

Lista de exercícios

1) A partir dos dados fornecidos nas tabelas abaixo, calcule o WI da amostra de minério de feldspato pegmatítico da região de Borborema-Seridó, considerando a malha de fechamento do ensaio de 0,150 mm.

Tabela 2 – Ensaio de moabilidade de uma amostra de feldspato pegmatítico da região Borborema-Seridó (RN).

MA _i = 1156,58 g							
AAR = 330,45 g							
1	2	3	4	5	6	7	8
Ciclos	NR	MA _i (g)	Produtos			Desvio (g)	Mob (g/rot)
			MAR _i (g)	MAP _i (g)	MAL _i (g)		
1	200	101,16	742,75	413,83	312,67	83,38	1,56
2	188	36,20	750,13	406,45	370,25	76,00	1,97
3	150	35,55	802,64	353,94	318,39	23,49	2,12
4	141	30,96	819,23	337,35	306,39	6,90	2,17
5	139	29,51	827,05	329,53	300,02	-0,92	2,17
6	139	28,82	826,19	330,39	301,57	-0,06	2,17
M = massa da alimentação inicial. (MA) _i = massa da alimentação passante no início do ciclo i. (MAP) _i = massa do produto passante em Am. NR = número de rotações.				AAR = massa a ser adicionada no sistema. (MAR) _i = massa do produto retida em Am. (MAL) _i = massa líquido do produto passante gerado em cada ciclo i. Mob = moabilidade.			
O valor de M é obtido por meio da média de três medidas da massa de minério contido no volume de 700 mL (passo 2). (MA) _i é calculada com base na análise granulométrica da alimentação do moinho de bolas (passo 3). (MAR) _i e (MP) _i são determinados por meio da análise granulométrica do minério do após o processo de moagem em moinho de bolas (passo 6). (MAL) _i é obtida pela diferença entre os valores contidos na colunas 3 e 5 (passo 6). AAR é calculada com base na Equação 5 (passo 10). O desvio é calculado com base na diferença entre os valores contidos na coluna 5 e AAR (passo 11). Moabilidade é calculado com base na razão entre os valores contidos nas colunas 6 e 2 (passo 12). NR é calculado com base na Equação 6 (passo 13).							

Tabela 3 – Resultados da análise granulométrica da alimentação e do produto final resultante da moagem em moinho Bond para determinação do WI.

Alimentação			
Fração (µm)	(%)		
	Retido	Acumulado	Passante
2362	2,91	2,91	97,09
1651	22,05	24,96	75,04
1168	20,63	45,59	54,41
833	12,94	58,53	41,47
589	11,88	70,41	29,59
417	7,13	77,54	22,46
295	4,86	82,40	17,60
208	4,58	86,98	13,02
147	1,99	88,97	11,03
104	3,83	92,80	7,20
74	1,77	94,56	5,44
53	1,95	96,51	3,49
43	0,20	96,71	3,29
+37	0,64	97,36	2,64
-37	2,64	100	0
	100	-	-
Produto Final			
Fração (µm)	(%)		
	Retido	Acumulado	Passante
105	35,44	35,44	66,56
74	16,39	41,97	58,03
53	17,45	59,42	40,58
44	1,38	60,80	39,20
37	4,59	65,39	34,61

Fonte das tabelas: Sampaio, França e Braga; 2007

2) calcule o consumo energético específico esperado para a moagem do material do exercício anterior a partir de um valor de 80% passante igual a 7,5 mm até um valor de 80% passante no produto igual a 0,075 mm. Para isso, use a “lei de Bond”, dada por:

$$W = 10 Wi \left(\frac{1}{\sqrt{P'}} - \frac{1}{\sqrt{A'}} \right)$$

sendo W o trabalho (em kWh/t) necessário para cominuir a alimentação de um tamanho representativo inicial A' até um tamanho representativo final P' , em μm .

3) Calcular o consumo energético específico do circuito de moagem convencional cujos dados são fornecidos:

Dados:

Potência utilizada no moinho de bolas: 15 MW

Vazão de alimentação: 1.600 t/h

4) Calcular o WI operacional para o circuito de moagem convencional do exercício anterior. Comparar o resultado do WI operacional do circuito convencional com o WI de laboratório (usar equação de Bond).

Dados:

$F_{80} = 2,5 \text{ mm}$

$P_{80} = 0,150 \text{ mm}$

WI de laboratório = 17 kWh/t

5) Considerando-se a operação atual do moinho de bolas do exercícios anterior, pergunta-se:

a) qual seria a vazão de alimentação considerando-se um P_{80} de 0,210 mm? E um P_{80} de 0,23 mm?

