

Estudo da análise granulométrica por peneiramento de minérios da região de Carajás-PA

Study of granulometric analysis by sieving of ores in the region of Carajás-PA

Brenda Almeida Nogueira¹, Marceley Lays Brito Pinheiro¹, Lilian Madeira Marques¹, Denilson da Silva Costa¹, Thiago Duarte Figueiredo², Carlos Alberto Pereira^{2*}

RESUMO

O conhecimento da distribuição de tamanhos de um conjunto heterogêneo de partículas, chamado análise granulométrica, é uma importante ferramenta nos estudos de caracterização tecnológica de minérios, no controle de qualidade de um produto para comercialização, na seleção de equipamentos ou em processos de beneficiamento de minérios. Vários métodos foram desenvolvidos para essa finalidade, quase sempre, baseados na similaridade geométrica ou hidrodinâmica das partículas. Na análise granulométrica por peneiramento, método mais antigo e bastante utilizado na prática laboratorial, alguns fatores podem influenciar o resultado, como o tempo de peneiramento e a massa de material a ser analisada; pode ser a seco, a úmido ou combinado, vai depender da característica do material a ser ensaiado. No entanto, em laboratório, ainda é comum utilizar erroneamente massa e tempo padrões para diferentes materiais, sem levar em consideração suas particularidades (principalmente densidade). O objetivo principal deste trabalho é determinar a massa e o tempo adequados, nos ensaios de análise granulométrica por peneiramento, para os minérios de ferro e cobre da região de Carajás-PA. Utilizando a equação proposta por Gaudin, que determina a massa máxima que deve ficar retida em cada peneira, e ensaios sucessivos de peneiramento com tempos crescentes até que a massa passante em uma ou mais peneiras não varie mais do que 0,1%, espera-se encontrar a massa e o tempo adequados para cada minério estudado, contribuindo assim com as práticas laboratoriais do tratamento de minérios.

Palavras-chave: Peneiramento; Gaudin; Carajás-PA.

ABSTRACT

The size analysis of heterogeneous particles is an important tool in many activities, such as, technical characterization of ores, quality control of a product for sale, equipment selection, ore beneficiation processes, and so on. Many methods were developed to achieve that goal, frequently based on geometric similarity or in aerodynamic of particles. In the particle size analysis by screening, the oldest method, some factors can influence the output, such as screening time and material mass to be analyzed, which can be dry, humid or compound, depending on the material characteristics. However, at laboratories, it is still common to use mass and time patterns in a wrong way to different materials, without take account their peculiarities, e.g. density. The main goal of this work is determines suitable mass and time used in assays of particle size analysis by screening, to iron and copper ore from Carajás-PA. Using the equation proposed by Gaudin, it is determined the maximum mass that must be retained in each sieve, in successive screening test with increasing time until the passing mass, through one or more sieves, does not vary more than 0,1%. The suitable time and mass was obtained.

¹ Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - E-mail: denilson@unifesspa.edu.br

^{2*} Universidade Federal de Ouro Preto E-mail: carlos.ii@ufop.edu.br

INTRODUÇÃO

A Província Mineral de Carajás é uma das mais importantes reservas minerais do Brasil, contendo os maiores depósitos de ferro do mundo, além de ouro, cobre, manganês, níquel e platina (VENEZIANI, DOS SANTOS e PARADELLA, 2004). Os recursos explorados em grande escala apresentam, em geral, características e peculiaridades próprias. Por essa razão, processos tecnológicos adequados para um dado minério raramente serão efetivos para uma espécie similar, devido suas variações na composição mineralógica, granulometria, teores de ganga e outros parâmetros, ainda que os produtos sejam provenientes de um mesmo depósito. Dessa maneira faz-se importante o estudo mais aprofundado e detalhado sobre a espécie que se deseja explorar.

A caracterização tecnológica engloba todos os estudos e trabalhos desenvolvidos para o conhecimento das principais propriedades de um material (VALADÃO e ARAÚJO, 2007). Procura-se determinar o comportamento dos materiais úteis frente ao processo de beneficiamento estipulando índices tecnológicos como por exemplo, granulometria de liberação, partição dos elementos químicos de interesse entre fases distintas, curvas de separabilidade, expectativa de recuperação em massa e metalurgia, estimativa da qualidade do concentrado dentre outros parâmetros do comportamento de minérios (ULIANA, 2010).

