

USP - Escola de Engenharia de Lorena

# OPERAÇÕES UNITÁRIAS III

## EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

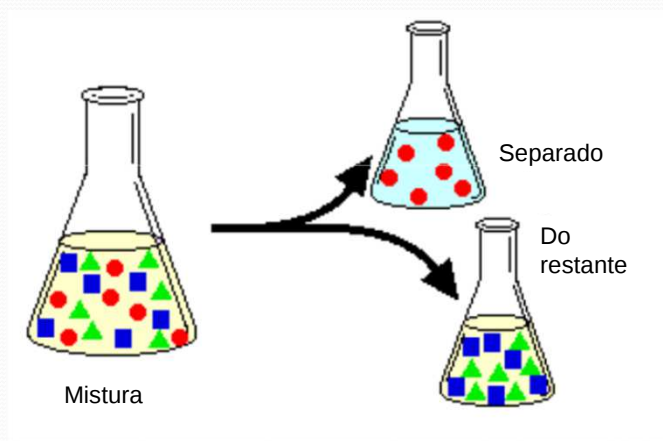
Prof. Antonio Carlos da Silva

## EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

- **FINALIDADE:**

- Transferência de um soluto de uma fase líquida para outra de acordo com sua solubilidade.
- A extração se torna uma ferramenta útil na separação de compostos orgânicos se forem escolhidos os solventes de extração adequados.
- 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.

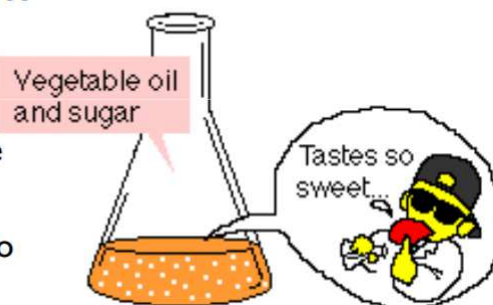
## EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO



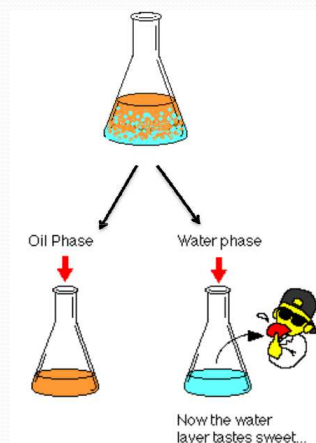
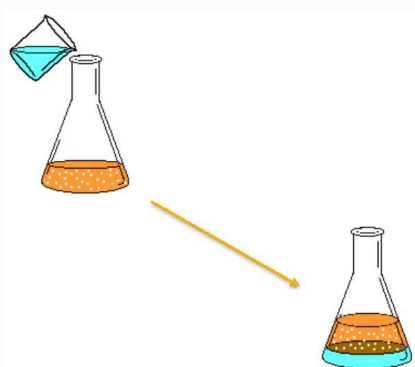
## EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

Exemplo: extração de açúcar de óleo vegetal com água

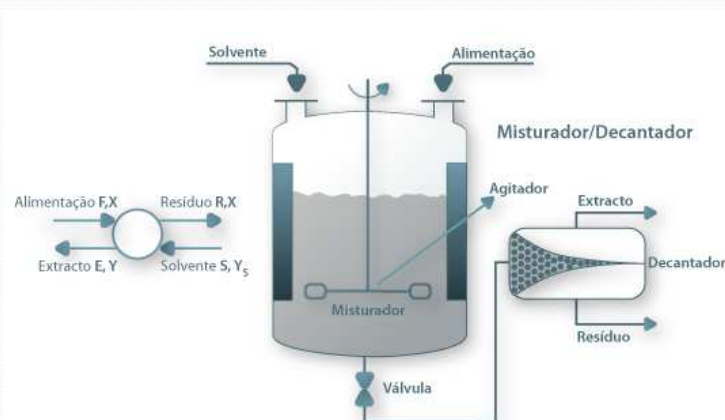
- Imagine uma mistura de açúcar em óleo vegetal (tem sabor doce) e você quer separar o açúcar do óleo. Você observa que as partículas de açúcar são muito pequenas para filtrar e você suspeita que o açúcar se encontra parcialmente dissolvido no óleo vegetal.



