



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE - UFAC



PET - AGRONOMIA

Soluções

Aquosas



Tutor: *Dr. Ribamar Silva*

Autores: *Maria Izabel e Samuel Luz*

Modificado por: *Adriano Pereira e Wagner Moura*

SOLUÇÕES AQUOSAS

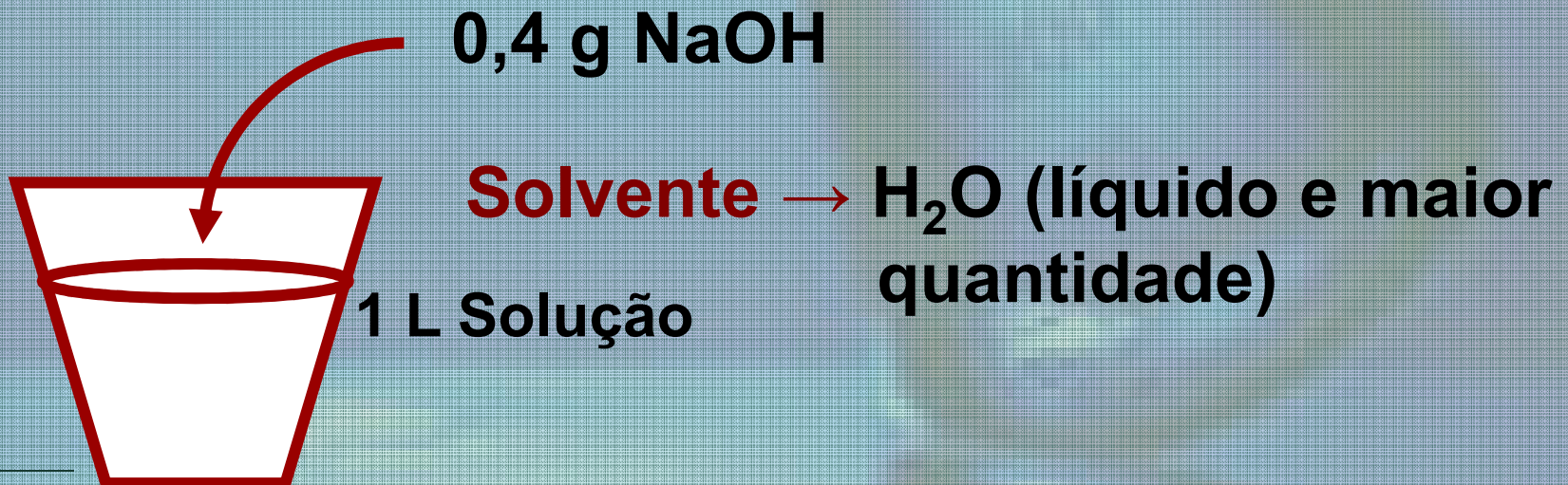
1. *Conceito*

2. *Componentes*

Solução = Soluto(1) + Solvente(2)

Solvente → maior quantidade, mesmo estado físico da mistura

Ex.:



SOLUÇÕES AQUOSAS

3. Concentração:

- ≠ Relações entre a quantidade de soluto com a de solvente ou de solução

Principais Unidades de Concentração:

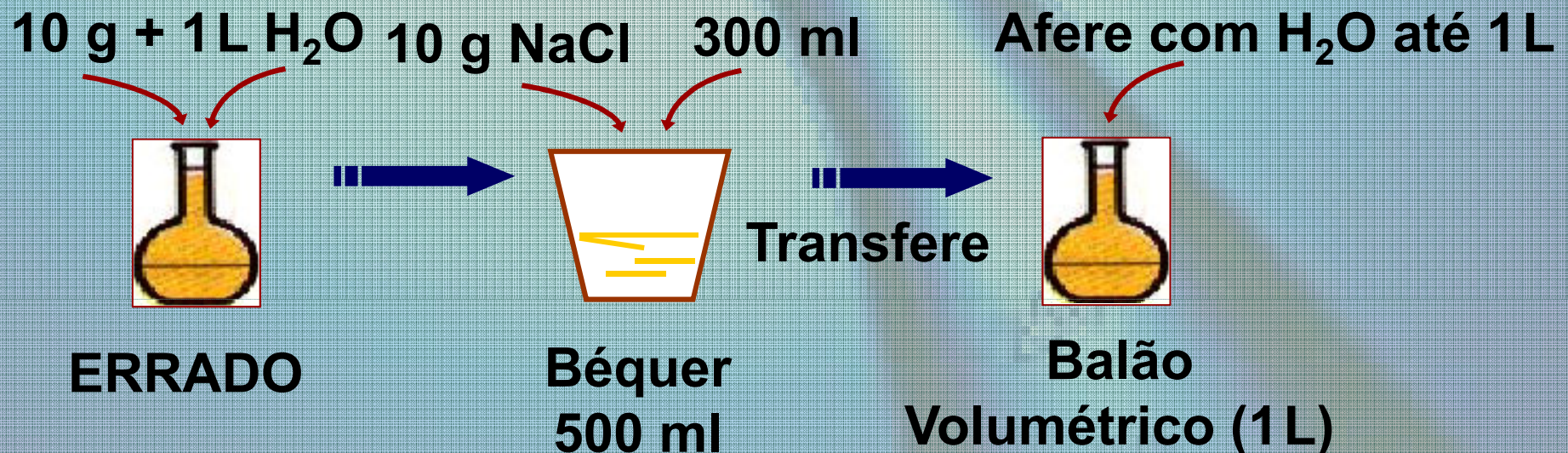
3.1. Concentração Comum (g/L):

