



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

Operações Unitárias

III

Profa. Dra.: Simone de Fátima Medeiros

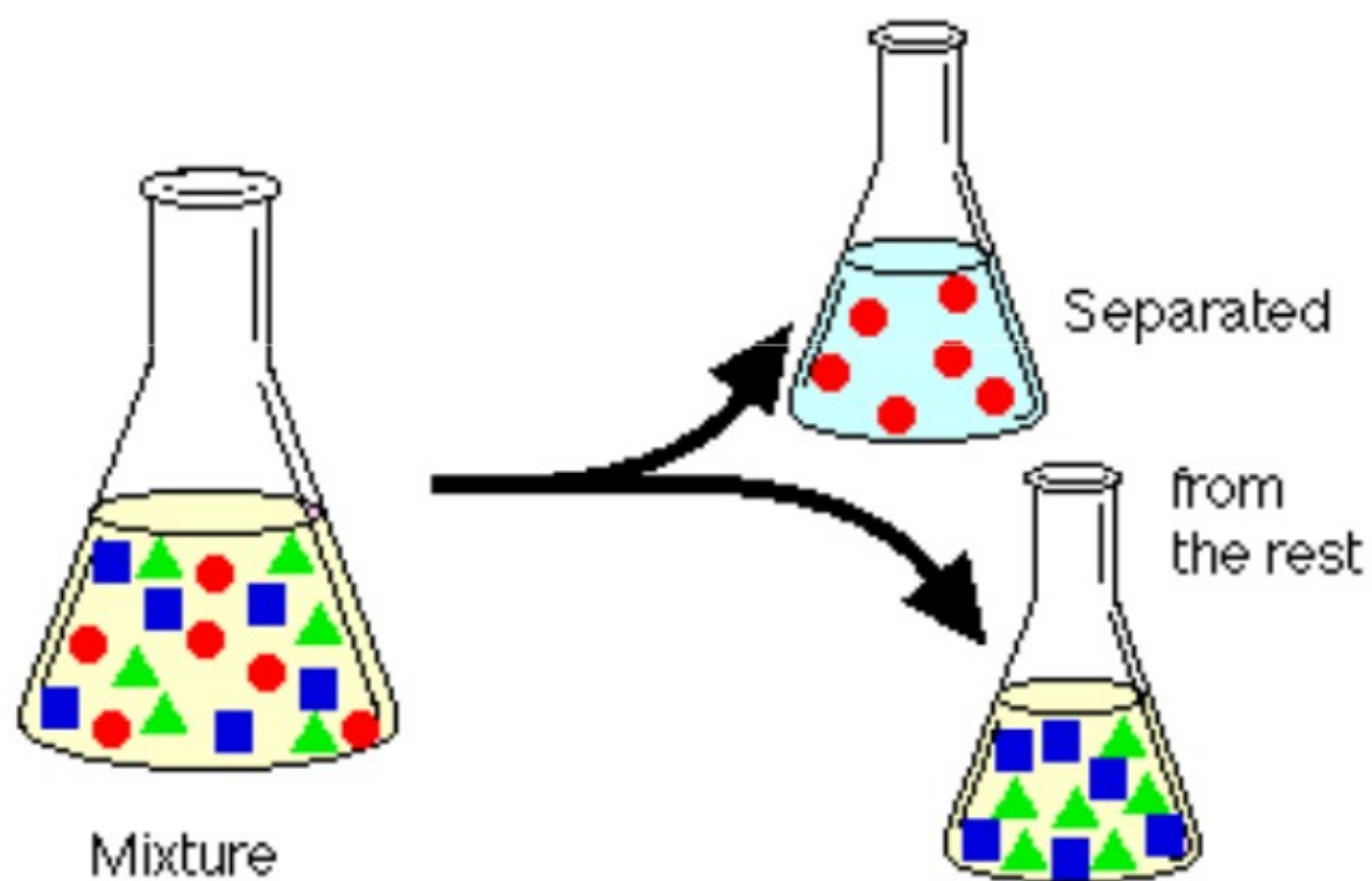


Extração líquido-líquido

- Transferência de um soluto de uma fase líquida para outra de acordo com a sua solubilidade;
- Usada para separar seletivamente uma substância de uma mistura ou para remover impurezas de uma solução;
- Em geral, uma das fases é a água ou uma solução aquosa e a outra um solvente orgânico que é imiscível com a água.

