

CONCENTRAÇÃO DO CARVÃO DE MOATIZE, MOÇAMBIQUE, POR CICLONES A MEIOS-DENSOS

Leandro Peres ALBERTO¹; Carlos Hoffmann SAMPAIO²; Eunírio Zanetti FERNANDES³

¹Laboratório de Processamento Mineral, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: lleandro.alberto@gmail.com; ²Laboratório de Processamento Mineral, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: Sampaio@ufrgs.br; ³Instituto Tecnológico Vale, Ouro Preto, MG, e-mail: eunirio.zanetti@itv.org

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência de ciclones a meio-denso da mineradora Vale, na mina de Moatize, Moçambique. As amostras utilizadas nos estudos foram provenientes de ciclones a meio-denso da usina de tratamento: Dmc1 e Dmc2, sendo que o concentrado do primeiro Ciclone a meio denso alimenta o segundo ciclone, onde são gerados dois produtos finais (Carvão metalúrgico e térmico).

Palavras-chave: Carvão mineral, Curvas de Tromp, Separação a meio denso

ABSTRACT

The main objective of this work is to evaluate the efficiency of heavy media cyclones of the mining company Vale, in the Moatize mine, Mozambique. The samples used in the studies came from heavy media cyclones of the treatment plant: Dmc1 and Dmc2. The concentrate of the first Cyclone feeds the second cyclone, where two final products (metallurgical and thermal coal) are generated.

Key-Words: Coal, Tromp Curves, Heavy Media Separation

1 INTRODUÇÃO

A separação por meio denso é uma separação gravimétrica, sendo considerada a melhor separação de corte em relação aos meios gravimétricos, isto se deve a precisão na separação de soluções com diferença de densidade de até 0,1g/cm³. Este método de classificação baseia-se no emprego de um meio denso, no qual deve possuir uma densidade intermediária entre os minerais de interesse e aqueles que não se deseja utilizar.

O crescimento da demanda faz com que concentradores sejam alimentados com materiais mais complexos e mais pobres, consequentemente mais difíceis de tratar. O aproveitamento desses minérios requer métodos de tratamento mais elaborados o que implica em maiores custos operacionais e redução da margem de lucro das empresas. A Vale-Moatize vem investindo fortemente em pesquisa e desenvolvimento, visando aperfeiçoar as rotas de processo estabelecida nas

suas unidades de concentração na planta I, bem como suportar tecnicamente a seleção de tecnologias para projetos de expansão planta II.

É devido a essa ampla versatilidade associada a suas amplas faixas de concentração, que os ciclones de meio denso são hoje utilizados nos mais variados setores industriais, principalmente no tratamento de minério.

Todos os classificadores, incluindo os Ciclones de meio denso, podem ter sua eficiência medida através de sua curva de Tromp. A curva de Tromp permite avaliar a precisão de separação em equipamentos de concentração gravimétrica de maneira independente da distribuição densimétrica da alimentação (Tromp, 1937 apud Sampaio e Tavares, 2005).

Sabendo-se da importância desse assunto realizou-se esse trabalho com o intuito de avaliar a eficiência de concentração de Carvão mineral por meio denso (magnetita) utilizando Ciclones e orientar a Vale-Moçambique na tomada da decisão

no sentido de aperfeiçoar o processo de beneficiamento de Carvão.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A parte experimental deste trabalho consistiu na caracterização de ciclones de meio denso equipamento de beneficiamento Gravimétrico que opera na Província de Tete-Moatize, na camada Chipanga, Fig-23. Os Dados são da mineradora Vale- Moatize e as suas análises foram realizadas no LAPROM - Laboratório Processamento Mineral da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

