

JIGAGEM DE GRANULADO DE MINÉRIO DE FERRO DA MMX- CORUMBÁ MS¹

Michael Marques²
Marly de Ávila Carvalho³
Adriano Santos⁴
Marcos Goossens⁵
Camilo Silva⁶

Resumo

Com o objetivo de avaliar a concentração do minério granulado produzido na mina da MMX Corumbá a fim de se aumentar o teor metálico do mesmo, realizaram-se vários testes de concentração gravítica por jigagem piloto. Os testes consistiram em produzir um material granulado (lump) entre 25,0 mm e 6,35 mm com qualidade adequada para utilização em altos-fornos. Após os testes de concentração por jigagem piloto todos os materiais testados apresentaram boa qualidade química, com teores de ferro e contaminantes comparáveis a outros minérios presentes no mercado mundial. A utilização do processo de jigagem na usina de beneficiamento de Corumbá irá proporcionar uma menor seletividade na mina prolongando a vida útil da mesma.

Palavras-chave: Jigagem; Concentração gravítica; Granulados.

JIGGING OF LUMP ORE FROM MMX- CORUMBÁ MS

Abstract

This work was carried out to evaluate the concentration of lump ore from MMX Corumbá mine. The main objective has been improving the chemical quality through gravity concentration. These tests were carried out with pilot jig. The tests were based on produce a lump ore between 25,0 to 6,35 mm with quality suitable to use in blast furnaces. The material performed has reached a good chemical quality, with low grade of contaminants comparable with another lump ores in world market. This concentration process by jigging could extend the mine's productivity.

Key words: Jigging; Gravitic concentration; Lump ore.

¹ *Contribuição técnica ao 39º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 10º Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 22 a 26 de novembro de 2009, Ouro Preto, MG.*

² *Engº Metalurgista, MMX Mineração e Metálicos S/A.*

³ *Engª Minas, MMX Mineração e Metálicos S/A.*

⁴ *Engº de Minas, M.Sc, MMX Mineração e Metálicos S/A.*

⁵ *Eng. de Minas, MMX Mineração e Metálicos S/A.*

⁶ *Engº de Minas, D.Sc, MMX Mineração e Metálicos S/A.*

1 INTRODUÇÃO

O Sistema MMX Corumbá compreende uma mina de minério de ferro e uma planta de beneficiamento, que iniciaram a operação e produção em 2005.

A produção se baseia essencialmente de granulados (lump) para o mercado externo. O lump é utilizado como carga metálica de suma importância para os altos-fornos para produção de ferro gusa, chegando a representar até 100% da carga metálica em fornos a carvão vegetal.

O principal objetivo desse trabalho foi avaliar a concentrabilidade do Lump granulados com baixo teor de ferro (>60%) gerado na usina de beneficiamento da MMX Corumbá Mineração através do processo gravítico de jigagem. Isto poderá proporcionar uma menor seletividade na lavra nas minas, aumentando substancialmente o tempo de vida das mesmas.

Segundo Lins:⁽¹⁾ “[...] o processo de jigagem é provavelmente o método gravítico de concentração mais complexo, por causa de suas contínuas variações hidrodinâmicas. Nesse processo, a separação dos minerais de densidades diferentes é realizada em um leito dilatado por uma corrente pulsante de água, produzindo a estratificação dos minerais.

Grande parte da estratificação supostamente ocorre durante o período em que o leito está aberto, dilatado, e resulta da sedimentação retardada, acentuada pela aceleração diferencial. Estes mecanismos colocam os grãos finos/leves em cima e os grossos/pesados no fundo do leito. A consolidação intersticial, durante a sucção, põe as partículas finas/pesadas no fundo e as grossas/leves no topo do leito. Os efeitos de impulsão e sucção, se ajustados adequadamente, devem resultar em uma estratificação quase perfeita, segundo a densidade dos minerais. [...]”

2 METODOLOGIA

Foram processadas amostras com características químicas diferentes retiradas do pátio de estocagem da MMX Corumbá. Os testes foram realizados com um jigue piloto pneumático.

O equipamento foi ajustado para cada amostra para um melhor desempenho do jigue. Os ajustes buscaram atingir uma melhor qualidade química aliado a uma maior recuperação mássica. As principais variáveis do equipamento são:

- taxa de alimentação;
- altura do leito;
- entrada de água;
- pulsação de água (amplitude e frequência);
- entrada de Ar;
- altura da gaveta de descarga; e
- velocidade das peneiras desaguadoras de produto.