- É a quantidade em grama de soluto contida em 1L de solução:

$$C = \frac{m_1(\text{g})}{V(\text{L})}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

Ex.: Solução 10g/L de NaCl (Preparação)



3.2. Percentagem (peso/volume):

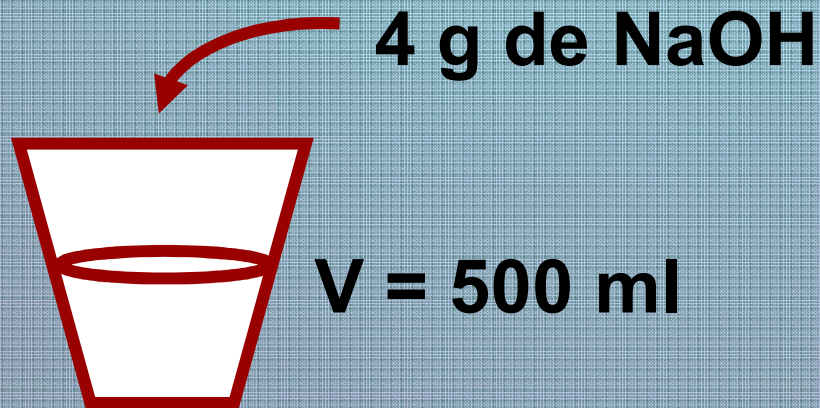
- É a quantidade de soluto (g) presente em 100 ml (100 cm³) de solução.

SOLUÇÕES AQUOSAS

Ex: 2 g KOH dissolvidas em 100 ml de solução.

$$C = 2 \% \text{ KOH}$$

Ex: Dissolve-se 4 g de NaOH em água de modo a formar 500 ml de solução. Qual a concentração dessa mistura expressa em % (P/V) e g/L?



$$C = ? (\% \text{ e g/L})$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

4 g ——— 500 ml

X g ——— 1000 ml

$$C = 8 \text{ g/L}$$

4 g ——— 500 ml

X g ——— 100 ml

$$C = 0,8 \%$$

3.2.1. Relação entre $C_{\text{g/L}}$ e %:

% ——— 100 ml
g/L ——— 1000 ml



$$C \text{ (g/L)} = \% \times 10$$

3.3 Título (T):

- É a relação entre a massa do soluto (m_1) e a massa da solução (m).

$$T = \frac{m_1(\text{g})}{m(\text{g})}$$

ou

$$T = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

3.3.1. Relação entre $C_{g/L}$ e Título:

$$C_{(g/L)} = \frac{m_1}{V} \rightarrow m_1 = C \cdot V$$

$$T = \frac{m_1}{m} \rightarrow m_1 = m \cdot T$$

Fazendo $m_1 = m_1$ e $d = \frac{m}{V}$, temos:

$$C \cdot V = m \cdot T \rightarrow C (g/L) = \frac{m}{V} \cdot T$$

$$C_{(g/L)} = d \cdot T \rightarrow (\text{se } d \text{ em g/L})$$

$$C_{(g/L)} = d \cdot T \cdot 1000 \rightarrow (\text{se } d \text{ em g/ml})$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

3.4 *Titulo Percentual (T %):*

- É a massa de soluto contido em 100g de solução.

$$T (\%) = T \times 100$$

Ex.: H₂SO₄ 98 % de pureza.

