



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Escola de Engenharia de Lorena - EEL

# Operações Unitárias

## III

*Profa. Dra.: Simone de Fátima Medeiros*



*1º Semestre - 2021*

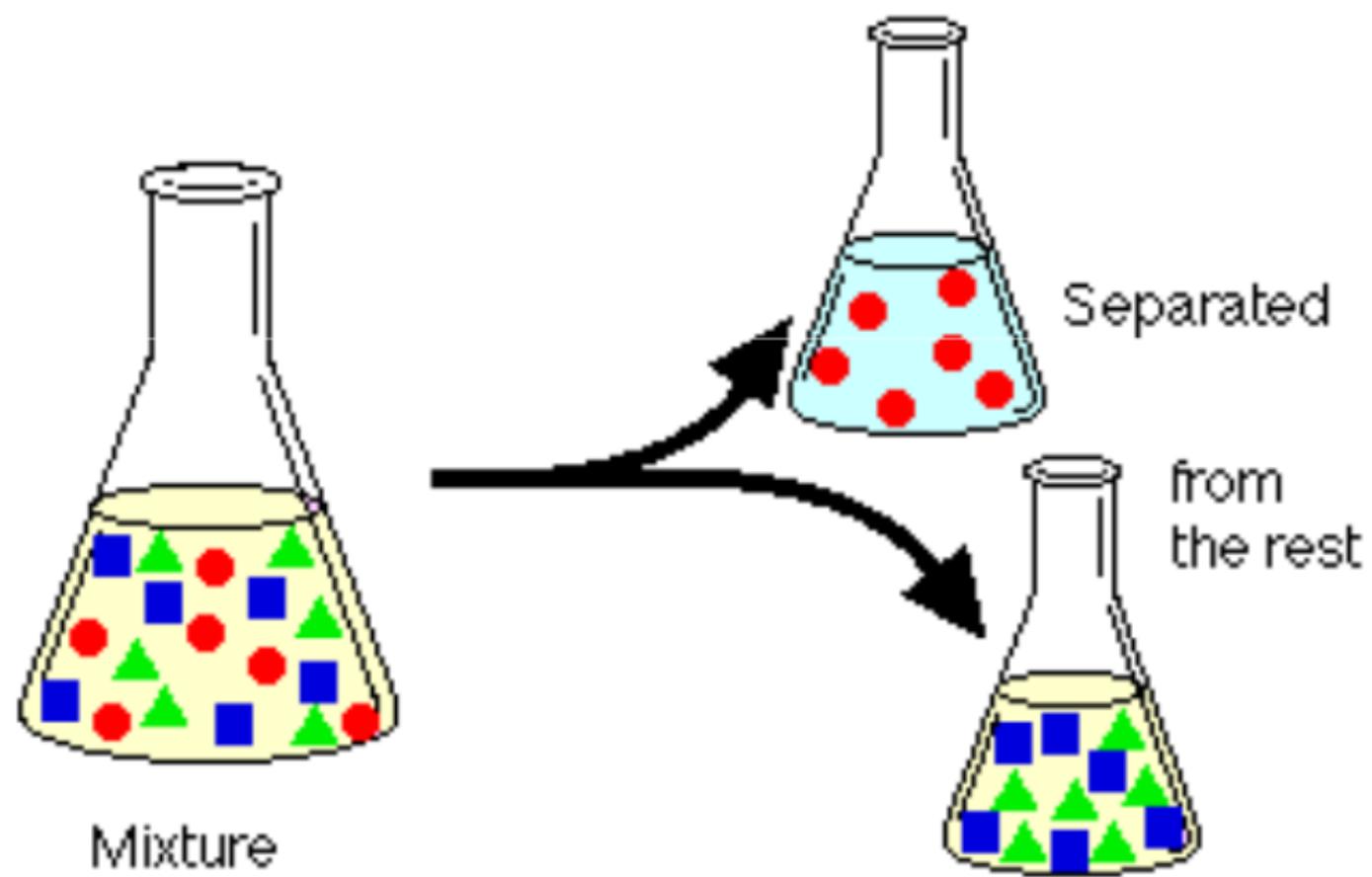


# Extração líquido-líquido

- 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).