A granulometria de separação se baseia na classificação de um conjunto de partículas pela distribuição de tamanhos, sendo de fundamental importância para a determinação da eficiência de separação dos sólidos na entrada e na saída dos equipamento de separação. As análises granulométricas podem ser feitas por diversas técnicas experimentais, sendo a mais simples o peneiramento (CERRI, 2010).

O peneiramento é um dos métodos mais antigos na área de processamento mineral, utilizado na separação por tamanho, no desaguamento, na deslamagem, na concentração, entre outras combinações dessas aplicações. Este é entendido como um processo de classificação de partículas por tamanho, sendo compreendido em escala laboratorial até a faixa granulométrica de 37 micrometros. A determinação das faixas de tamanho das partículas é feita por meio de uma série de aberturas de peneiras que mantém

entre si uma relação constante, podendo o processamento fino ser realizado a seco ou a úmido (SAMPAIO, FRANÇA e BRAGA, 2007).

Nesse sentido o estudo em questão tem como objetivo determinar a massa e o tempo adequados nos ensaios de análise granulométrica por peneiramento para os minérios de ferro e cobre da região de Carajás – PA. Utilizando dessa forma a equação proposta pro Gaudin, a qual determina a massa máxima, que deve ficar retida em cada peneira, e conseqüentemente o tempo de peneiramento para que este experimento seja considerado eficiente. E por fim utilizar esses resultados em futuras práticas laboratoriais de tratamento de minérios.

DESENVOLVIMENTO

Os procedimentos experimentais executados com os minérios de ferro e cobre, provenientes da Mina de Ferro de Carajás e Mina do Sossego, respectivamente, foram realizados na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, no Laboratório e na Mini Usina de Tratamento de Minérios da Faculdade de Engenharia de Minas e Meio Ambiente, no período de Janeiro a Abril de 2015. Tais procedimentos encontram-se subdivididos em:

- a) obtenção e preparação das amostras;
- b) ensaios de análise granulométrica por peneiramento;
- c) cálculo da massa adequada para um peneiramento eficiente.

Obtenção e preparação das amostras

Os minérios de cobre e ferro foram oriundos do produto da moagem, sendo selecionados inicialmente por uma peneira com abertura de 1,40 μm . Após cominuição, as amostras foram secas na estufa a 80°C num período de 24 horas, em seguida realizado o processo de amostragem (homogeneização e quarteamento em pilha cônica) para a obtenção de alíquotas de 250g e a partir desta foi-se reduzindo as massas desejadas (200, 150 e 100 g) para os peneiramentos subsequentes. Posteriormente fez-se necessário a determinação da densidade real por picnometria.

Ensaio de análise granulométrica por peneiramento

Foi utilizada a série Tyler de peneiras com as seguintes aberturas: 150, 106, 75, 53 e 38 μm . Nos dois tipos de materiais utilizou a mesma série de peneiras, acopladas a um agitador eletromagnético de peneiras com frequência de 4,5 Hz, variando-se os experimentos em tempos de 15, 20, 25 e 30 min. Ao final do peneiramento a massa retida em cada peneira foi apanhada e pesada na balança, sendo realizados em triplicata.

Cálculo da massa a ser peneirada

Para o cálculo da massa a ser peneirada, utilizou-se a Equação de Gaudin (Equação 1) que determina a massa máxima que deve estar retida em cada peneira.

$$M = \frac{\pi * D^2 * \rho * (d_i + d_s)}{4} \quad (1)$$

Onde:

M = Massa máxima retida;

D = Diâmetro da peneira (20,32 cm);

ρ = Massa específica da amostra a ser ensaiada.

Com esse resultado calculou-se a massa extrapolada (Equação 2), somente utilizada quando a massa retida é maior que a massa máxima retida, na peneira em questão.

$$M_{\text{ex}} = M_r - M \quad (2)$$

Onde:

M_{ex} = Massa extrapolada;

M_r = Massa retida na peneira em questão;

M = Massa máxima retida.

Dessa forma ao analisar esses dados foi possível a determinação da massa (Equação 3) e tempo de peneiramento para os dois materiais.

$$M_p = M_M - \sum M_r \quad (3)$$

Onde:

M_p = Massa a ser peneirada;

M_M = Maior massa máxima extrapolada;

M_r = Massa retida em cada peneira.

