

Os processos de concentração mineral que se baseiam nas diferenças entre os pesos específicos (ou “densidades”) das espécies minerais são os mais importantes em termos de tonelagem processada e, em princípio, os mais baratos em termos de investimento na instalação e custo operacional.

Para efeito de apresentação, dividiremos o seu campo em quatro grupos: os processos de jigagem, os processos de meio denso, os processos de separação em lâmina d’água e os processos centrífugos. Dessa forma, os equipamentos envolvidos são:

- ◆ jigsawes;
- ◆ meio denso: vasos de Tromp, tambores, rodas Teska, outros separadores ditos “estáticos”, ciclones de meio denso, *dyna whirlpool* e outros, ciclone autógeno (*water only cyclone* ou *hydrocyclone*);
- ◆ lâmina d’água: calhas, espirais, cone Reichert, mesas vibratórias;
- ◆ equipamentos centrífugos: separadores Knelson e Falcon, *multigravity separator* (MGS) e jigage centrífugo.

O carvão representa a grande tonelagem tratada por métodos gravíticos, razão pela qual a maior parte das contribuições técnicas foi trazida por essa indústria. A ele segue-se o minério de ferro. Os minerais pesados (estanho, ouro, diamantes, minerais de praia), embora menos expressivos em termos de tonelagem, são primordialmente concentrados por esses métodos.

Mills (1978) assinala, com muita propriedade, que a visão generalizada é de que a separação gravítica é aplicável apenas a carvão e a algumas separações obscuras em que a flotação falhou.

Essa visão é distorcida e ficará cada vez mais no passado. Três são as razões para isso, segundo ele:

- ◆ *capex* por tonelada mais baixo;
- ◆ os processos gravíticos não utilizam produtos químicos;
- ◆ impacto ambiental pequeno, exceto pela disposição de lamas.

Isto posto, é importante mencionar um grande fator limitante dos processos gravíticos, que é o elevado consumo de água, o que exige o projeto correto de sua recirculação.

Recomendamos insistentemente a complementação da leitura do presente texto com a consulta da excelente revisão feita por Sampaio e Tavares (2005).

1.1 Critério de concentração

O critério de concentração fornece uma ideia da facilidade/dificuldade de separar duas espécies minerais por métodos gravíticos. Ele foi sugerido por Taggart com base em sua enorme experiência profissional e aplica-se à separação na qual a água é o fluido de separação. Define-se como (Lins, 2004):

$$CC = \frac{\rho_p - 1}{\rho_l - 1} \quad (1.1)$$

onde ρ_p e ρ_l são os pesos específicos do mineral pesado e do mineral leve, respectivamente.

Esse número é interpretado pela Tab. 1.1.

Tab. 1.1 VALORES DO CRITÉRIO DE CONCENTRAÇÃO (CC) E DIFICULDADE DE SEPARAÇÃO

CC	Dificuldade
> 2,5	separação eficiente até 74 μm
2,5-1,75	separação eficiente até 147 μm
1,75-1,5	separação possível até 1,4 mm, porém difícil
1,5-1,2	separação possível até 6 mm, porém difícil

Na prática, em princípio, o uso do CC simples é suficiente para a nossa avaliação. Tome-se como exemplo a separação de wolframita ($\rho_p = 7,5$) e quartzo ($\rho_l = 2,65$):

$$CC = \frac{7,5 - 1}{2,65 - 1} = 3,94$$

Pela Tab. 1.1, a separação é eficiente até 74 μm e, dado o valor elevado de CC, fácil (Lins, 2004).

Outros exemplos:

- ◆ Separação de fluorita ($\rho_p = 3,3$) e calcário ($\rho_l = 2,65$):

$$CC = \frac{3,3 - 1}{2,65 - 1} = 1,39$$

Pela Tab. 1.1, a separação é possível apenas nas frações grosseiras, e difícil.