3.5 *Concentração molar (mol/litro):*

- Molaridade → É o número de mols do soluto (n₁) contidos em um litro de solução.

$$C (\text{mol/L}) = M = \frac{n_1}{V(\text{L})} \quad \text{onde} \quad n_1 = \frac{m_1}{MM_1}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

$$M = \frac{m_1}{MM_1 \cdot V(L)}$$

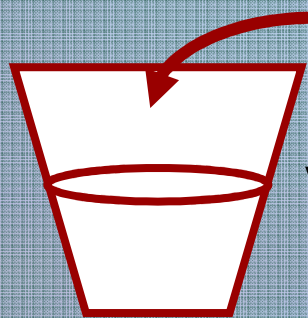
M = Molaridade

$n_1 = n^\circ$ mols soluto

$MM_1 =$ Massa Molar

$V(L) =$ Volume (Litro)

Ex:



40 g NaOH

$V = 1L$

$C = ?\text{mol/L}$

$$n_1 = \frac{40}{40} \Rightarrow n_1 = 1\text{mol}$$

$$C (\text{mol/L}) = M = \frac{1\text{mol}}{1L} = 1\text{mol/L}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

3.5.1 Relação entre $C_{g/L}$ e $C_{mol/L}$:

$$C_{(g/L)} = \frac{m_1}{V(L)} \Rightarrow m_1 = C.V$$

$$M = \frac{m_1}{MM_1 \cdot V(L)} \Rightarrow m_1 = M \cdot MM_1 \cdot V$$

Fazendo:

$$m_1 = m_1$$

$$C.V = M.MM_1.V$$

$$C (g/L) = M \cdot MM_1$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

3.6 Concentração Normal (N):

- Normalidade → Número de equivalentes-grama do soluto contido em 1 L de solução

$$N = \frac{n_{\text{eq}}}{V(\text{L})} \rightarrow n_{\text{eq}} = \frac{m_1}{\text{Eqg}} \rightarrow N = \frac{m_1}{\text{Eqg}_1 \cdot V(\text{L})}$$

3.6.1. Equivalente-grama de um:

- **Ácido** → $\text{Eqg} = \frac{\text{MM}}{n^\circ \text{H}^+ \text{ ionizáveis}}$

SOLUÇÕES AQUOSAS

Ex:
$$\text{Eqg H}_2\text{SO}_4 = \frac{98 \text{ g}}{2} = 49 \text{ g}$$

OBS:
$$\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Eqg} = \frac{\text{MM}}{1}$$

$$\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Eqg} = \frac{\text{MM}}{3}$$

$$\text{H}_3\text{PO}_3 \rightarrow \text{Eqg} = \frac{\text{MM}}{2}$$

$$\text{H}_3\text{PO}_2 \rightarrow \text{Eqg} = \frac{\text{MM}}{2}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

- **Base** →
$$\text{Eqg} = \frac{\text{MM}}{n^{\circ} \text{OH}^{-}}$$

Ex:
$$\text{Eqg Ca(OH)}_2 = \frac{74 \text{ g}}{2} = 37 \text{ g}$$

- **Sal** →
$$\text{Eqg} = \frac{\text{MM}}{\text{carga total do cátion (ou ânion)}}$$

Ex:
$$\text{Eqg Al}_2(\text{SO}_4)_3 = \frac{342 \text{ g}}{6} = 57 \text{ g}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

Ex: Dissolve-se 0,37 g de hidróxido de cálcio em água de modo a formar 500 ml de solução. Qual a concentração dessa mistura expressa em N?

• Dados: $m_1 = 0,37$ g; $V = 0,5$ L; **N?**

$$N = \frac{m_1}{Eqg_1 \cdot V(L)}$$

$$Ca(OH)_2 \rightarrow Eqg = \frac{74 \text{ g}}{2} = 37 \text{ g}$$

$$N = \frac{0,37}{37 \cdot 0,5}$$

$$\rightarrow \mathbf{N = 0,02 \text{ N}}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

3.6.1. Relação entre $C_{mol/L}$ e N :

$$M = \frac{m_1}{MM \cdot V} \quad \text{e} \quad N = \frac{m_1}{Eqg \cdot V}$$

$$m_1 = M \cdot MM \cdot V \quad m_1 = N \cdot Eqg \cdot V$$

$$M \cdot MM \cdot \cancel{V} = N \cdot Eqg \cdot \cancel{V}$$

$$M \cdot \cancel{MM} = N \cdot \frac{\cancel{Eqg}}{x}$$

$$N = M \cdot x$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

Ex: Qual a concentração em mol/L de uma solução de H_2SO_4 12 N?