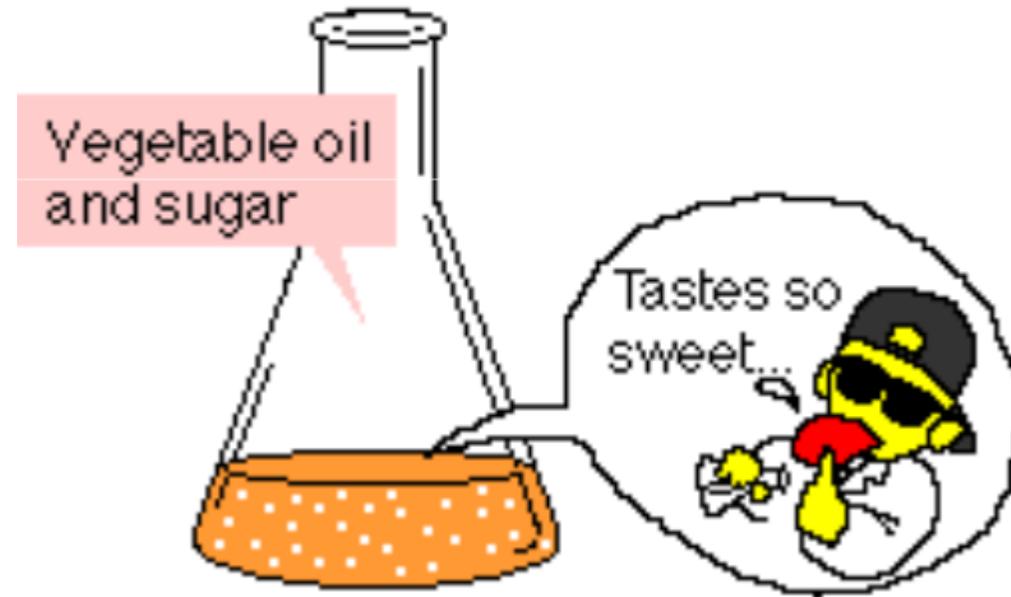
# Tipos:

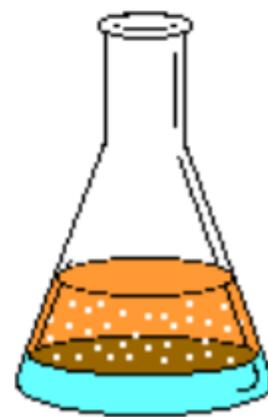
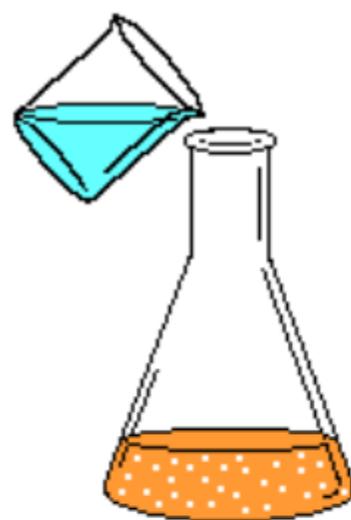
Apenas o soluto tem afinidade com o diluente e o solvente extrator;

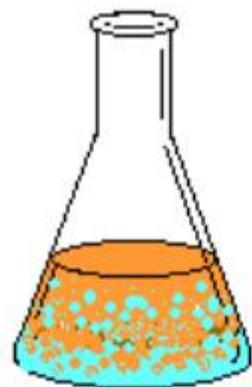
Os três componentes são parcialmente miscíveis uns com os outros.

## Exemplo:

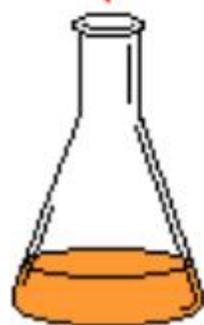
Separação de açúcar parcialmente dissolvido em óleo vegetal



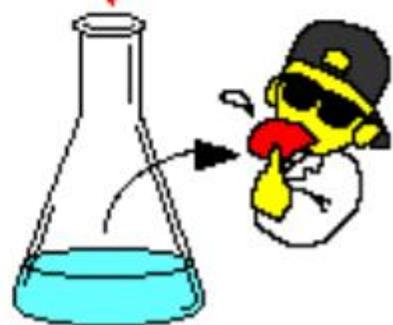




Oil Phase



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 <sup>-3</sup> ) | 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      |