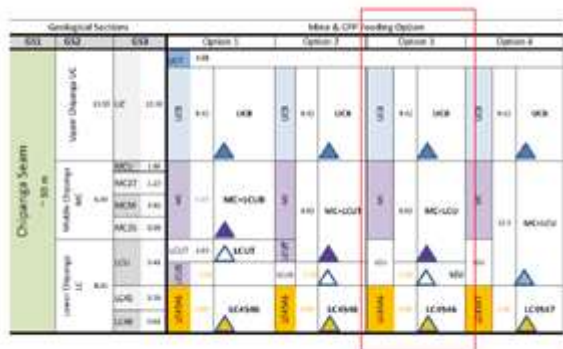


Figura 1 - Representa a composição da camada Chipanga em exploração pela mineradora. Fonte: Vale-Moçambique, (2016).

Com o intuito de avaliar a eficiência de ciclones a meio denso da mineradora Vale- Moatize, A empresa forneceu ao Laboratório Processamento Mineral (LAPROM), cerca de 76kg de amostra de carvão Concentrado e Rejeito proveniente da usina de beneficiamento. Calcularam se as massas e os teores da alimentação através de balanço de massas.



Figura 2 - A figura ilustra ciclones de meio denso da Vale-Moatize de onde foram colhidas as amostras.

Cada uma das amostras recebidas, elas foram a princípio colocadas durante 24h em uma estufa a 60°C para secar, ou seja, retirar o excesso de umidade e facilitar o peneiramento.

De seguida foram homogeneizadas e quarteadas em Quarteador Jones Modelo 1260 de modo a se obter a melhor mistura e representatividade possível do material a ser analisado.

Para a realização da classificação granulométrica do material, foi necessário colocar em uma peneira de 1 mm sobre um agitador mecânico onde sofreu uma agitação constante de ate 2min permitindo que as as partículas menores passassem da malha. Tanto o rejeito como o concentrado do ciclone foram submetido a etapa do afunda-flutua conforme a NBR 8738 (ABNT, 1984b), com objetivo de se obterem as massas de flutuados nas densidades relativas 1,30,1,40,1,50, 1,60, 1,70, 1,80, 1,90, 2,0 e 2,2 g/cm³.1,30,1,40,1,50, 1,60, 1,70, 1,80, 1,90, 2,0 e as massas dos afundaos na densidade 2,2 g/cm³. Após as análises de Afunda-flutua as frações foram caracterizadas em teor de cinzas de acordo com a NBR 8289 (ABNT, 1984a). Com os resultados obtidos foram transcritos em uma planilha eletrônica para os cálculos e construção das curvas de separabilidade densimétrica, também chamadas de curvas de Lavabilidade de Henry-Reinhard, para as faixas granulométricas consideradas. Foram obtidos, assim, a recuperação teórica de massa, o teor de cinzas do material flutuado ou afundado para cada densidade de corte, bem como a curva de tolerância também conhecida como NGM - "Near Gravity Material" (Tavares & Sampaio, 2005).



Figura 3 – Ensaios de afunda-flutua.

A curva de Tromp foram elaborados a partir dos resultados dos ensaios de separação densimétricas e das massas de alimentação do concentrado e rejeito. Através da curva de Tromp verificou-se a eficiência do sistema. O tamanho de separação ou o tamanho de corte foi obtido com a probabilidade de 50%, ou seja, igual a chance da partícula ficar no concentrado ou rejeito. A eficiência de separação foi avaliada pelo erro provável médio e imperfeição.

2.1 BALANÇO DE MASSAS

Um balanço de massas da etapa de classificação foi necessário com o intuito de calcular os dados da amostragem do carvão térmico. Com os dados fornecidos foi possível determinar as respectivas massas em densidades requeridas como também foi possível determinar o teor de cinzas para cada faixa dessimétrica.