$$N = M \cdot x$$

$$12 = M \cdot 2$$

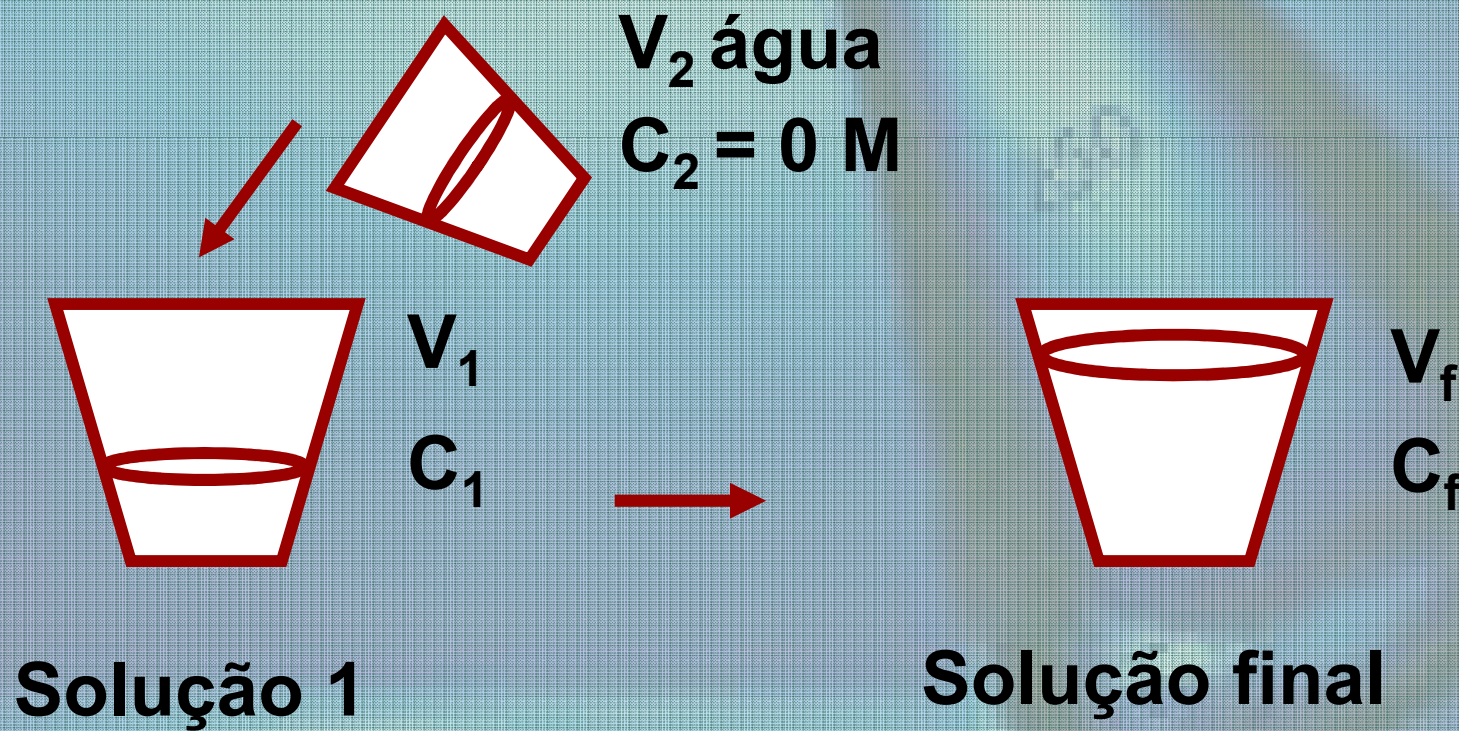
$$M = 6 \text{ M ou } 6 \text{ mol/L}$$

$$\text{Eqg } \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{MM}{2}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

4. Diluição de soluções:

- Aumento de volume e redução de concentração.



SOLUÇÕES AQUOSAS

Na diluição temos:

$$V_f > V_1$$

$$C_f < C_1$$

$$m_1 = \text{constante}$$

Cálculos:

$$V_f \cdot C_f = V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2$$

$$\text{Como } C_2 = 0 \Rightarrow V_2 \cdot C_2 = 0$$

$$V_f \cdot C_f = V_1 \cdot C_1$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

Ex.: Que volume de solução 2 mol/L de NaOH é necessário diluir com água destilada para obter-se 500 ml de solução 0,5 mol/L da mesma base?

Dados: $C_1 = 2 \text{ mol/L}$; $V_f = 500 \text{ ml}$; $C_f = 0,5 \text{ mol/L}$

Calcular: V_1 ?

