK-7 e de Humphrey, bem como, as operações de concentração gravítica do rejeito e de remoção do fósforo por separação magnética. Nessa figura pode-se observar que a concentração do rejeito FERBASA em espirais simples alcançou uma média de teores de Cr₂O₃ de 31%, entretanto, os ensaios poderão ser repetidos em espirais duplos aumentando a eficiência da concentração, visto que os resultados foram promissores.

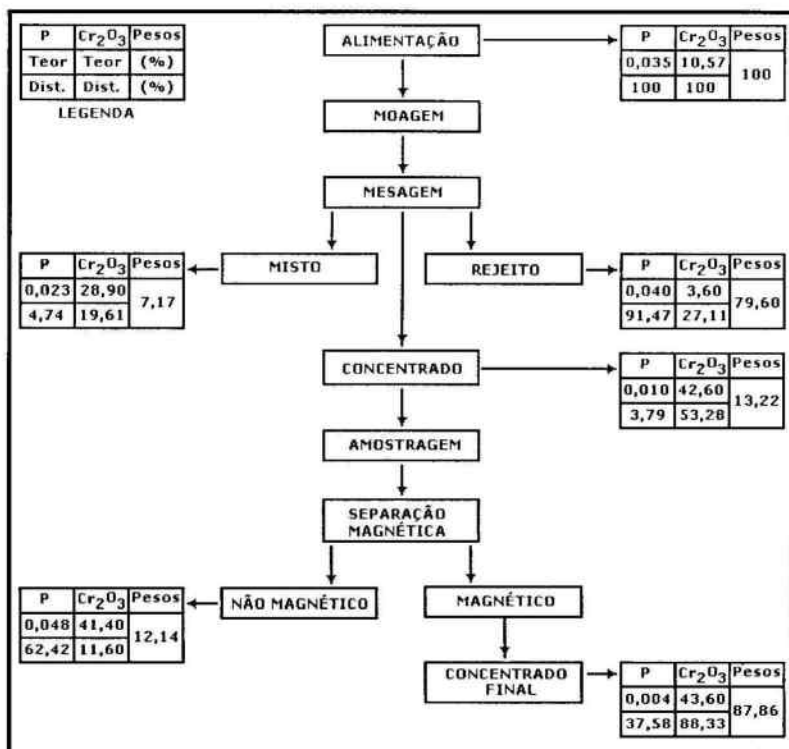


Figura 2 – Fluxograma dos processos de concentração e remoção do fósforo, bem como, os balanços metalúrgico e de massa para a amostra do rejeito da FERBASA.