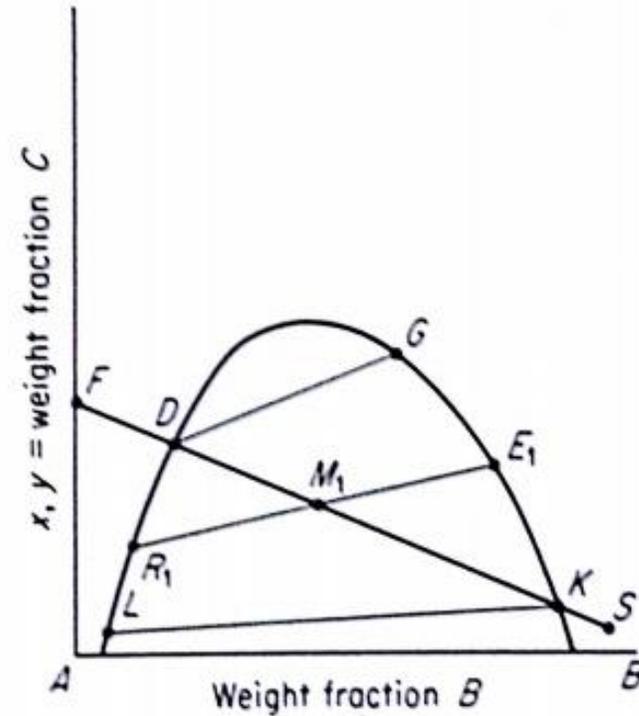
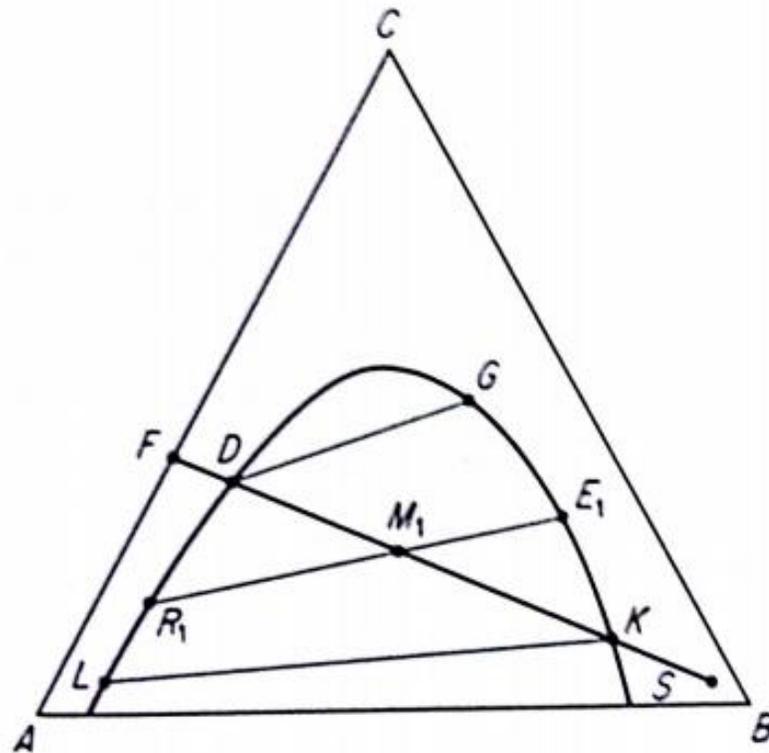
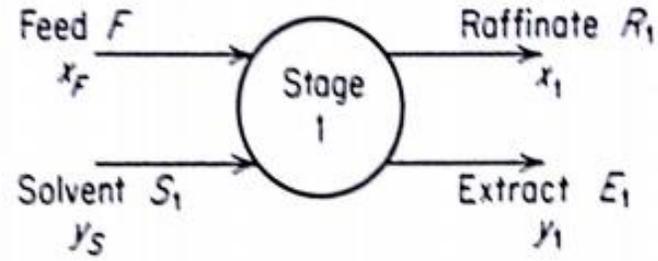
# EXTRAÇÃO SIMPLES

- 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.

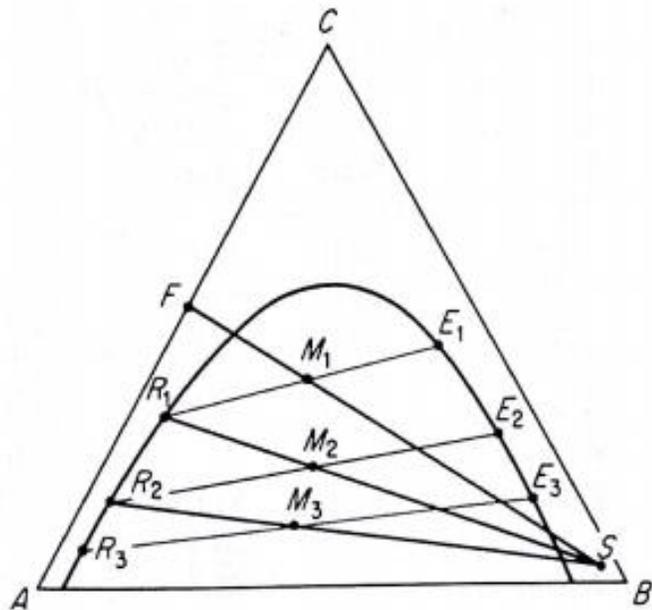
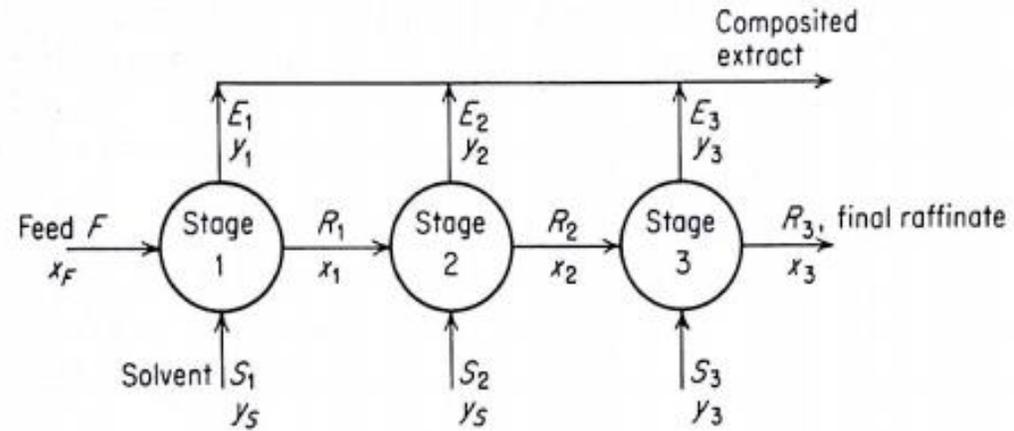
# EXTRAÇÃO MÚLTIPLA