$$V_f \cdot C_f = V_1 \cdot C_1$$

$$500 \cdot 0,5 = V_1 \cdot 2$$

$$V_1 = \frac{500 \times 0,5}{2} = \frac{250}{2} = 125 \text{ ml}$$

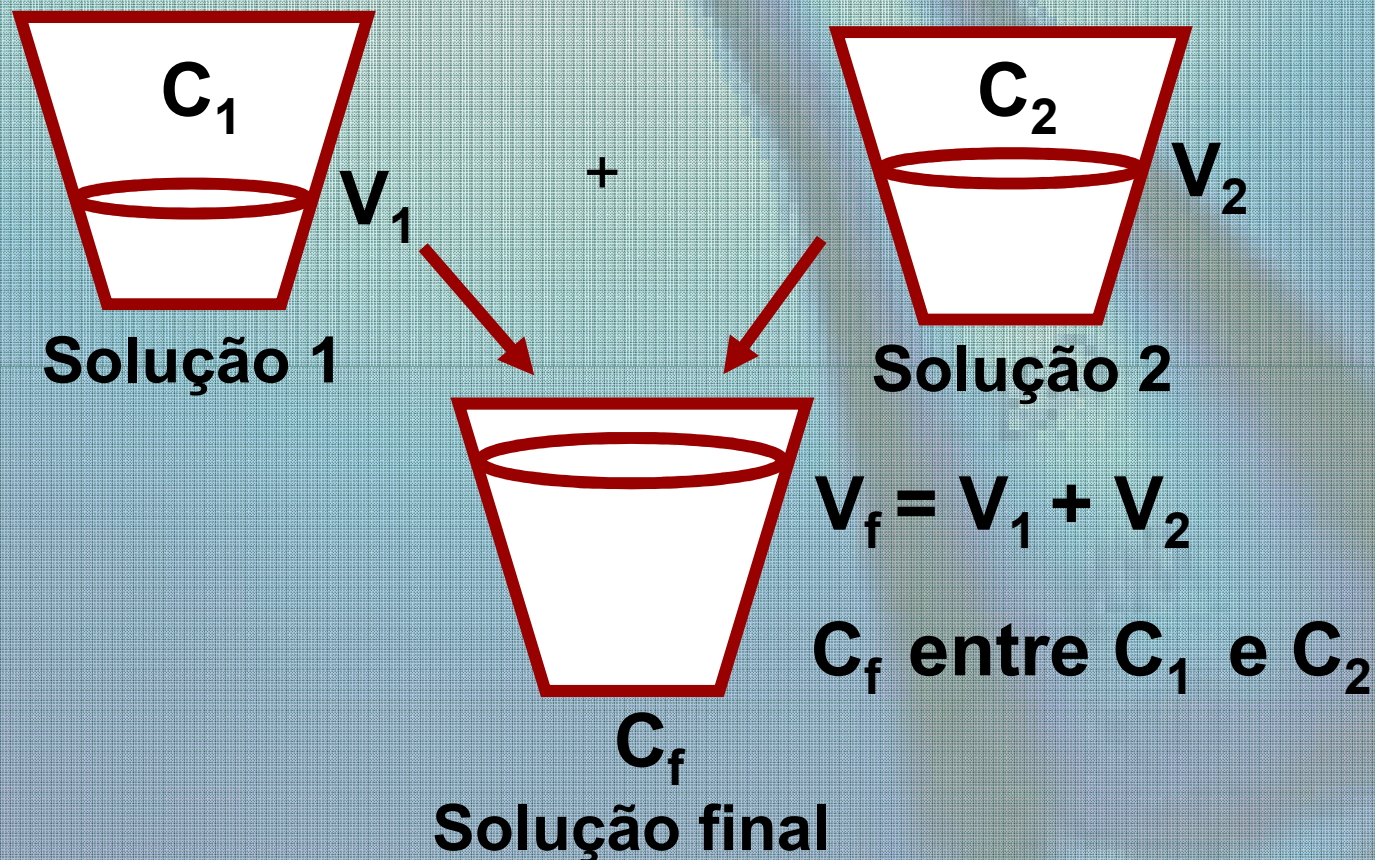
Obs.:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = V_f - V_1$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 375 \text{ ml}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

5. Mistura de soluções sem reação química:



$$V_f \cdot C_f = V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2 + V_3 \cdot C_3 \dots$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