As amostras foram processadas segundo o fluxograma da Figura 1.

LUMP - 25,0 mm +6,3 mm

Concentração do LUMP Corumbá

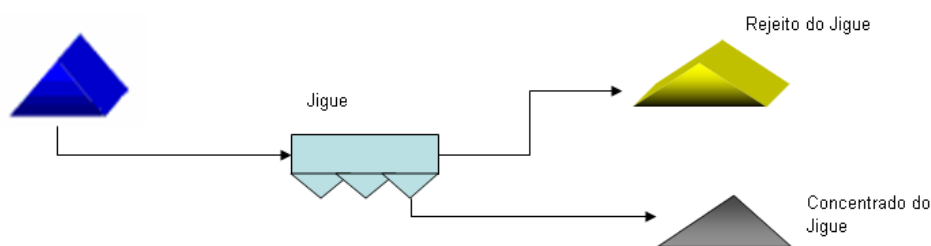


Figura 1 – Fluxograma do testes.

Condições da Jigagem:

- tratamento de partículas com no máximo 25 mm na alimentação.
- capacidade: 200 kg/h - 800 kg/h;
- comprimento do Jig: aprox. 800 mm;
- largura do Jigue: aprox. 400 mm;
- largura do leito: aprox. 200 mm;
- número de câmaras: 2;
- largura da câmara: 400 mm;
- área efetiva de jigagem: 0,16 m²;
- taxa de água introduzida na câmara: max. 30 m³/h;
- pressão de água: 2,0 bar abs; e
- taxa de ar: 1,0 m³/min.

Na Figura 2 está ilustrado algumas fotos do equipamento utilizado.



Figura 2 – Jigue pneumático piloto utilizado nos testes.

Com o mesmo equipamento também foram realizados testes de estratificação. O teste de estratificação é uma simulação estática de um processo gravítico onde se espera que as partículas de minério segreguem de acordo com a sua densidade/tamanho formando um leito de camadas quimicamente diferentes. No caso do minério de ferro deseja-se que as camadas mais densas possuam um teor maior de ferro e uma maior espessura em relação às menos densas, buscando uma melhor qualidade aliada a uma maior recuperação em massa. A Figura 3 mostra um exemplo de um teste de estratificação.



Figura 3 – Exemplo de um teste de estratificação.

3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos com os materiais foram dentro dos objetivos esperados, onde se obteve um aumento no teor de ferro e diminuição nos teores de contaminantes, tornando os produtos apropriados ao mercado siderúrgico como mostra a Tabela 1. As recuperações mássica e metalúrgica também se mostraram plausíveis para implantação de uma operação industrial. A perda de massa para os rejeitos foram menores que 20%. A Figura 4 ilustra o resultado macroscópico obtido nos testes.



Figura 4 - Resultado macroscópico obtido nos testes.

Os testes de estratificação realizados mostraram uma boa correlação com os testes dinâmicos. Isto mostra que os testes de estratificação são de grande valia para análise de concentração por jigagem. Vale ressaltar que os testes de estratificação requer uma amostra pequena, de poucos quilos, enquanto o teste piloto requer algumas toneladas de amostra. Os resultados dos testes de estratificação estão apresentados na Figura 5.