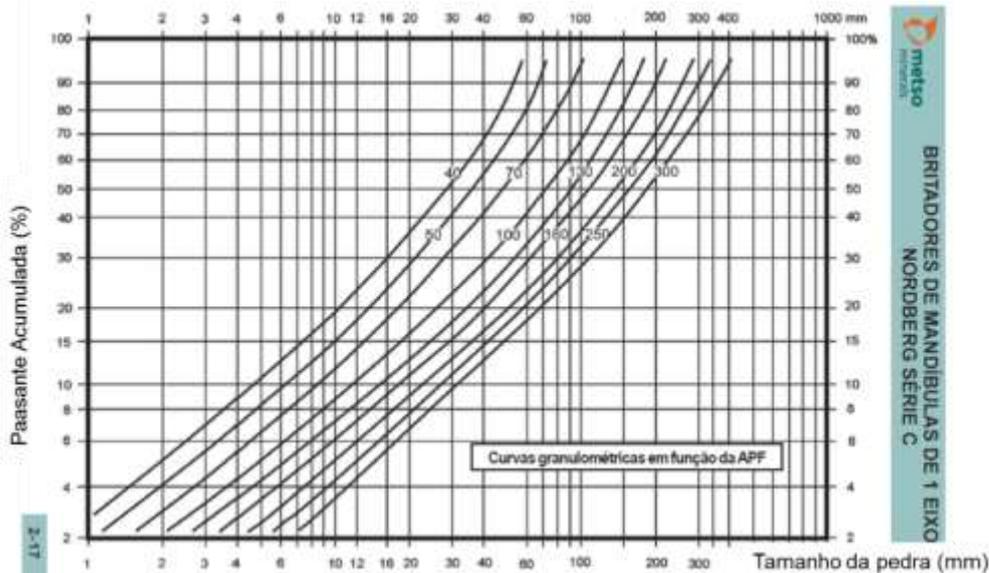
b) Qual seria a taxa de alimentação para um F_{80} de 5 mm? E 9 mm?

6) Quais os principais objetivos das operações de britagem? Onde a britagem é normalmente inserida em circuitos de beneficiamento mineral?

7) Definir relação de redução.

8) Quero reduzir um minério desde um "top size" de 15 ½" no ROM até um top size de 8# Tyler no produto. Quanto estágios de cominuição devo utilizar e qual a relação de redução recomendada para cada um deles?

9) 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.



10) Ilustre, por meio de desenhos, a diferença entre um circuito de britagem fechado normal (ou direto) e reverso. Calcular a carga circulante dos circuitos de britagem cujos dados são fornecidos abaixo:

a) Circuito fechado normal: 90% de eficiência de peneiramento, do produto que sai do britador e alimenta a peneira, 70% são passantes na malha de abertura da peneira

b) Circuito fechado reverso: 90% de eficiência de peneiramento, do produto que sai do britador e alimenta a peneira, 70% são passantes na malha de abertura da peneira e a alimentação nova contém 20% de material passante na malha de abertura da peneira.

11) Quais são os critérios para seleção entre britadores de mandíbulas com um ou dois eixos? Quais as principais vantagens e desvantagens relativas a cada tipo de equipamento?

12) Quais as características físicas do minério que condicionam a seleção e dimensionamento de britadores? Como são estimadas estas características? No caso de não haver possibilidade de execução de testes, como estimar tais parâmetros? Onde encontram-se tais informações?

13) Uma mina de hematita produz $8,1 \times 10^6$ t/a, operando dois turnos de 8 horas por dia e parando aos domingos, quando é feita a manutenção programada. A mina para também

durante 5 feriados no ano e, em média, 20 dias durante o ano devido a imprevistos (neblina, chuva ou outros). Pergunta-se:

a) qual a disponibilidade (tempo disponível para operação) da instalação?

b) qual deve ser a capacidade nominal do britador, se a efetividade (utilização) da instalação é de 94%? Lembre de considerar o fator de serviço.

14) Qual a distribuição granulométrica fornecida por um britador de mandíbulas Metso 6240 com abertura na posição fechada de 1 3/4", operando em circuito aberto? O que acontece com as distribuições granulométricas do mesmo britador em suas aberturas máximas e mínimas?