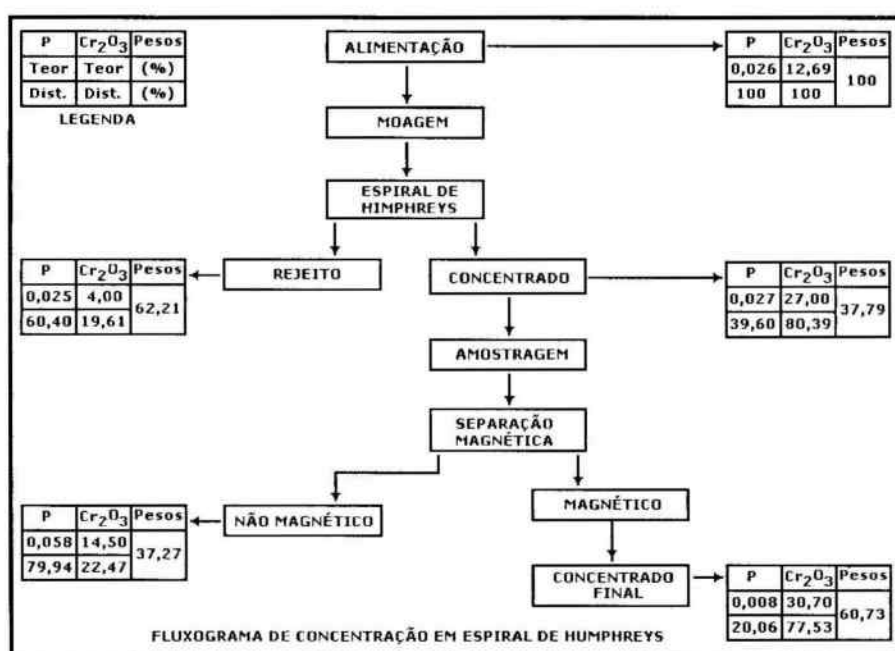
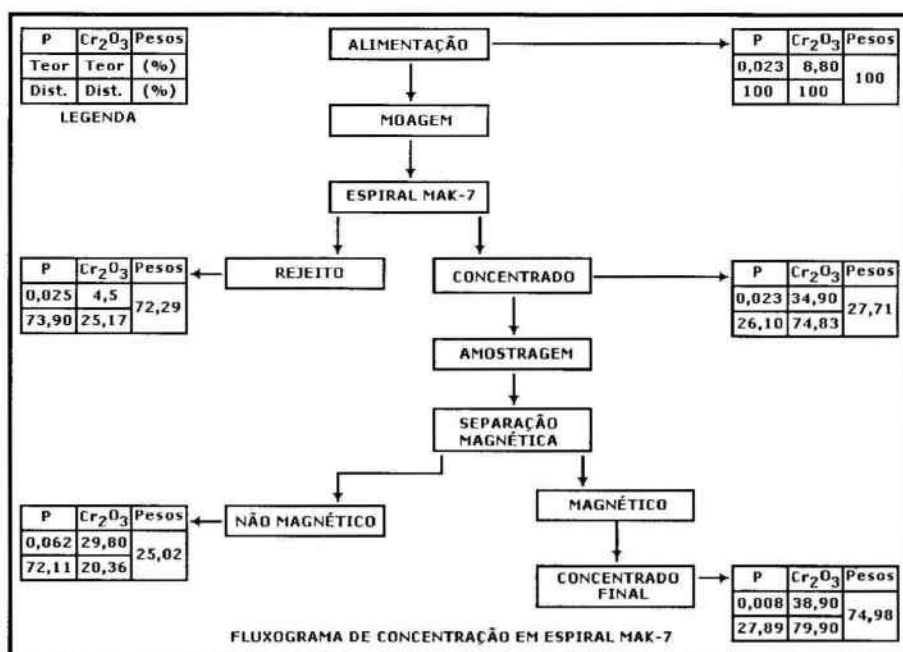


Figura 3 – Fluxogramas de concentração em espirais MAK-7 e de Humphrey, bem como, remoção do fósforo contido nos concentrados.

CONCLUSÕES

A amostra do rejeito após moagem a uma granulometria com P_{95} igual a 0,297 mm, mostrara-se adequada à separação gravítica. Portanto, foram obtidos, por mesagem, concentrados de cromita ainda com teores elevados de fósforo e baixa recuperação da cromita. Esses concentrados foram submetidos à separação magnética a úmido de alta intensidade, resultando em concentrados finais de cromita com teor de fósforo de 0,004% e de Cr_2O_3 de 43% para as amostras de rejeitos.

Assim, foram obtidos concentrados de cromita para aplicações desse produto mineral na obtenção de ligas de cromo, isto é, teores de Cr_2O_3 da ordem de 43% e de fósforo igual a 0,004%.

Em termos de metodologia, a concentração gravítica em espirais MAK-7 e Humphreys apresentou resultados similares para as amostras de rejeito da FERBASA. Muito embora, a concentração em mesa vibratória proporcione melhores resultados que aqueles obtidos com as espirais simples.

É conclusivo que o reaproveitamento do rejeito de cromita é possível por método gravítico, desde que, sejam remoidos e os concentrados sejam submetidos a separação magnética a úmido de alta intensidade para remoção do fósforo. Assim é possível obter concentrados de cromita fina para fins metalúrgicos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FERBASA - Companhia Ferro e Ligas da Bahia S.A. pelo apoio financeiro e ao CNPq pela oportunidade laboratorial que permitiram a realização desse trabalho

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABORD, Mario – **Evolução da Mineração**. 2ª Ed. São Paulo: Editora Mineral Ltda, 1998.
BABBIT, Sérgio – **Evolução da Mineração II**. 3ª Ed. São Paulo: Editora Mineral Ltda, 2000. 2:Prospecção, 233-257.
BARBOSA, C.M.; GREGG, A.F. – **Mundo Mineral**, São Paulo, 3, 245, 77-89, agosto, 1998.
CARDOSO, P.A.; CORREA, J.; PÁDUA, C. – Avanços no Setor Mineral e suas Perspectivas. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE MINERALOGIA, 20, 1997, Águas de São Pedro. Anais do Congresso. Águas de São Pedro: 1ª. 10 a 12 de Setembro, 33-38.