Tabela 1 – Resultados de Jigagem Piloto do LUMP

Teste		Rec. Mass (%)	Rec. Metal	%Fe	%Al2O3	%SiO2	%P	%Mn	%K2O	%PPC
1	Alim	100		63,5	1,03	6,59	0,053	0,02	0,06	0,7
	Conc.	82	83%	64,6	0,72	5,68	0,055	0,02	0,02	0,3
	Rej.	18		58,3	2,71	13,76	0,065	0,01	0,06	0,9
2	Alim	100		63,4	1,62	5,38	0,058	0,19	0,06	1,3
	Conc.	57	59%	65,7	0,87	3,93	0,054	0,15	0,04	0,7
	Rej.	43		60,2	2,63	8,03	0,072	0,29	0,12	2,0
3	Alim	100		63,4	1,62	5,38	0,058	0,19	0,06	1,3
	Conc.	72	73%	64,9	1,11	4,70	0,055	0,09	0,04	0,8
	Rej.	28		59,6	2,88	8,22	0,062	0,37	0,13	2,1
4	Alim	100		61,3	2,62	6,80	0,062	0,01	0,09	2,1
	Conc.	87	91%	64,1	1,05	5,61	0,053	0,04	0,04	1,2
	Rej.	13		41,4	13,25	17,29	0,100	0,03	0,40	9,8
5	Alim	100		61,7	2,89	6,12	0,068	0,05	0,11	1,2
	Conc.	92	94%	63,1	1,79	5,36	0,060	0,04	0,07	1,5
	Rej.	8		45,5	10,23	15,99	0,122	0,03	0,35	8,2
6	Alim	100		61,1	3,13	5,81	0,064	0,04	0,11	2,4
	Conc.	84	89%	65,1	1,59	4,31	0,056	0,03	0,06	0,0
	Rej.	16		40,7	12,97	17,26	0,106	0,02	0,40	10,1
7	Alim	100		60,4	3,45	6,10	0,069	0,03	0,12	2,8
	Conc.	71	77%	65,6	1,19	4,18	0,056	0,03	0,06	0,9
	Rej.	29		47,5	10,09	11,97	0,096	0,06	0,34	8,6
8	Alim	100		63,4	2,86	3,61	0,065	0,02	0,07	2,3
	Conc.	86	90%	66,1	1,43	2,43	0,063	0,02	0,03	1,1
	Rej.	14		46,4	11,68	13,99	0,093	0,05	0,36	6,2
9	Alim	100		63,9	3,37	3,49	0,068	0,03	0,07	2,6
	Conc.	84	88%	66,9	1,52	2,12	0,063	0,02	0,03	1,2
	Rej.	16		48,1	9,74	12,15	0,091	0,03	0,26	8,3
10	Alim	100		62,8	1,31	6,38	0,059	0,03	0,04	1,1
	Conc.	87	89%	64,5	0,81	5,55	0,056	0,03	0,02	0,7
	Rej.	13		51,6	6,69	12,06	0,081	0,14	0,24	6,1
11	Alim	100		63,1	1,22	5,97	0,058	0,03	0,03	1,0
	Conc.	83	85%	64,5	0,65	5,70	0,054	0,02	0,02	0,5
	Rej.	17		56,1	4,33	10,31	0,073	0,10	0,16	4,0
12	Alim	100		63,1	1,38	6,97	0,054	0,25	0,07	1,0
	Conc.	81	82%	64,4	0,83	5,37	0,050	0,06	0,03	0,6
	Rej.	19		57,5	1,73	13,25	0,057	0,43	0,10	1,1

Baseando-se nos resultados obtidos foi possível traçar uma curva de enriquecimento do lump segundo a diminuição do teor de sílica. A curva está apresentada na Figura 5.