15) Selecionar e dimensionar britador primário que atenda à cada um dos seguintes conjuntos de características, indicando a distribuição granulométrica do produto, através do top size, P90, P80, P50 e P20, além de % passante na malha igual a APA, APF e 60% da APF. Informar fabricante, modelo, dimensões principais, potência do motor, peso da máquina e aberturas APA e APF da descarga.

a) Caso 1:

Minério: granito, proveniente de pedreira

Umidade: <2%

Densidade aparente do minério 1.600 kg/m³

Capacidade da instalação: 180 m³/h

Top size do ROM: 25"

b) Caso 2:

Minério: Carbonatito proveniente de mina a céu aberto

Umidade: <2%

Work index: 12 kWh/t

Capacidade da instalação: 1.200 t/h

Top size do ROM: 30"

16) Como é o aproveitamento de energia na moagem? Moinhos tubulares podem ser classificados como equipamentos eficientes em termos de aproveitamento energético?

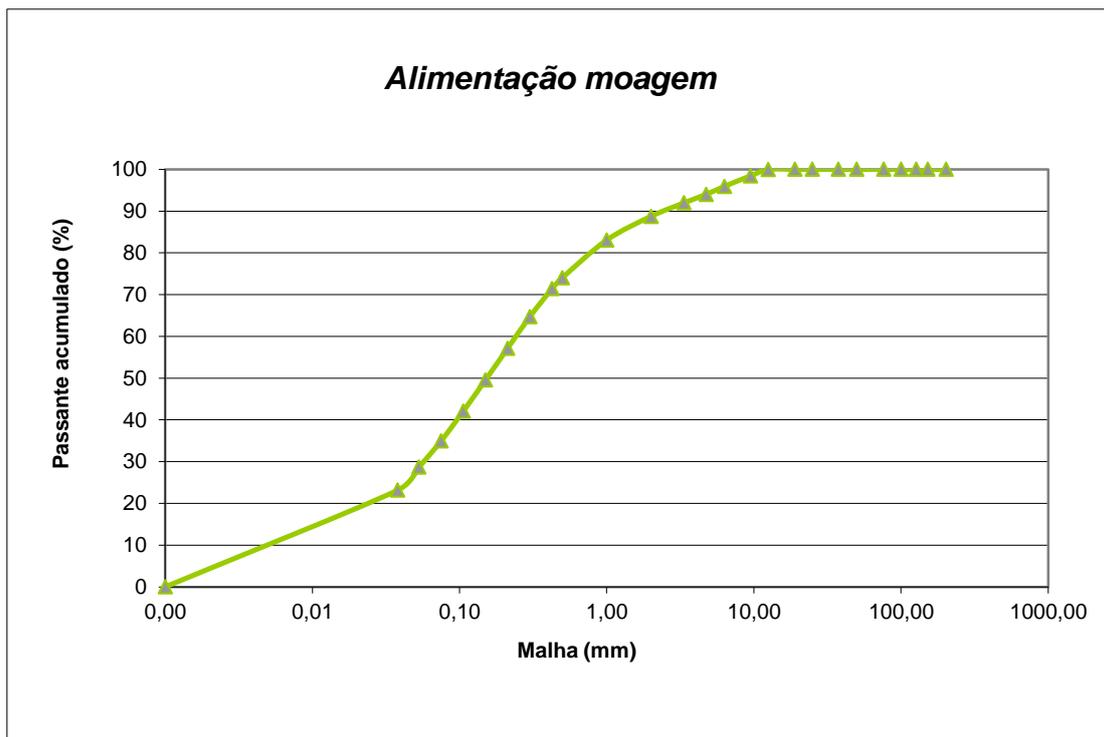
17) Quais os mecanismos de quebra mais importantes que ocorrem em moinhos de bolas e de barras? Como variam em função da velocidade do moinho e grau de enchimento?