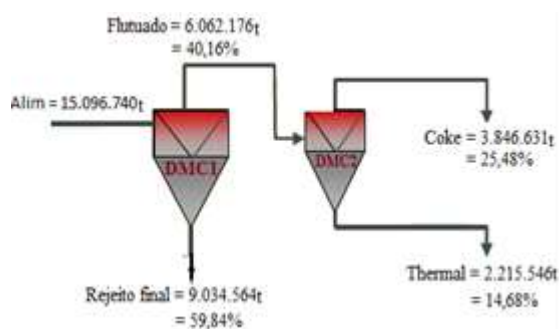


Figura 4 – Balanço de massa dos circuitos estudados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterizaram-se o concentrado e o rejeito, e determinaram-se dados de eficiência de processo.

As tabelas abaixo apresentam resultados da análise densimétrica e de cinzas do material rejeito e concentrado do Dmc1 e Dmc2 na alimentação. Verifica-se uma tendência crescente nos teores de cinzas, iniciando com a densidade relativa menor e finalizando com a maior densidade. Reconstituindo todas as frações, o material apresenta 72,06% de cinzas para o primeiro ciclone e 65,71% de cinzas para o segundo ciclone.

Tabela 1 - Ensaios densimétricos do Concentrado na alimentação do ciclone 1

Faixa densimétrica	Alimentação		
	<i>g/cm³</i>	<i>M.Calc</i>	<i>Massa %</i>
-13		1148	1148
-0,1		26,31	26,31
-0,1		3,12	3,12
-0,1		5,66	5,66
-0,1		3,96	3,96
-0,1		4,61	4,61
-0,1		7,61	7,61
-0,1		5,78	5,78
2,0-2,2		7,61	7,61
2,2		23,87	23,87
Total		100	100

Tabela 2 - Ensaios densimétricos do Concentrado do ciclone 2

F. densimétrica	Alimentação		
	<i>g/cm³</i>	<i>M. Calc</i>	<i>M.recal</i>
-13		28,49	28,49
-0,1		65,33	65,33
-0,1		6,09	6,09
1,5		0,09	0,09
Total		100	100

Com os resultados densimétricos do concentrado e rejeito dos ciclones, foi possível recalculá-la a alimentação de todos os produtos. De seguida determinou-se os coeficientes de partição para cada ciclone de modo a elaborar as curvas para cada equipamento.

Tabela 3 - Resultados de coeficientes de partição do ciclone 2.

Densidade relativa	Nº de Tromp
125	99,7
135	99,7
145	78,3
155	0,6

Tabela 4 - Resultados de coeficientes de partição do ciclone 1.

Densidade relativa	N° de Tromp
1,25	73,7
1,35	58,7
1,45	66,9
1,55	42,3

As figuras 5 e 6, Apresentam as curvas de tromp (curvas de partição) dos ciclones de meio denso em estudo. Pode-se observar o formato esperado "S" e que a densidade relativa para o coeficiente de partição do Dmc1 é de 1,49 g/cm³ e Dmc2 é de 1,40 g/cm³.

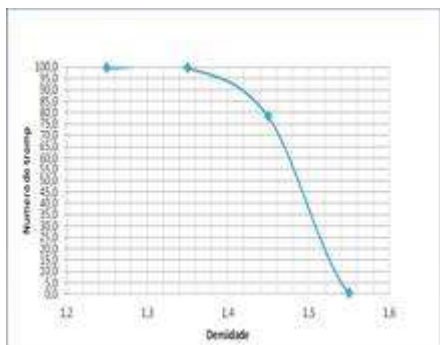


Figura 5 – Curva de tromp do DMC1 da planta 1.

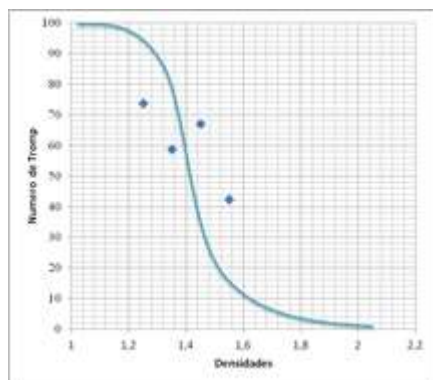


Figura 6 – Curva interpolada de Tromp do Dmc2 da planta 1.