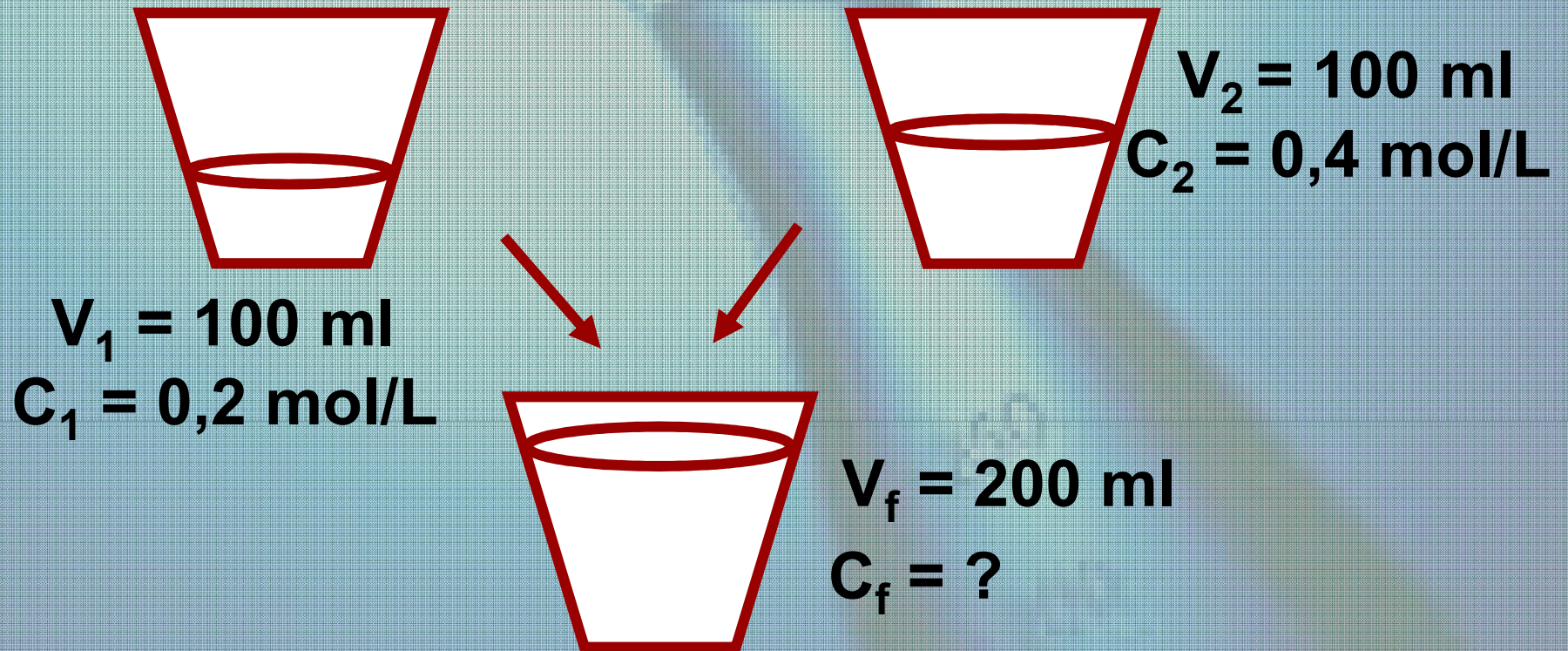
Ex: Misturam-se num frasco 100 ml de solução de NaOH de concentração 0,2 mol/L e 100 ml de solução 0,4 mol/L da mesma base. Qual a concentração da solução obtida após a mistura?

$$V_1 = 100 \text{ ml}; \quad C_1 = 0,2 \text{ mol/L};$$

$$V_2 = 100 \text{ ml} \quad C_2 = 0,4 \text{ mol/L}; \quad V_f = 200 \text{ ml};$$

$$C_f = ? \text{ mol/L}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS



$$V_f \cdot C_f = V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2$$

$$200 \cdot C_f = 100 \cdot 0,2 + 100 \cdot 0,4$$

$$C_f = 0,3 \text{ mol/L}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

Ex: Que volumes das soluções de H_3PO_4 1 mol/L e 6 N devem ser misturados para obter-se 1 L de solução 1,5 mol/L do mesmo ácido?

Calcular: V_1 ? V_2 ?

$$C_1 = 1 \text{ mol/L} \quad C_2 = 6 \text{ N} \quad C_f = 1,5 \text{ mol/L} \quad V_f = 1 \text{ L}$$

$$N = M \cdot x$$

$$6 = M \cdot 3$$

$$M = 2 \text{ M ou } 2 \text{ mol/L}$$

$$E_{\text{q/g}} \text{H}_3\text{PO}_4 = \frac{\text{MM}}{3}$$


SOLUÇÕES AQUOSAS

$$V_f \cdot C_f = V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2$$

$$1.000 \times 1,5 = \underline{V_1} \times 1 + \underline{V_2} \times 2 \quad (?)$$

