



PMI 3809 – Teoria Hard-Soft de Pearson

1. Introdução

O processo de flotação é executado em meio aquoso, que contém íons:

- (a) Presentes na água que é captada para alimentar a usina de concentração;
- (b) Íons oriundos da dissolução de alguns minerais que compõem o minério ou troca de cátions dos filossilicatos (micas, argilas);
- (c) Reagentes de flotação (coletores, modificadores) que são adicionados ao processo.

A palavra “íon” é originária do idioma grego, significando: “errante”, “que não está parado”. Este termo define muito bem um íon, visto que uma de suas características mais marcantes é sua mobilidade.

De posse da análise da composição iônica da água da flotação, é de fundamental importância que engenheiros saibam extrair informações úteis ao processo de flotação com base em tal análise.

Um químico de nome Pearson, nos anos 50 do século XX, colecionou constantes de estabilidade de inúmeros íons (cátions e ânions) e a partir deles chegou a um conceito (Teoria Hard-Soft de Pearson) e a uma regra prática para sua aplicação.

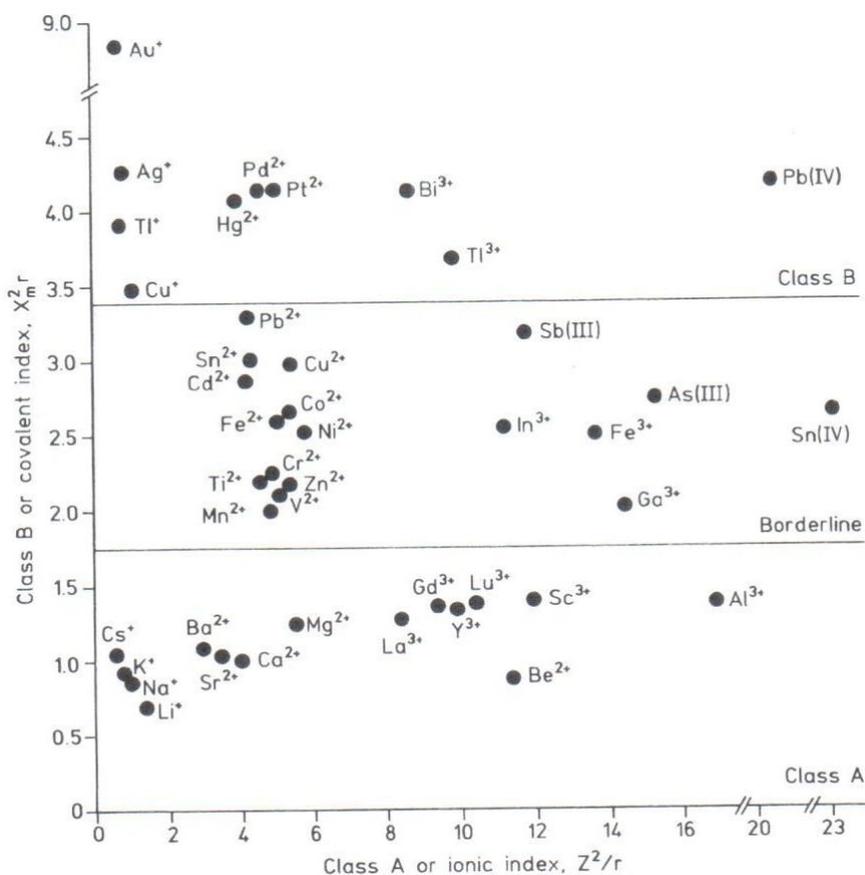
2. Caráter hard versus soft

O caráter *hard* está associado a íons com alta densidade de carga (carga nuclear efetiva alta). Isto faz com que sua nuvem eletrônica seja rígida (dura), ou seja, não facilmente deformável pela ação de um campo eletromagnético externo. Daí o nome *hard* (duro). No que diz respeito aos cátions metálicos, de acordo com a figura anexa, aqueles do tipo *hard* são os da Classe A. Eles não participam espontaneamente de ligações covalentes com os ânions. Sua interação é de natureza predominantemente iônica.



O caráter soft está associado a íons com baixa densidade de carga (carga nuclear efetiva baixa). Isto faz com que sua nuvem eletrônica seja facilmente deformável pela ação de um campo eletromagnético externo. Diz-se que tais íons apresentam alta polarizabilidade. No que diz respeito aos cátions metálicos, de acordo com a figura abaixo, aqueles do tipo soft são os da Classe B. Sua interação com os ânions exibe forte caráter covalente.

Quanto ao caráter hard-soft dos ânions, eles podem ser colocados na seguinte ordem do mais hard ao mais soft: $F > O \gg N > S$.



Fonte: Pearson, R.G. (1963) Hard and soft acids and bases. J. Am. Chemical Society, 85, p.3533.



3. Previsão do comportamento dos íons com base no seu caráter hard-soft

Além de definir o caráter hard /soft dos íons, Pearson também propôs e comprovou ser verdadeira uma lei que rege sua interação:

Regra 1: Cátions que exibem caráter hard tendem a reagir com ânions de mesmo caráter hard;

Regra 2: Cátions que exibem caráter soft tendem a reagir com ânions de mesmo caráter soft.

4. Tolerância de coletores à dureza de água

Sulfetos são flotados com tiocoletores, enquanto que oxi-minerais são flotados com coletores cujo grupo funcional orgânico contém oxigênio (carboxila, sulfato, sulfonato, fosfato). Tiocoletores, com caráter soft, não reagem com cátions de dão dureza à água (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+}). Por isto, diz-se que são indiferentes à água dura.
