

PMI3101 - INTRODUÇÃO À ENGENHARIA APLICADA À INDÚSTRIA MINERAL  
Prof. Maurício Guimarães Bergerman  
1º semestre de 2016

**Lista de exercícios**

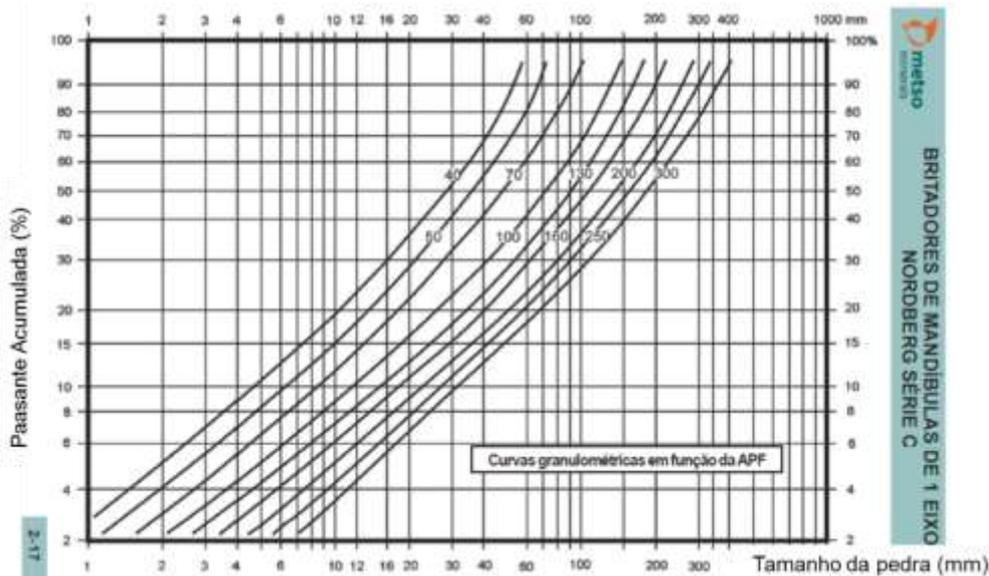
**Peneiramento:**

- 1) Descreva o comportamento individual de partículas (d) conforme o tamanho em relação à abertura da tela (a), a saber:  $d > 1,5 a$ ;  $1,5 a > d > a$ ;  $a > d > 0,5 a$ ;  $d < 0,5 a$  e  $d \ll 0,5 a$ .
- 2) Quais as aplicações principais de grelha? Em que diferencia-se das peneiras vibratórias?
- 3) Em uma operação de peneiramento, 250 t/h de minério são alimentadas em peneira com tela de 2", resultando em 161,5 t/h de *oversize*, segundo as distribuições granulométricas apresentadas abaixo. Qual a eficiência deste peneiramento? Quais as imperfeições por faixa?

Malha	8"	4"	2"	1"	½"	¼"	-1/4"
Alimentação (%)	0	22,0	33,0	18,0	12,0	10,0	5,0
Oversize (%)	0	34,1	51,1	13,0	0	0	1,9
Undersize (%)	0	0	0	27,1	33,9	28,2	10,7
Alimentação (t/h)							
Oversize (t/h)							
Undersize (t/h)							
Imperfeições							

**Britagem:**

- 4) Quais os principais objetivos das operações de britagem? Onde a britagem é normalmente inserida em circuitos de beneficiamento mineral?
- 5) Determinar a distribuição granulométrica de um britador de mandíbulas Nordberg série C que está operando com sua mandíbula regulada com uma abertura na posição fechada de 3". Utilizar a tabela fornecida pelo fabricante.



### Moagem:

6) Quais os principais tipos de equipamentos utilizados para a moagem de minérios? Em que situações você recomendaria o uso de um moinho de barras e de um moinho de bolas?

7) Considerando-se a operação atual de um moinho de bolas, cujos dados operacionais são fornecidos abaixo, pergunta-se:

a) Qual seria a taxa de alimentação para um  $P_{80}$  de 0,210 mm? E para 0,230 mm?

b) Qual seria a taxa de alimentação para um  $F_{80}$  igual a 5 mm? E 9 mm?

Dados:

Potência utilizada no moinho de bolas: 15 MW

Vazão de alimentação: 1.600 t/h

$F_{80} = 2,5$  mm

$P_{80} = 0,150$  mm

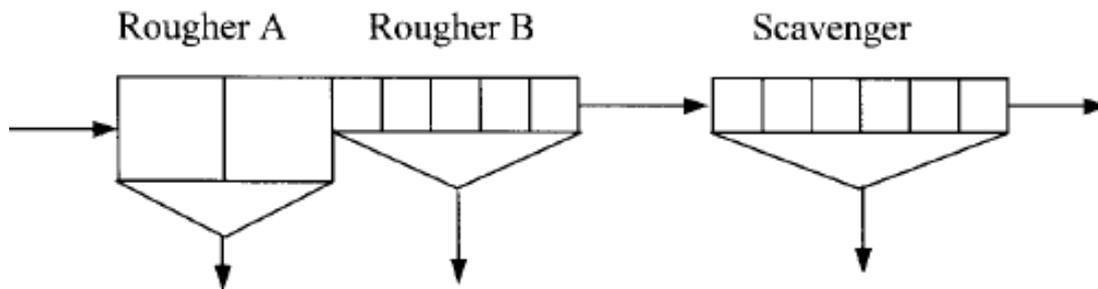
WI de laboratório = 17 kWh/t

### Concentração

8) Comente as diferenças de propriedades dos minerais utilizadas para separar minerais utilizando os equipamentos denominados jig, separador Jones e célula de flotação. Para quais faixas de tamanho do mineral a ser concentrado tais equipamentos costumam ser utilizados?