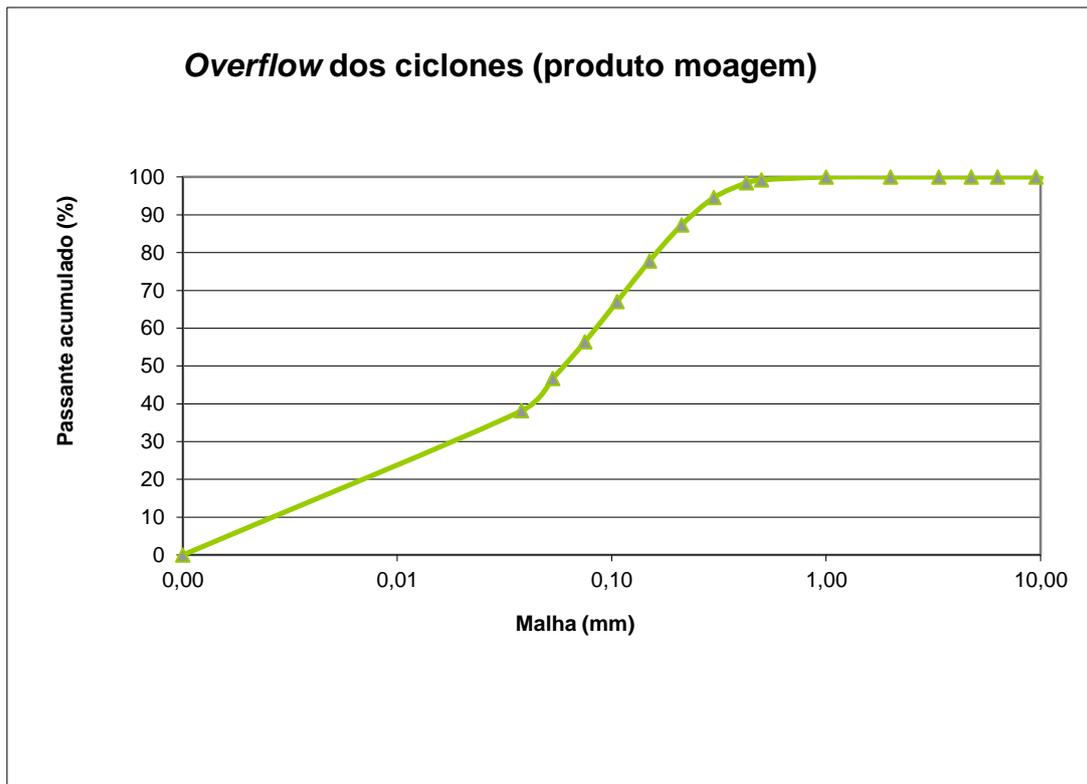
18) O que ocorre em um moinho quando ele é operado acima de sua velocidade crítica? Para um moinho com diâmetro interno ao revestimento de 4,37 m e corpos moedores com tamanho máximo de 50 mm, determinar qual seria a velocidade crítica.

19) Qual a importância do tipo de revestimento empregado em moinhos tubulares?

20) Qual a importância da correta seleção de corpos moedores para moinhos tubulares? Cite os principais tipos de corpos moedores normalmente utilizados.

21) Dada a distribuição granulométrica de alimentação e produto de um circuito de moagem, calcular a relação de redução considerando o F_{80} e P_{80} do moinho.





22) Calcular a carga circulante de um circuito fechado de moagem em que as porcentagens de sólidos são as seguintes:

Overflow: 20%

Underflow: 70%

Alimentação: 45%

23) Selecionar moinhos para os seguintes circuitos:

a) moinho de barras

- circuito aberto, moagem via úmida, alimentação proveniente de circuito fechado de britagem

- taxa de alimentação de 350 t/h com P_{80} de 20 mm

- WI do minério de 14,2 kWh/st

- Produto requerido: P_{80} de 14# Tyler

b) Moinho de bolas

- Circuito fechado, moagem via úmida, alimentação proveniente de moinho de barras

- Taxa de alimentação: 550 t/h com F_{80} de 12# Tyler
- W_i do minério de 12,1 kWh/t
- Produto requerido: P_{80} de 150# Tyler

Considerar a densidade do minério de 2,8 t/m³.

24) Para o exercício anterior, calcular:

- diâmetro das barras a serem empregadas;
- distribuição de tamanhos da carga inicial de barras;
- diâmetro das bolas a serem empregadas;
- distribuição de tamanhos da carga inicial de bolas.

25) Para o mesmo exercício, estimar o desgaste de corpos moedores e revestimentos, de forma a obter:

- consumo específico de barras em g/kWh (t de minério processado);
- período (h) de reposição da carga de barras, assumindo-se reposição à cada ponto percentual de decréscimo da carga, informando a massa de barras repostas;
- período (h) de reposição da carga de bolas, assumindo-se reposição à cada ponto percentual de decréscimo da carga, informando a massa de bolas repostas.

26) Estimar os custos operacionais do circuito de moagem, relativos à:

- consumo de energia, considerando-se R\$ 230/MWh
- consumo de corpos moedores, considerando-se USD 1,2/kg de barras e USD 2,5/kg de bolas.