Exemplos de aplicação:

- Recuperação do ácido acético de efluentes aquosos
- Produção de essências para fabricação de perfumes ou aditivos alimentares
- Produção de piridina para fins farmacêuticos, etc.
- Extração de essências de óleos (Cravo, eucalipto).





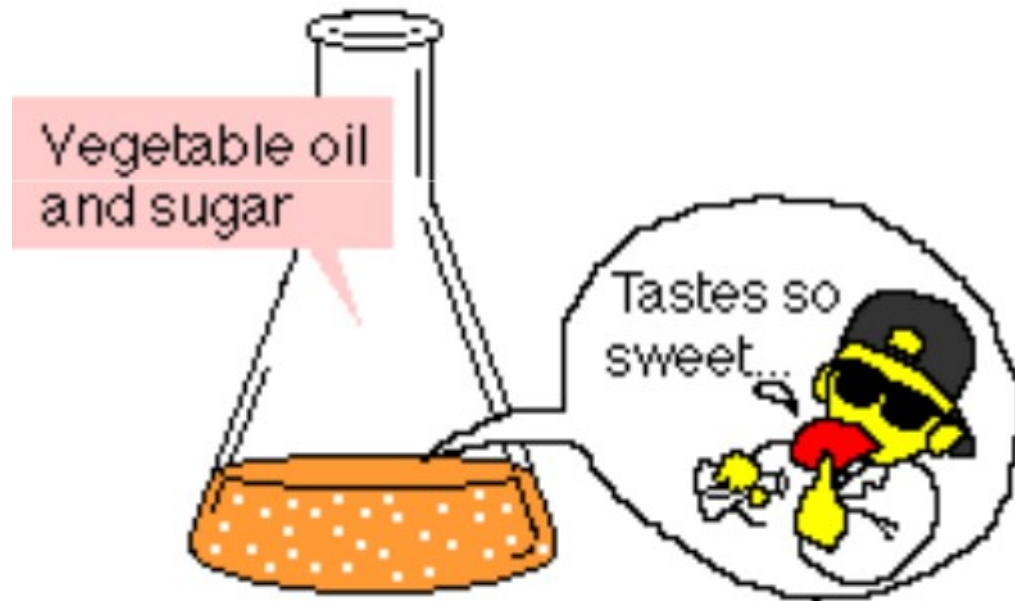
Tipos:

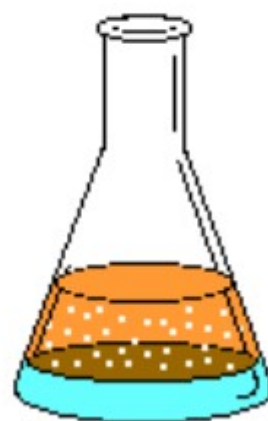
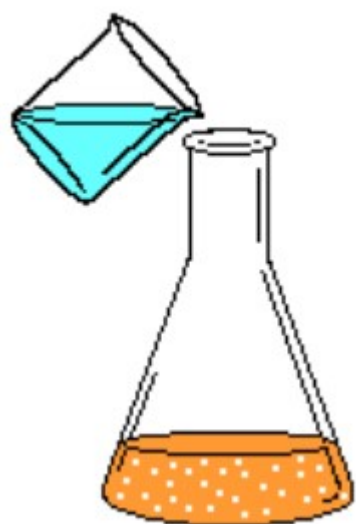
Apenas o soluto tem afinidade com o diluente e o solvente extrator;

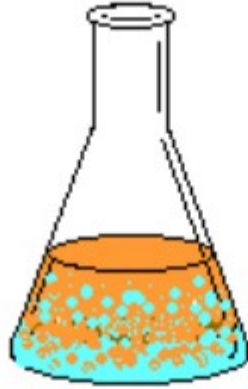
Os três componentes são parcialmente miscíveis uns com os outros.