9) Em um circuito de beneficiamento mineral, explique o que significam os termos *rougher*, *cleaner* e *scavenger*. Faça um desenho ilustrando a sequência como estas etapas aparecem em um circuito industrial de beneficiamento mineral.

10) Uma usina processa um minério composto pelo mineral de minério (denominado A) e pelo mineral de ganga (denominado B). O minério é concentrado em um circuito de flotação composto por uma etapa *rougher* (dividido em A e B), *scavenger* do *rougher* e *cleaner*. A parte *rougher* e *scavenger* do circuito é representada abaixo.



O banco *rougher* A é composto de 2 células de 50 m<sup>3</sup>, o banco *rougher* B é composto de 10 células de 10 m<sup>3</sup> e banco *scavenger* consiste de 12 células de 10 m<sup>3</sup>. O teor de alimentação de A é 1,48% e de B é 98,52%. A taxa de alimentação do banco *rougher* A é 350 t/h. Amostras foram coletadas nos fluxos de alimentação, concentrado e rejeitos dos estágios *rougher* A, *rougher* B e *scavenger* do *rougher*. As amostras foram processadas e os teores analisados. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Banco *rougher* A

Alimentação: 1,48% A, 98,52% B

Concentrado: 14,2% A, 85,8% B

Rejeito: 0,72% A, 99,28% B

Banco *rougher* B:

Concentrado: 5,7% A, 94,3% B

Rejeito: 0,35% A, 99,65% B

Banco *scavenger* do *rougher*:

Concentrado: 2,5% A, 97,5% B

Rejeito: 0,1% A, 99,81% B

Pede-se:

- Calcular os enriquecimentos, recuperação em massa e metalúrgica obtidas em cada banco;
- Quais as massas de concentrado e rejeito produzidas em cada etapa?
- Qual a recuperação metalúrgica global do circuito apresentado, considerando os concentrados *rougher* A, B e *scavenger*?

11) Escolha uma usina de beneficiamento mineral, desenhe o seu fluxograma e explique a função das principais etapas do beneficiamento desta usina. Sugestão: Consulta o livro Usinas de beneficiamento de minérios do Brasil, do CETEM, ou consultar o banco de teses da USP.

**Flotação:**

12) Em qual propriedade das partículas está baseado o processo de concentração de minerais denominado flotação?

13) Explique, por meio de um desenho, o conceito de ângulo de contato. Qual a sua relação com a hidrofobicidade das partículas minerais?

14) Qual o efeito de um surfactante (espumante) sobre a tensão superficial das bolhas de ar, em um processo de flotação de minerais?

### **Métodos densitários:**

15) Calcule os critérios de concentração para as separações abaixo. Até qual granulometria as separações podem ser realizadas utilizando-se métodos densitários? Sugestão: ver tabela pág. 8 de Chaves, vol. 6.

- a) Quartzo ( $d=2,65 \text{ t/m}^3$ ) de hematita ( $d=4,8 \text{ t/m}^3$ ) em água ( $d=1,0 \text{ t/m}^3$ );
- b) Quartzo ( $d=2,65 \text{ t/m}^3$ ) de hematita ( $d=4,8 \text{ t/m}^3$ ) no ar ( $d=1,2 \text{ kg/m}^3$ );
- c) Quartzo ( $d=2,65 \text{ t/m}^3$ ) de ouro ( $d=19,6 \text{ t/m}^3$ ) em água ( $d=1,0 \text{ t/m}^3$ );
- d) Carvão ( $d=1,7 \text{ t/m}^3$ ) de pirita ( $d=5,2 \text{ t/m}^3$ ) em água ( $d=1,0 \text{ t/m}^3$ );
- e) Carvão ( $d=1,7 \text{ t/m}^3$ ) de pirita ( $d=5,2 \text{ t/m}^3$ ) em meio denso ( $d=1,5 \text{ t/m}^3$ );

### **Outros métodos de separações minerais:**

16) Defina o que são partículas paramagnéticas, diamagnéticas e ferromagnéticas. Dê dois exemplos de minerais ou materiais com cada uma dessas características. Em uma operação de beneficiamento de minério de ferro no Brasil (composto basicamente por quartzo, hematita e um pouco de magnetita), qual o motivo de se utilizar inicialmente um separador magnético de baixa intensidade antes do separador magnético de alta intensidade?

17) Qual o princípio de funcionamento dos separadores eletrostáticos?

18) Cite 5 exemplos de minerais condutores e minerais que não conduzem energia elétrica. Como esses dois grupos de materiais irão se comportar em um separador eletrostático?

19) Quais os principais sensores utilizados nos equipamentos de *sorting*?