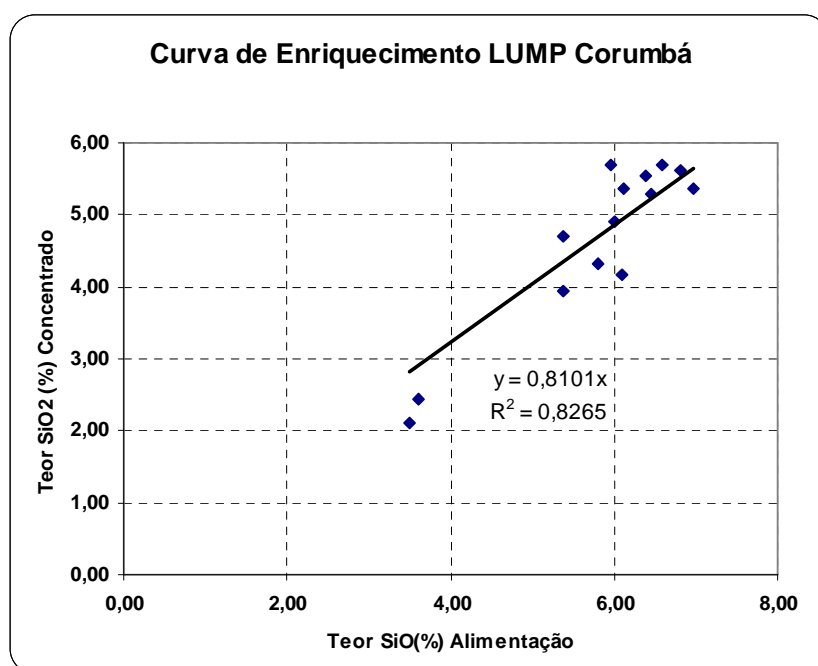
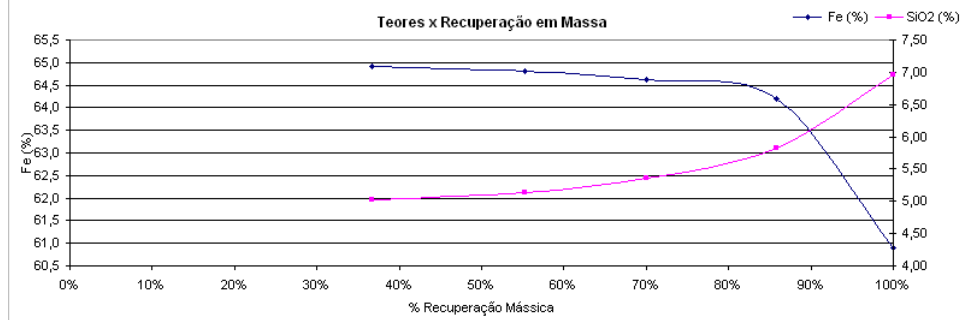
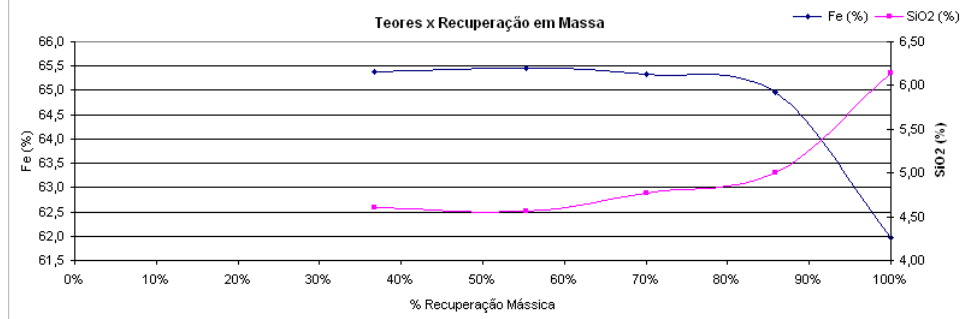


Figura 5 – Correlação entre o teor de sílica na alimentação e no concentrado do lump.

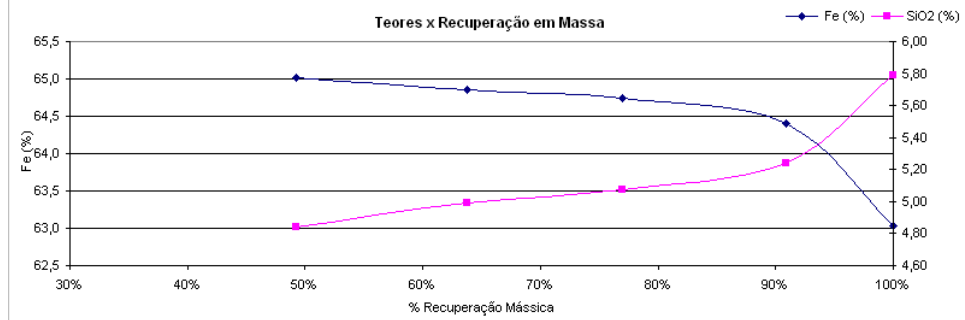
Camadas	Rec Massica	Fe (%)	Al2O3 (%)	SiO2 (%)	P (%)	MnO (%)	K2O (%)	TiO2 (%)	LOI (%)
E+F	37%	64,92	0,98	5,03	0,05	0,02	0,04	0,07	0,55
D+E+F	55%	64,81	0,93	5,14	0,05	0,02	0,04	0,07	0,55
C+D+E+F	70%	64,62	0,91	5,37	0,05	0,02	0,04	0,07	0,55
B+C+D+E+F	86%	64,20	1,01	5,82	0,06	0,02	0,04	0,07	0,60
A+B+C+D+E+F	100%	60,91	2,86	6,97	0,06	0,02	0,10	0,14	2,18