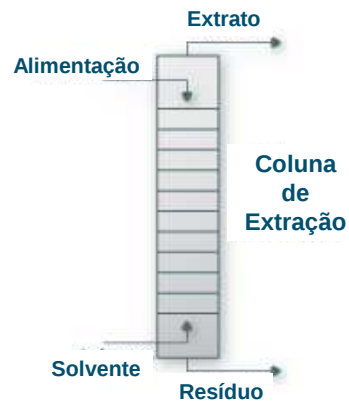
# EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO



# EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO



# EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO



# EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

## PROCESSO CONTÍNUO DE EXTRAÇÃO

Anilina é removida da água através de uma operação de extração utilizando tolueno como solvente. O processo é realizado em uma torre com 10 estágios em contracorrente, conforme esquematizado na figura.

A reação de equilíbrio válida para cada estágio é:

$$m = \frac{Y_i}{X_i} = 9$$

Onde:

$Y_i$  = (lb de anilina na fase orgânica)/(lb de tolueno na fase orgânica);

$X_i$  = (lb de anilina na fase aquosa)/(lb de água na fase aquosa);

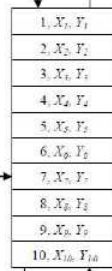
Água com anilina:  
 $W = 100 \text{ lb/h}$   
 $0,05 \text{ lb de anilina/lb de água}$

Tolueno reciclado:  
 $F = 13 \text{ lb/h}$   
 $0,003 \text{ lb de anilina/lb de tolueno}$

Água com baixa concentração de anilina.

Extrato:  
 Tolueno rico em anilina

Tolueno puro:  
 $S = 10 \text{ lb/h}$



# EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

## APARELHAGEM



# EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

## • CARACTERÍSTICAS DOS SOLVENTES:

- Imiscíveis – formam duas fases
- Não reagir quimicamente com o soluto
- A substância orgânica a ser extraída deve ser mais solúvel no segundo solvente
- Voláteis

# EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

- **SOLVENTES MAIS UTILIZADOS**

| 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 LÍQUIDO-LÍQUIDO

- **EXTRAÇÃO SIMPLES**

- É a extração realizada em única etapa.
- Determina-se o volume do extrator e realiza-se a extração uma única vez.

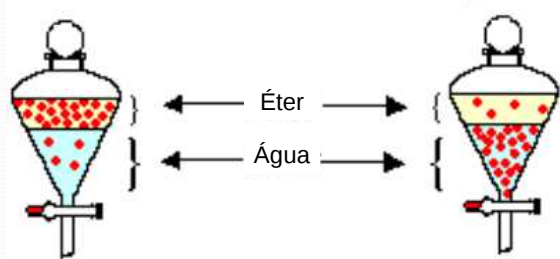
- **EXTRAÇÃO MÚLTIPLA**

- Envolve duas ou mais extrações simples.

## EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

- **Coeficiente de distribuição ou de partição**
- Quando um composto é misturado em um funil de separação com dois solventes imiscíveis, o composto irá se distribuir entre os dois solventes.
- A maioria dos solventes orgânicos é imiscível em água.
- Exemplo: solvente orgânico imiscível em água e água.

## EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO



Composto mais  
solúvel em Éter

Composto mais  
solúvel em Água

## EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

- Coeficiente de distribuição ou de partição
- A uma dada temperatura, a razão de concentrações de um soluto em cada solvente é uma constante
- Essa razão é chamada de Coeficiente de distribuição ou Coeficiente de partição

$$K = \frac{\text{concentração no solvente 2}}{\text{concentração no solvente 1}}$$

- Concentrações em g/L ou mg/L