Exemplo:

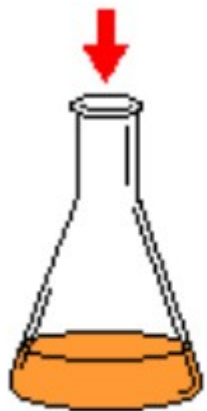
Separação de açúcar parcialmente dissolvido em óleo vegetal



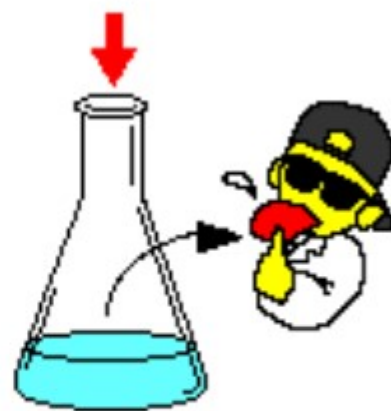




Oil Phase



Water phase



Now the water layer tastes sweet...

Aparelhagem:



Características dos solventes:

- Imiscíveis - Formar duas fases;
- Não reagir quimicamente com o soluto;
- A substância orgânica a ser extraída deve ser mais solúvel no segundo solvente;
- Volátil;

SOLVENTES MAIS UTILIZADOS

Tabela 1: Constantes físicas de alguns solventes.

Solvente	Densidade (g.cm ⁻³)	p.f. (°C)	p.e. (°C)
Hexano	0,65	-95	69
Éter dietílico	0,71	-116,3	34,6
Tolueno	0,87	-93	110,6
Benzeno	0,88	5,5	80,1
Água	1,00	0	100
Cloreto de metileno	1,33	-96,7	40
Clorofórmio	1,48	-63,5	61,2
Tetraclorometano	1,58	-22,9	76,7

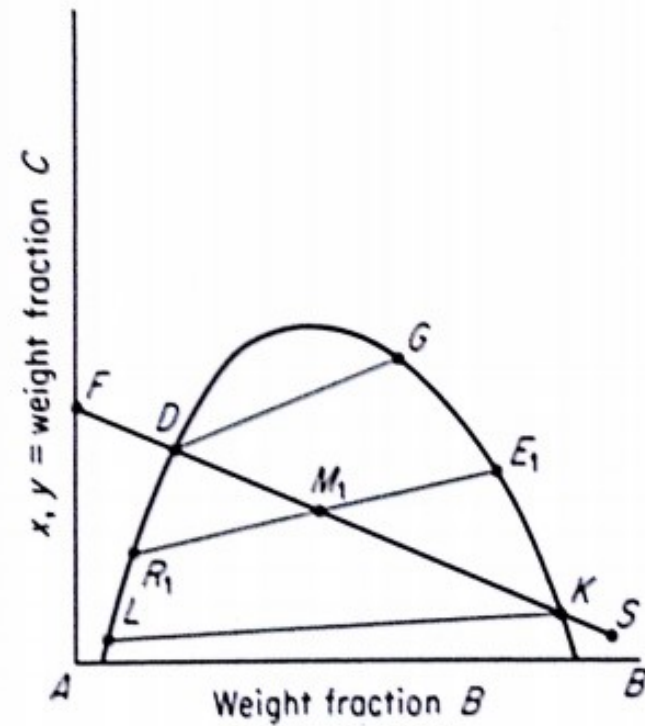
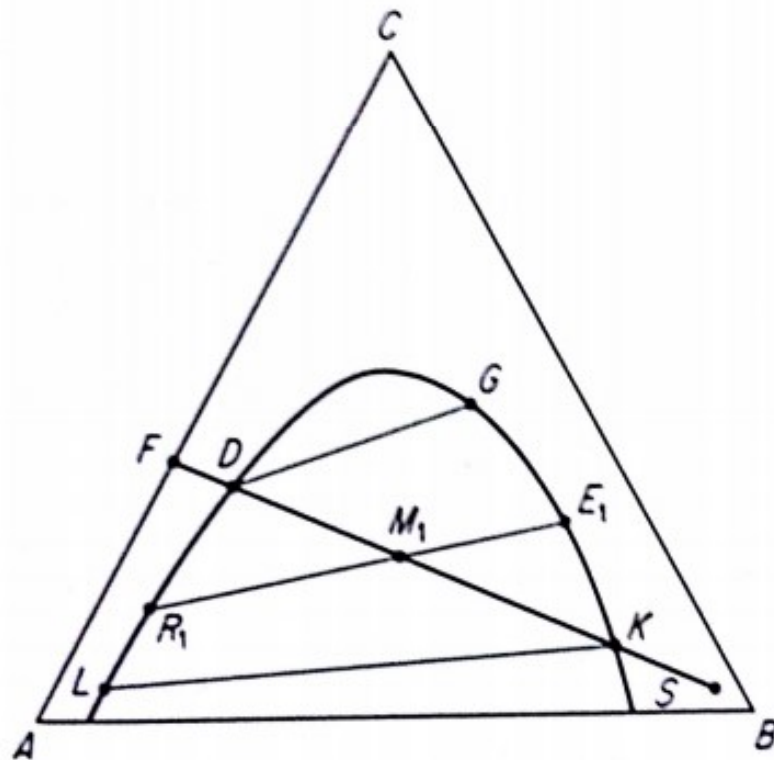
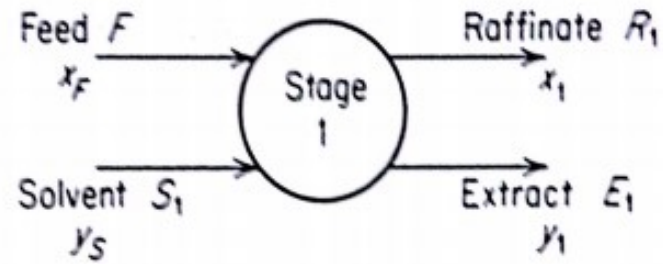
EXTRAÇÃO SIMPLES