- ◆ Beneficiamento de carvão ($\rho_p = 2,7$; $\rho_l = 1,5$):

$$CC = \frac{2,7 - 1}{1,5 - 1} = 3,4$$

Pela Tab. 1.1, a separação é fácil até 74 μm . Na prática, a separação de carvão é praticada até 0,5 mm.

- ◆ Itabirito: hematita ($\rho_p = 5,0$) e quartzo ($\rho_l = 2,7$):

$$CC = \frac{5,0 - 1}{2,7 - 1} = 2,35$$

Para CC entre 2,5 e 1,75, a separação é eficiente até 147 μm .

- ◆ Ouro ($\rho_p = 19,6$) e quartzo ($\rho_l = 2,7$):

$$CC = \frac{19,6 - 1}{2,7 - 1} = 10,94$$

Para CC > 2,5, a separação é eficiente até 74 μm .

Burt (1984) introduz uma correção de granulometria, conforme a Fig. 1.1: o CC necessário para caracterizar a boa separabilidade aumenta conforme o tamanho das partículas diminui. Quanto mais acima da curva estiver o ponto (granulometria, CC), mais fácil será a separação.

O referido autor introduz também um fator de forma das partículas, definido como o quociente dos fatores de forma do mineral pesado e do mineral leve. Sua recomendação mais impor-

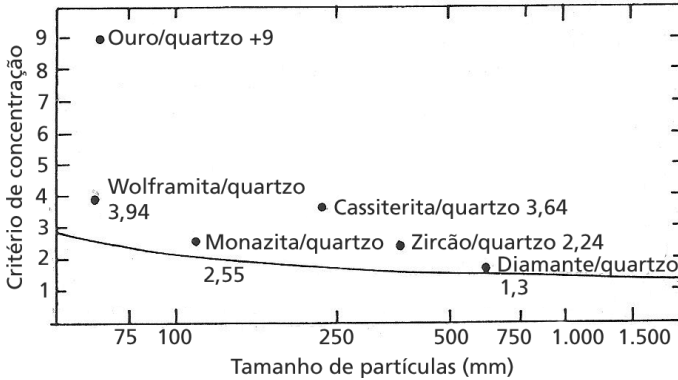


Fig. 1.1 Fator de forma

tante, porém, é utilizar a densidade do meio em lugar de 1, que é a densidade da água. A fórmula do CC ficaria, então:

$$CC = \frac{\rho_p - \rho_m}{\rho_l - \rho_m} \quad (1.2)$$

onde ρ_p e ρ_l são os pesos específicos do mineral pesado e do mineral leve, respectivamente, e ρ_m é a densidade do meio.

Se $\rho_l - \rho_m$ diminui, o valor do CC aumenta. É o caso da separação em meio denso, precisa e eficiente, porque o CC torna-se muito alto.

1.2 Relação de concentração

Muitos dos minérios concentrados gravítica ou densitariamente (como esse processo é também chamado) são muito pobres. Tome-se o caso de um minério de estanho cuja alimentação tem um teor de 700 g/t. Como uma tonelada tem 1.000.000 g, o seu teor será $100 \times 700 \text{ g} / 1.000.000 \text{ g} = 0,07\%$. Se o seu concentrado tiver um teor de 60%, o enriquecimento será de $60 / 0,07 = 857$ vezes.

A redução de massa entre alimentação e concentrado é proporcional e, por isso, fica mais fácil trabalhar com um parâmetro denominado relação de concentração, que é a razão entre as massas da alimentação e de concentrado.

Referências bibliográficas

BURT, R. O. *Gravity concentration technology*. Amsterdam: Elsevier, 1984.

LINS, F. A. F. Concentração gravítica. In: DA LUZ et al. (Ed.). *Tratamento de minérios*. 4. ed. Rio de Janeiro: Cetem/MCT, 2004.

MILLS, C. Process design, scale-up and plant design for gravity concentration. In: MULAR, A. L.; BHAPPU, R. B. (Ed.). *Mineral processing plant design*. New York: AIME/SME, 1978. p. 404-426.

SAMPAIO, C. H.; TAVARES, L. M. M. *Beneficiamento gravimétrico*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.