Camadas	Rec Massica	Fe (%)	Al2O3 (%)	SiO2 (%)	P (%)	MnO (%)	K2O (%)	TiO2 (%)	LOI (%)
E+F	37%	65,39	0,99	4,61	0,05	0,02	0,05	0,08	0,58
D+E+F	55%	65,46	0,92	4,57	0,05	0,01	0,04	0,07	0,58
C+D+E+F	70%	65,33	0,87	4,77	0,05	0,02	0,04	0,07	0,57
B+C+D+E+F	86%	64,95	0,97	5,00	0,05	0,02	0,04	0,08	0,65
A+B+C+D+E+F	100%	61,98	2,61	6,14	0,06	0,01	0,09	0,14	1,93



Camadas	Rec Massica	Fe (%)	Al2O3 (%)	SiO2 (%)	P (%)	MnO (%)	K2O (%)	TiO2 (%)	LOI (%)
E+F	49%	65,01	0,82	4,84	0,05	0,01	0,03	0,07	0,61
D+E+F	64%	64,85	0,82	4,99	0,05	0,02	0,03	0,07	0,59
C+D+E+F	77%	64,74	0,86	5,07	0,05	0,02	0,04	0,07	0,62
B+C+D+E+F	91%	64,41	1,00	5,24	0,06	0,02	0,04	0,08	0,70
A+B+C+D+E+F	100%	63,03	1,71	5,79	0,06	0,02	0,06	0,10	1,28



Camadas	Rec Massica	Fe (%)	Al2O3 (%)	SiO2 (%)	P (%)	MnO (%)	K2O (%)	TiO2 (%)	LOI (%)
E+F	40%	65,57	0,79	4,47	0,05	0,02	0,03	0,07	0,56
D+E+F	54%	65,43	0,84	4,49	0,05	0,02	0,03	0,07	0,63
C+D+E+F	71%	64,92	0,93	4,88	0,05	0,02	0,03	0,07	0,69
B+C+D+E+F	78%	64,31	1,13	5,25	0,06	0,02	0,04	0,08	0,83
A+B+C+D+E+F	100%	61,89	2,39	6,19	0,06	0,02	0,08	0,13	1,78

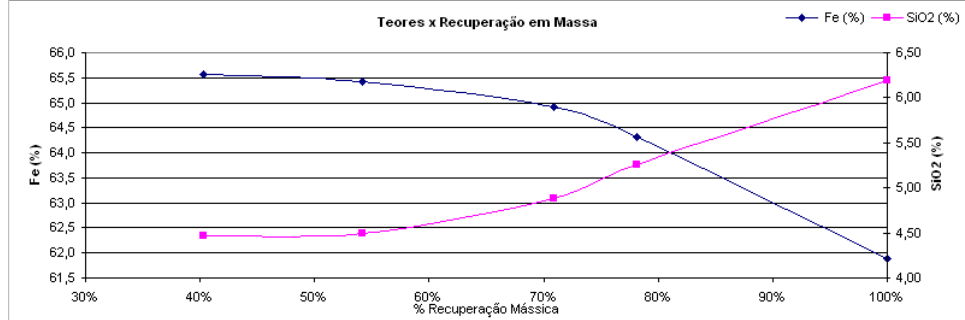


Figura 6 - Resultados dos testes de estratificação.

4 CONCLUSÕES

O processo de jigagem se mostrou adequado para a concentração dos granulados gerados na planta de beneficiamento da MMX-Corumbá.

Observa-se que para um índice de recuperação de concentrado em massa de 85% obtemos aumento de 3 pontos percentuais no teor de ferro, redução de 1,8 pontos percentuais no teor de alumina e um decréscimo de 1,15 pontos percentuais no teor de sílica. A perda por calcinação também tem uma diminuição expressiva no concentrado.

Os resultados de estratificação mostraram que existe uma segregação quanto a densidade do minério que aumenta das camadas superiores para as camadas inferiores.

A qualidade química obtida no lump concentrado atende com plenitude as exigências do mercado de minério de ferro.

REFERÊNCIAS

- 1 LINS, F.F., Concentração Gravítica, In: Tratamento de Minérios, ed. Por A.B.Luz, M.V. Possa e S.L.Almeida, 2ª edição, 1998, CETEM, Rio de Janeiro.