- É a extração realizada em apenas uma etapa, ou seja, determinamos o volume do solvente extrator e realizamos a extração com todo esse solvente de uma única vez.

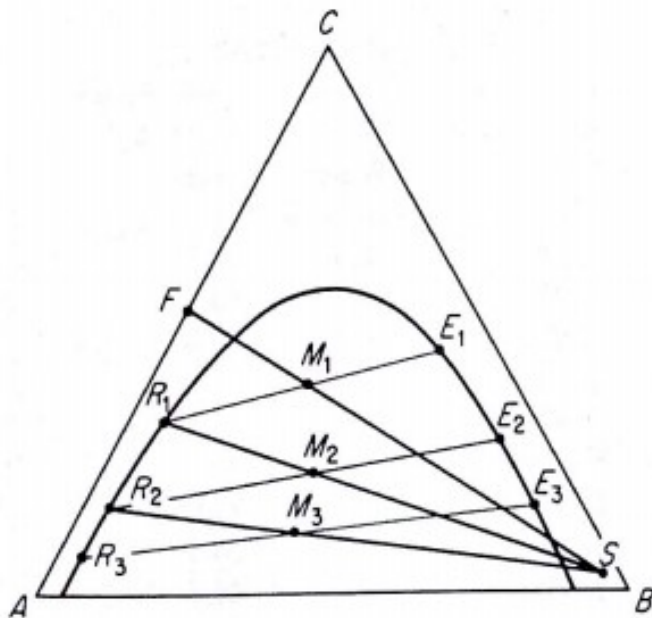
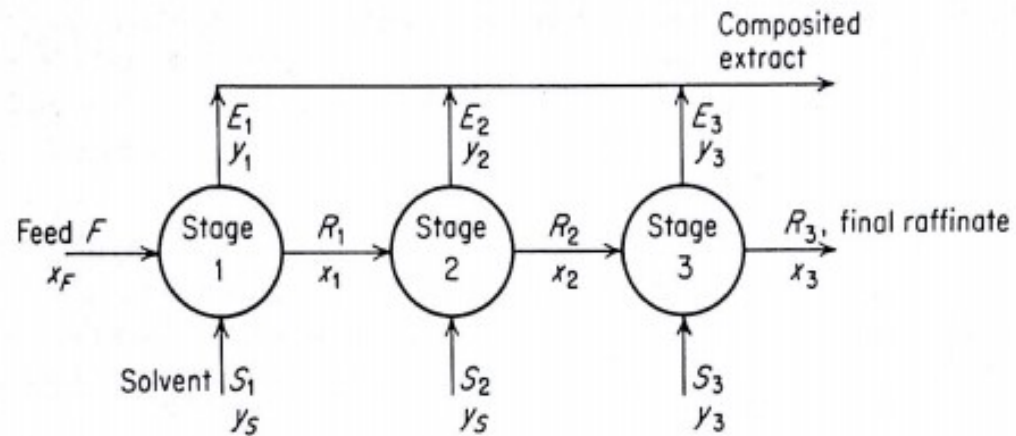
EXTRAÇÃO MÚLTIPLA