RESULTADO

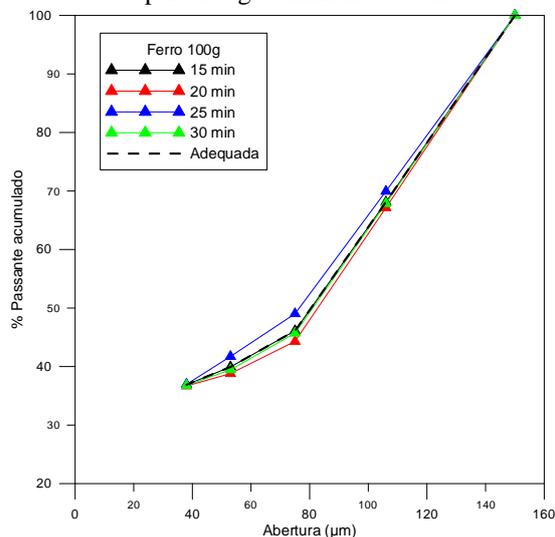
As densidades das amostras, determinadas por picnometria, estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Densidade dos minérios

Minério	Densidade (g/cm ³)
Ferro	4,6
Cobre	2,8

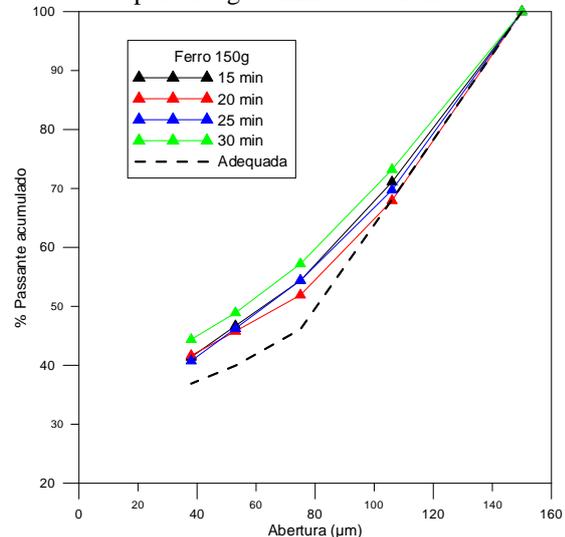
Através das massas retidas em cada peneira obtiveram-se os gráficos da distribuição granulométrica para os minérios de ferro (Figuras de 1 a 4) e cobre (Figuras de 5 a 8) organizados em curvas de ensaios, obtidas através dos experimentos em tempos crescentes, e uma curva adequada, que é a distribuição granulométrica excelente para os minérios.

Figura 1: distribuição granulométrica para 100g de minério de ferro



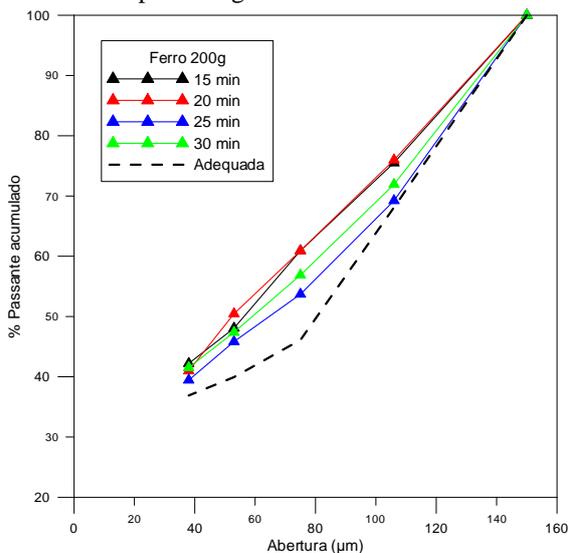
Fonte: Autores

Figura 2: distribuição granulométrica para 150g de minério de ferro



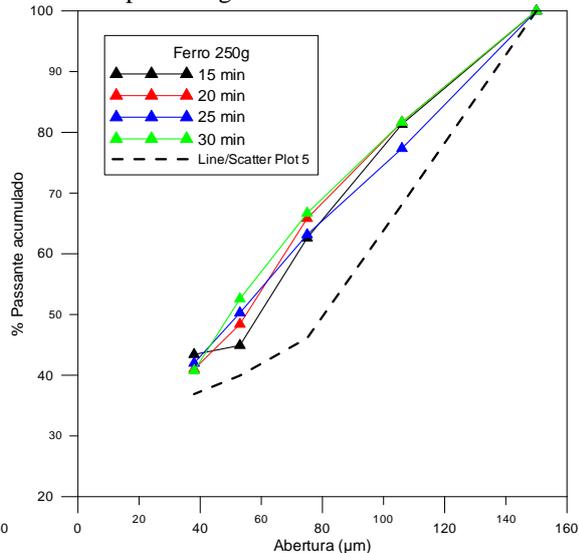
Fonte: Autores

Figura 3: distribuição granulométrica para 200g de minério de ferro.



