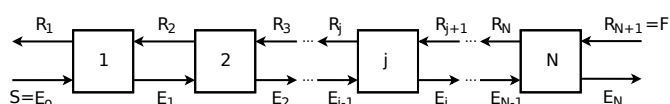


## Extração Líquido-Líquido



Legenda:

$A$  = soluto,  $D$  = diluente

$j$  =  $j$ -ésimo estágio de equilíbrio, ( $j = 1, 2, \dots, N$ )

$N$  = último estágio de equilíbrio

Coefficiente de distribuição:

$$K_d = \frac{y_A}{x_A} \quad (1)$$

Balço global:

- Ponto de mistura global:

$$F + S = R_1 + E_N = M \quad (2)$$

- Ponto de mistura do estágio  $j$ :

$$R_{j+1} + E_{j-1} = R_j + E_j = M_j \quad (3)$$

Balço por componentes:

$$x_{A,N+1}F + y_{A,0}S = x_{A,M}M = \quad (4)$$

$$= x_{A,1}R_1 + y_{A,N}E_N$$

$$x_{D,N+1}F + y_{D,0}S = x_{D,M}M = \quad (5)$$

$$= x_{D,1}R_1 + y_{D,N}E_N$$

$$x_{A,M} = \frac{x_{A,N+1}F + y_{A,0}S}{F + S} \quad (6)$$

$$x_{D,M} = \frac{x_{D,N+1}F + y_{D,0}S}{F + S} \quad (7)$$

Regra da alavanca:

$$\frac{S}{F} = \frac{\overline{MF}}{\overline{MS}} = \frac{\overline{RF}}{\overline{RS}} \quad (8)$$

$$\frac{S}{M} = \frac{\overline{MF}}{\overline{SF}} \quad (9)$$

$$\frac{R}{M} = \frac{\overline{ME}}{\overline{ER}} \quad (10)$$

$$\frac{E}{R} = \frac{\overline{MR}}{\overline{ME}} \quad (11)$$

$$\frac{E}{M} = \frac{\overline{MR}}{\overline{ER}} \quad (12)$$

$$\overline{SF} = \overline{MS} + \overline{MF} \quad (13)$$

$$\overline{ER} = \overline{ME} + \overline{MR} \quad (14)$$

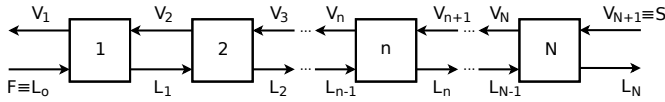
Ponto  $\Delta$ :

$$\Delta = E_0 + R_1 = E_1 - R_2 = \dots \quad (15)$$

$$= E_j - R_{j+1} = \dots = E_N - R_{N+1}$$

$$\frac{R_{j+1}}{E_j} = \frac{\overline{E_j\Delta}}{\overline{R_{j+1}\Delta}} \quad (16)$$

## Extração Sólido-Líquido



Legenda:

$A$  = inerte,  $B$  = solvente,  $C$  = soluto

$F, S, V, L$  = vazão total

$F', S', V', L'$  = vazão em base livre de inerte (sólido)

$n$  = enésimo estágio de equilíbrio, ( $n = 1, 2, \dots, N$ )

$N$  = último estágio de equilíbrio

Relações:

$$X_C = \frac{x_C}{x_B + x_C} = \frac{\text{kg soluto}}{\text{kg solução}} \quad (17)$$

$$Z = \frac{x_A}{x_B + x_C} = \frac{\text{kg sólido}}{\text{kg solução}} \quad (18)$$

$$Y_C = \frac{y_C}{y_B + y_C} = \frac{\text{kg soluto}}{\text{kg solução}} \quad (19)$$

$$Z = \frac{y_A}{y_B + y_C} = \frac{\text{kg sólido}}{\text{kg solução}} \quad (20)$$

Balanco material (batelada):

- Solução (B + C):

$$F' + S' = L' + V' = M' \quad (21)$$

- Sólido (A):

$$F'Z_{F'} + S'Z_{S'} = L'Z_{L'} + V'Z_{V'} = M'Z_{M'} \quad (22)$$

- Expressão combinada:

$$Z_{M'} = \frac{F'Z_{F'} + S'Z_{S'}}{F' + S'} \quad (23)$$

- Soluto extraído:

$$\%C_{\text{extraído}} = \frac{V'(Y_C)_{V'}}{F'(X_C)_{F'}} \times 100\% \quad (24)$$

Balanco material (multiestágio):

- Solução (B + C):

$$F' + S' = L'_N + V'_1 = M' \quad (25)$$

- Soluto (C):

$$F'(X_C)_{F'} + S'(Y_C)_{S'} = \quad (26)$$

$$L'_N(X_C)_{L'_N} + V'_1(Y_C)_{V'_1} = M'(X_C)_{M'} \quad (27)$$

- Expressão combinada:

$$(X_C)_{M'} = \frac{F'(X_C)_{F'} + S'(Y_C)_{S'}}{F' + S'} \quad (28)$$

- Soluto extraído:

$$\%C_{\text{extraído}} = \frac{\sum_{n=1}^N [(V'_n(Y_C)_n)]}{F'(X_C)_{F'}} \times 100\% \quad (29)$$

$$= \frac{F'(X_C)_{F'} - L'_N(X_C)_N}{F'(X_C)_{F'}} \times 100\%$$

Método analítico para  $L'_1 = L'_2 = \dots = L'$ :

$$N = \frac{\log \left[ 1 + (r - 1) \left( \frac{X_N - X_0}{X_1 - X_0} \right) \right]}{\log r} \quad (30)$$

onde  $r = V'_0/L'$ .

## Adsorção

Balanço material para o processo em batelada:

$$q = \left(-\frac{S}{M}\right) c + \left(q_F + \frac{S}{M} c_F\right) \quad (31)$$

onde  $M$  é a massa de adsorvente,  $S$  é o volume de solução alimentada e o subíndice  $F$  indica a condição inicial.

Expressões para isotermas de adsorção:

- Isoterma linear (lei de Henry):

$$q = K \cdot p \quad (32)$$

- Isoterma de Freundlich:

$$q = K \cdot p^{1/n} \quad (33)$$

- Isoterma de Langmuir:

$$q = q_m \cdot \frac{Kp}{1 + Kp} \quad (34)$$

onde  $K$ ,  $n$  e  $q_m$  são parâmetros estimados. As expressões também podem ser escritas em termos de  $c$  ao invés de  $p$ .

- Equação de Clausius-Clapeyron:

$$(\Delta H)_{\text{iso}} = R \cdot \frac{d \ln p}{d(1/T)} \quad (35)$$