- Envolve duas ou mais extrações simples.

Extração simples



Extração múltipla



COEFICIENTE DE DISTRIBUIÇÃO

Conhecendo-se o coeficiente de distribuição do composto orgânico A, pode-se calcular a quantidade de soluto extraído em uma extração simples ou múltipla;

- É a razão das concentrações do soluto em cada solvente no equilíbrio. O solvente extrator é o 2:

$$K = \frac{C_2}{C_1}$$

Concentração do soluto A
no solvente 2.

Concentração do soluto A
no solvente 1.

- As concentrações são expressas em g.L⁻¹ ou mg.mL⁻¹.

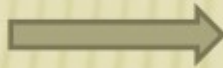
Exemplo 1:

Supondo um sistema formado por 5,0 g de um soluto em 100 mL de água (solvente 1). Ao adicionar 150 mL de éter (solvente 2), quanto de soluto será extraído? Assumindo que o K para esse sistema é 10.

Solução:

Início:

5,0 g do composto
em 100 mL de água



Extração:

$$K = 10 = \frac{\frac{5,0 - x \text{ (g)}}{150 \text{ (mL de éter)}}}{\frac{x \text{ (g)}}{100 \text{ (mL de água)}}$$

$$10 = \frac{(5,0 - x)(100)}{150x}$$

$$1.500x = 500 - 100x$$

$$1.600x = 500$$

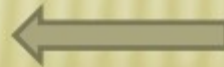
$$x = 0,31 \text{ g em água}$$

$$5,0 - x = 4,69 \text{ g em éter}$$

Término:

(5,0 - 0,31) = 4,69 g do
composto em 150 mL de éter.

0,31 g do composto permanecem
em 100 mL de água.



Início:

5,0 g do composto
em 100 mL de água

**Primeira extração:**

$$K = 10 = \frac{\frac{5,0 - x \text{ (g)}}{50 \text{ (mL de éter)}}}{\frac{x \text{ (g)}}{100 \text{ (mL de água)}}$$

$$10 = \frac{(5,0 - x)(100)}{50x}$$

$$500x = 500 - 100x$$
$$600x = 500$$

$$x = 0,83 \text{ g em água}$$
$$5,0 - x = 4,17 \text{ g no éter}$$


Segunda extração:

$$K = 10 = \frac{\frac{0,83 - x \text{ (g)}}{50 \text{ (mL de éter)}}}{\frac{x \text{ (g)}}{100 \text{ (mL de água)}}$$

$$500x = 83 - 100x$$
$$600x = 83$$

$$x = 0,14 \text{ g em água}$$
$$0,83 - x = 0,69 \text{ g no éter}$$


Terceira extração:

$$K = 10 = \frac{\frac{0,14 - x \text{ (g)}}{50 \text{ (mL de éter)}}}{\frac{x \text{ (g)}}{100 \text{ (mL de água)}}$$

$$500x = 14 - 100x$$
$$600x = 14$$

$$x = 0,02 \text{ g em água}$$
$$0,14 - x = 0,12 \text{ g no éter}$$


Término:

$(5,0 - 0,02) = 4,98 \text{ g do}$
composto em 150 mL de éter.

0,02 g do composto permanecem
em 100 mL de água.