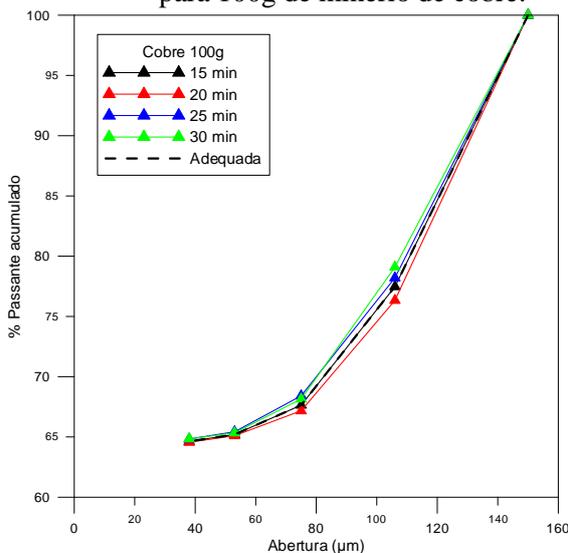
Fonte: Autores

Figura 4: distribuição granulométrica para 250g de minério de ferro.



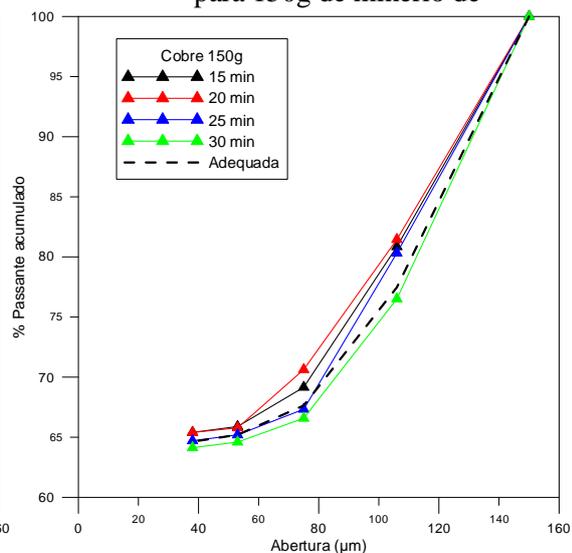
Fonte: Autores

Figura 5: distribuição granulométrica para 100g de minério de cobre.



Fonte: Autores

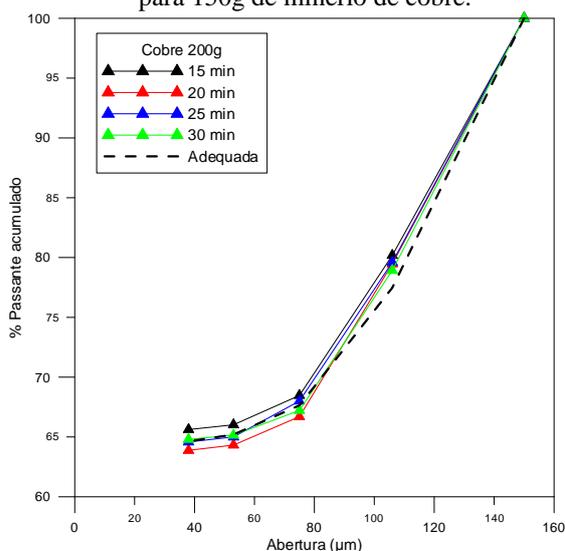
Figura 6: distribuição granulométrica para 150g de minério de cobre.