A partir das curva, foram feitas as leituras do, d75, d50 e d25 e de seguida foi determinado os valores dos restantes parâmetros.

As tabelas 5 e 6 mostra alguns parâmetros derivados da curva de partição - Densidade de corte

(D50), Desvio provável médio (EPM) e Imperfeição (I).

Todos os indicadores de eficiência de equipamento erro provável médio e imperfeição; apontam os equipamentos ter uma boa precisão. Sampaio e Tavares (2005), afirmam que quanto menor o erro provável maior é precisão ou seja para equipamentos mais precisos (como separadores de meio denso) o Ep varia tipicamente entre 0,02.

Tabela 5 - Parâmetros derivados da curva de partição do DMC1 estudado.

Parâmetro	Resultado
D ₂₅	1,51
D ₅₀	1,49
D ₇₅	1,45
EPM	0,03
I	0,02

Tabela 6 - Parâmetros derivados da curva de partição do DMC2 estudado.

Parâmetro	Resultado
D ₂₅	1,82
D ₅₀	1,52
D ₇₅	1,22
EPM	0,07
I	0,05

4 CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo principal avaliar o desempenho de ciclones de meio denso da Vale-Moatize, equipamentos responsáveis pela operação de concentração de partículas por diferença de densidades.

Na busca deste objetivo, foi realizada uma revisão dos processos de concentração por meio denso, como também foi realizado ensaios densimétricos e análise químicas para a determinação dos parâmetros de eficiência.

Com referência aos ensaios experimentais realizados, foi possível constatar que: Os parâmetros avaliados (Desvio provável médio e Imperfeição) indicaram boa eficiência de concentração nos dois ciclones.

A metodologia de avaliação da concentração em ciclones de meio denso desenvolvido neste trabalho, mostrou uma boa ferramenta para auxiliar em iniciativas que busquem a melhoria da eficiência da classificação principalmente no Ciclone a Meio-Denso 2, onde foram identificadas oportunidades de melhoria.

5 REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 8289 - Carvão Mineral: Determinação do Teor de Cinzas. 4 p.,1983.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 8738 - Carvão Mineral: Ensaio densimétrico. Rio de Janeiro,1984b.

Burt, R. O. Gravity concentration technology. Amsterdam: Elsevier, 1984, p.139-183.

CAMPOS, A. R. de.; LUZ, A. B.da., BRAGA, P. F.A. Separação em meio denso, in LUZ, A. B. da.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, Silvia.C.A. (Ed.). Tratamento de minérios. 5ªed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010, p.329-361.

CHAVES, A. P.; FILHO, R. C. C. Teoria e Prática do Tratamento de Minérios - Separação Gravítica. Oficina de Textos. São Paulo, 2013.

Derbrouck,A.W., Hudy,J., 1972. Performance characteristics of coal washing equipment: dense medium cyclones, USBM Report of Investigations, RI 7673.

MAE. (2005), Perfil do Distrito de Moatize, Província de Tete, Ministério da Administração Estatal. Série Perfis Distritais, Maputo, Moçambique.

OSBORNE, D.G., 1988. Coal Preparation Technology, Graham and Trotman Ltd., vol. 1, London.

PITA, F. A. G., 2004. Apontamentos da disciplina Concentração e Diagramas. Coimbra: Departamento de Ciências da Terra Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.p. 22-42

RUBIO, J. Carvão Mineral. Caracterização e beneficiamento. Porto Alegre: Nova Linha Artes Gráficas, 1988. v 1. 53 a 60 p.

SAMPAIO, C.H. e TAVARES, L. M.M. Beneficiamento Gravimétrico: Uma Introdução aos Processos de Concentração Mineral e Reciclagem de Materiais por Densidade., Editora: UFRGS, Porto Alegre. 2005.