$$V_f = 1.000 = V_1 + V_2 \rightarrow V_1 = 1.000 - V_2$$

$$1.500 = (1.000 - V_2) \times 1 + V_2 \times 2$$

$$1.500 = 1.000 - V_2 + 2 V_2$$

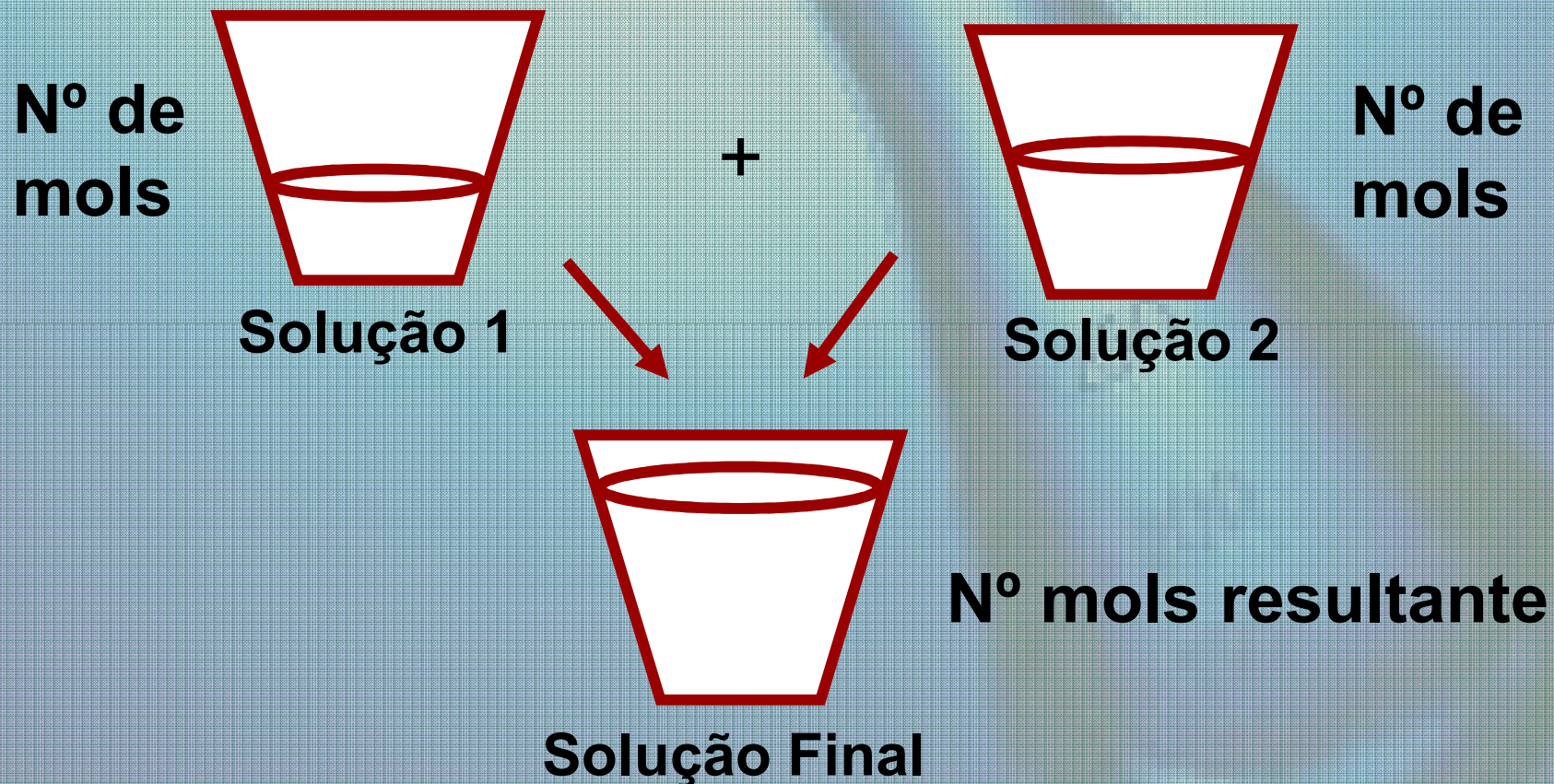
$$500 = V_2$$

$$V_2 = 500 \text{ ml}$$

$$V_1 = 1.000 - V_2 = 1.000 - 500 = 500 \text{ ml.}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

5. Mistura de soluções com reação química:

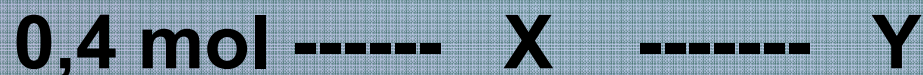
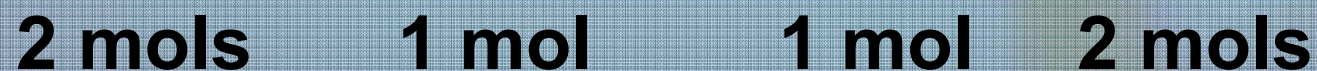
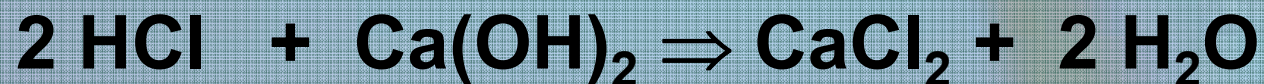


SOLUÇÕES AQUOSAS

Ex: 1) Que volume de solução 0,5 mol/L de hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) é necessário para neutralizar completamente 2,0 litros de solução 0,20 M de HCl? Qual a massa do sal obtido?