Fonte: Autores

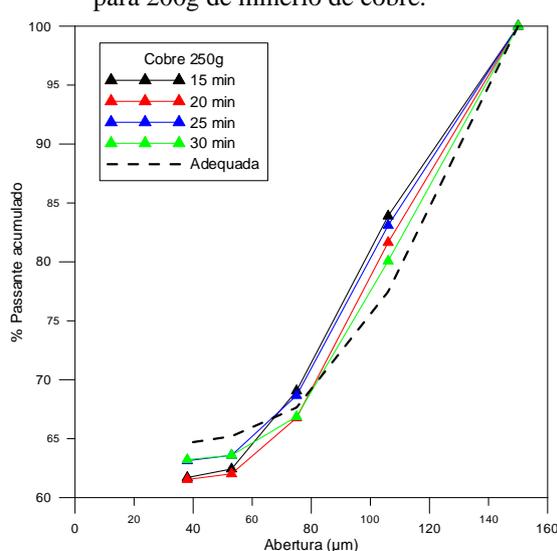
Ao observar as Figuras de 1 a 8, percebe-se que as Figuras 1 e 5 expõem uma distribuição granulométrica eficiente, devido às suas curvas comportarem-se homogeneamente em relação às suas respectivas curvas adequadas. Fato que não é indicado nos outros gráficos. Adicionando a essas informações os resultados obtidos com a Equação (3) foi encontrada a massa e o tempo adequados de peneiramento para cada minério (Tabela 2).

Figura 7: distribuição granulométrica para 150g de minério de cobre.



Fonte: Autores

Figura 8: distribuição granulométrica para 200g de minério de cobre.



Fonte: Autores

Ao observar as Figuras de 1 a 8, percebe-se que as Figuras 1 e 5 expõe uma distribuição granulométrica eficiente, devido suas curvas comportarem-se homogeneamente em relação às suas respectivas curva adequada. Fato que não é indicado nos outros gráficos. Adicionando a essas informações os resultados obtidos com a Equação (3) foi encontrada a massa e tempo adequados de peneiramento para cada minério (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados do tempo e massa

Minério	Massa adequada(g)	Tempo adequado (min)
Ferro	100	15
Cobre	100	15

Através do estudo dos dados obtidos percebeu-se que coincidentemente os peneiramentos dos minérios necessitam do mesmo tempo e massa, situação que pode ser explicada pelo fato do minério de ferro, ao ser cominuído, gerar muitos finos, tornando o fator densidade (em peneiramento a seco) pouco influente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho do mestre Juca começou com o objetivo de formar profissionais para manutenção do patrimônio pétreo de Ouro Preto, no entanto na primeira restauração mostrou que era necessária uma conscientização e criou o projeto de educação patrimonial que associados a criação de bibliotecas comunitárias que continuam

crescendo mesmo após a morte do mestre. A pesquisa veio como consequência e isso facilitou o desenvolvimento das atividades, a produção científica além da formação dos graduandos. Hoje muitos ex-crianças do projeto estudam na UFOP e alguns são bolsistas dos projetos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos as seguintes instituições que foram importantes para a construção e manutenção do projeto ao longo de sua trajetória: Ministério da Cultura, Ministério da Educação, Governo Federal, Petrobrás, Fundação Gorceix, Novelis, FAPEMIG, e Universidade Federal de Ouro Preto, CAPES e Cnpq.

REFERÊNCIAS

- Cerri, F. F. P. Estudo para validação de modelo gás-sólido em separação ciclônica de sais de iodo na indústria química. [Dissertação de Mestrado]. Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis; 2010.
- Da Luz, A. B., Sampaio, J. A., e De Almeida, S. L. M. Tratamento de Minérios. 4^a ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) / Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); 2004.
- Sampaio, J. A., França, S. C. A., e Braga, P. F. A. Tratamento de Minérios: Práticas Laboratoriais. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) / Ministério das Ciências e Tecnologia (MCT); 2007.
- Uliana, D. Caracterização tecnológica dos tipos de minério de fosfato do Complexo Alcalino de Salitre, MG - Área Fوسفertil. [Dissertação de Mestrado]. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo; 2010.
- Valadão, G. E. S., Araújo, A. C. Introdução ao tratamento de minérios. Belo Horizonte: Editora UFMG; 2007.
- Veneziani, P., Dos Santos, A. R., e Paradella, W. R. A evolução tectono-estratigráfica da Província Mineral de Carajás: um modelo com base em dados de sensores remotos orbitais (SAR-C RADARSAT-1, TM LANDSAT-5), aerogeofísica e dados de campo. *Brazilian Journal of Geology*, v. 34, n. 1; 2004.

Recebido em: 30/04/2022

Aprovado em: 25/05/2022

Publicado em: 01/06/2022