- 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.

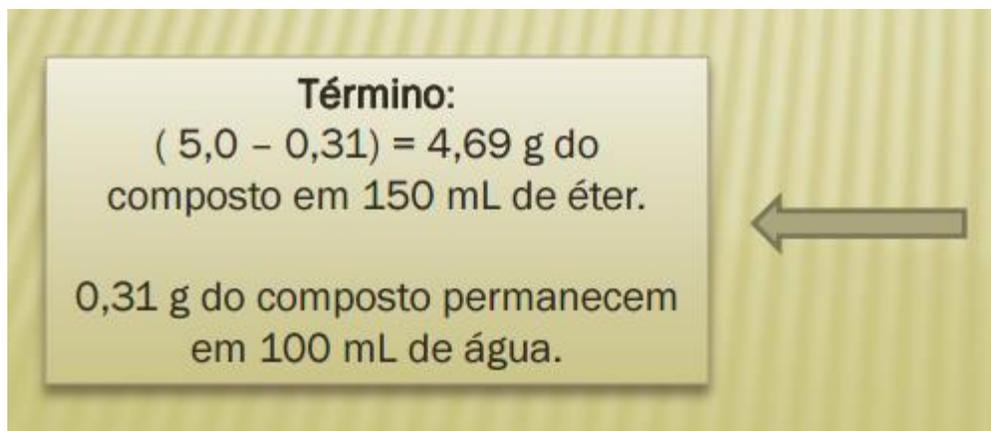
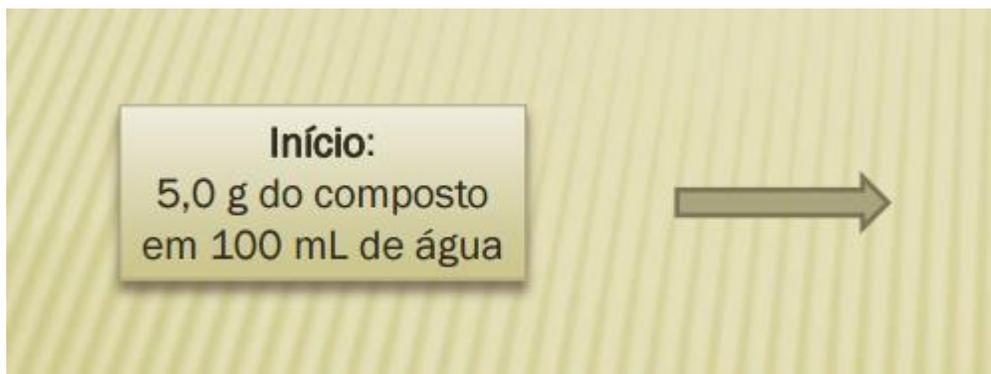
Concentração do soluto A  
no solvente 1.

- As concentrações são expressas em  $\text{g.L}^{-1}$  ou  $\text{mg.mL}^{-1}$ .

## 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:



**Extração:**

$$K = 10 = \frac{\frac{5,0 - x \text{ (g)}}{150 \text{ (mL de éter)}}}{\frac{x \text{ (g)}}{100 \text{ (mL de água)}}$$
$$10 = \frac{(5,0 - x)(100)}{150x}$$
$$1.500x = 500 - 100x$$
$$1.600x = 500$$
$$x = 0,31 \text{ g em água}$$
$$5,0 - x = 4,69 \text{ g em éter}$$

**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:**

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

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

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

**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.