$$\text{Molaridade} \Rightarrow M = \frac{n_1}{V_L} \Rightarrow n_1 = M \cdot V$$

$$n \text{ HCl} = 2,0 \times 0,2 = 0,4 \text{ mol}$$



$$X = 0,2 \text{ mol Ca(OH)}_2$$

$$Y = 0,2 \text{ mol CaCl}_2$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

$$n = M \times V \Rightarrow 0,2 = 0,5 \times V$$

$$V = 0,4 \Rightarrow V = 400 \text{ ml Ca(OH)}_2$$

$$n_{\text{sal}} = \frac{m_1}{MM_1} \Rightarrow 0,2 = \frac{m_1}{111}$$

$$\Rightarrow m_{\text{sal}} = 22,2 \text{ g CaCl}_2$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

2) 200 ml de solução de H_2SO_4 0,5 M são adicionados a 0,8 litro de solução de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,1 mol/L. A solução obtida é ácida, básica ou neutra? Qual a molaridade do reagente em excesso e do sal formado? Qual a massa do sal formado?

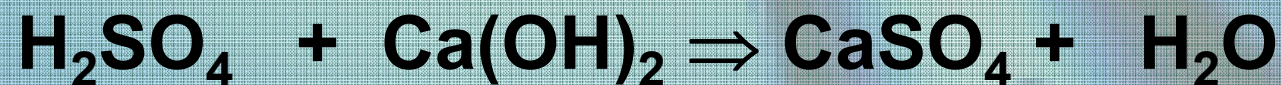
$$\text{Molaridade} \Rightarrow M = \frac{n_1}{V_L} \Rightarrow n_1 = M.V$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

Assim temos:

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \Rightarrow n_A = 0,2 \times 0,5 = 0,10 \text{ mol}$$

$$\text{Ca(OH)}_2 \Rightarrow n_B = 0,8 \times 0,1 = 0,08 \text{ mol}$$



1 mol

1 mol

1 mol

1 mol

0,10 mol

0,08 mol

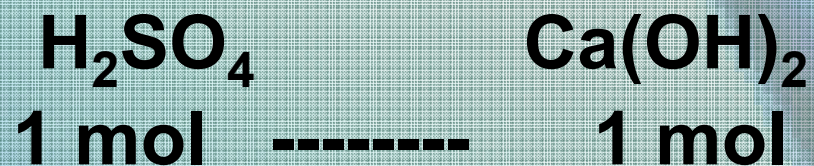


Maior produto da proporção

\Rightarrow Excesso de H_2SO_4

SOLUÇÕES AQUOSAS

Quanto Reagiu de H_2SO_4 ?



$$x \text{ mol} \text{-----} 0,08 \text{ mol} \Rightarrow x = 0,08 \text{ mol}$$

Adicionados $\Rightarrow 0,10 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$

Reagiu $\Rightarrow 0,08 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$

Excesso $\Rightarrow 0,02 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$

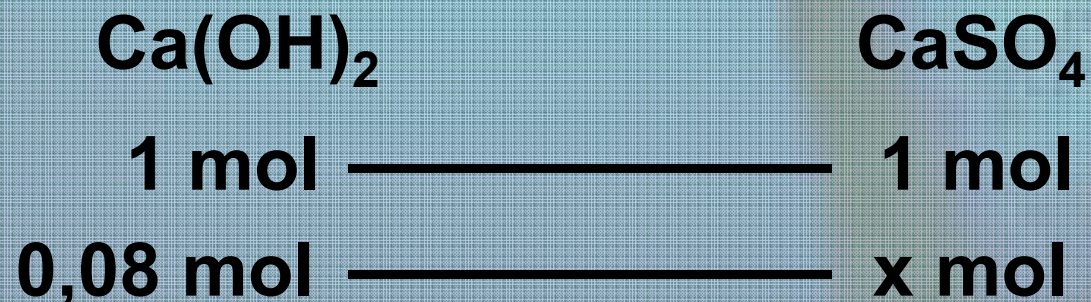
$V \text{ solução} = 200 \text{ ml} + 800 \text{ ml} = 1000 \text{ ml}$

SOLUÇÕES AQUOSAS

Molaridade do Excesso de H_2SO_4

$$M = \frac{n_1}{V_L} = \frac{0,02}{1} = 0,02 \text{ mol/L}$$

Molaridade do Sal



$$x = 0,08 \text{ mol CaSO}_4$$

$$M = 0,08 \text{ mol/L (CaSO}_4\text{)}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

Massa do Sal

$$n_1 = \frac{m_1}{MM_1}$$

$$0,08 = \frac{m_1}{136}$$

$$m_1 = 10,88 \text{ g}$$

SOLUÇÕES AQUOSAS

6. Considerações Finais:

- Soluções;
- Unidades de concentração;
- Diluição de soluções;
- Mistura de soluções sem reação química;
- Mistura de soluções com reação química.



*O PEI agradece pela
atenção ...*

Adriano Pereira e Wagner Moura