

# PREPARO DE SOLUÇÕES

9  
aula

## META

Introduzir algumas técnicas básicas de preparo de soluções.

## OBJETIVOS

Ao final da aula, o aluno deverá :  
realizar os procedimentos de preparo de soluções do tipo sólido-líquido;  
determinar a concentração de soluções;  
conhecer as diversas formas de se expressar a concentração de uma solução;  
e realizar procedimentos de diluição.

## PRÉ-REQUISITOS

Ter assimilado o conteúdo das aulas 01 a 08



**O**lá, caro aluno ou aluna! Espero que você esteja gostando das aulas. Mantenha efetivo contato com colegas e com o tutor no pólo, a fim de que não fiquem dúvidas acumuladas. Vamos para esta nova aula. Em análise química, é

## INTRODUÇÃO

comum trabalhar com as substâncias de interesse em solução aquosa. Esta solução é obtida através da dissolução completa de uma quantidade definida de uma amostra sólida em um solvente apropriado. Para a obtenção de uma solução é necessário, inicialmente, que a amostra sólida a ser analisada esteja finamente dividida e, no caso de mistura de duas ou mais substâncias, que a amostra tenha composição homogênea para que a quantidade utilizada no preparo da solução seja representativa. Outro aspecto importante é a quantidade de água presente na amostra. Veja definições e procedimentos no desenvolvimento da aula.



Concentração de solução (jornalavem.wordpress.com)

Você já deve ter observado que determinado volume de água pode dissolver quantidades diferentes de substância. Por exemplo, o açúcar começa a se depositar no fundo do recipiente após a adição de certa quantidade, isto acontece porque saturamos a solução, na temperatura em que a realizamos a dissolução. É importante saber que, nas práticas de química, as reações geralmente ocorrem quando os reagentes estão em solução, e conseqüentemente, devemos conhecer a proporção existente entre as quantidades de soluto e solvente, ou ainda de soluto e de solução. Nós expressamos a quantidade de soluto existente em uma solução quando informamos ou calculamos a concentração da solução. Existem diversas maneiras de determinar a concentração de uma solução.

## CONCENTRAÇÃO DAS SOLUÇÕES



### RELAÇÃO DE MASSA COM MASSA

Título é a relação entre a massa do soluto e a massa da solução.

Sendo:  $T = \text{título}$  (é um número puro, isto é, não tem unidade).

$$T = m_1 / m_1 + m_2$$

$m_1$  = massa do soluto

$m_2$  = massa do solvente

$m_t$  = massa da solução ( $m_1 + m_2$ )

Aplicação: 10 gramas de um soluto A são dissolvidos em 90 gramas de um solvente B. Qual o título da solução?

$$m_1 = 10 \text{ gramas (soluto A)}$$

$$m_2 = 90 \text{ gramas (solvente B)}$$

$$T = m_1 / m_1 + m_2 = 10 \text{ g} / 100\text{g} = 0,1$$

O título também pode ser expresso em %, no exemplo anterior a porcentagem seria:

$$\begin{aligned} \text{A porcentagem em peso (\% em peso)} &= \text{título} \times 100 = \\ 0,1 \times 100 &= 10\% \end{aligned}$$

## FRAÇÃO MOLAR

É um número puro, isto é, não tem unidade.

A fração molar de uma solução pode ser expressa de duas maneiras: Fração molar do soluto ou fração molar do solvente.

A fração molar do soluto ( $F_1$ ) é a relação entre o número de mols do soluto ( $n_1$ ) e o número de mols da solução ( $n_1 + n_2$ ).

A fração molar do solvente ( $F_2$ ) é a relação entre o número de mols do solvente ( $n_2$ ) e o número de mols da solução ( $n_1 + n_2$ ).

Sendo:  $F_1$  = fração molar do soluto e  $F_2$  = fração molar do solvente

$n_1$  = número de mols do soluto.

$n_2$  = número de mols do solvente.

$n$  = número de mols da solução ( $n_1 + n_2$ ).

A soma da fração molar do soluto ( $n_1$ ) e da fração molar do solvente ( $n_2$ ) é sempre igual a um.

$$F_1 + F_2 = 1$$

O número de mols é obtido através da aplicação da relação massa por mol.

Aplicação: Uma solução contém 4 mols do soluto dissolvidos em 16 mols do solvente.

Determinar: a) a fração molar do soluto, b) a fração molar do solvente.

$$n_1 = 4 \quad \text{e} \quad n_2 = 16$$

## MOLALIDADE

Molalidade ou concentração molal é a relação entre o número de mols do soluto ( $n_1$ ) e a massa do solvente ( $m_2$ ), em quilogramas (kg) - não pode ser expressa em outra unidade.

Sendo:  $M$  = molalidade ou concentração molal

$n_1$  = número de mols do soluto

$m_2$  = massa do soluto em quilogramas

Aplicação: Uma solução é preparada, dissolvendo-se 4,35 gramas de  $\text{NaNO}_3$  em 2000 gramas de água. A molalidade da solução é:

Dado:  $MM = 87 \text{ g}$  é o mol do soluto.

$$n_1 = \frac{m}{MM} \text{ (massa do soluto / MM do soluto)} = \frac{4,35 \text{ g}}{87 \text{ g}} = 0,05 \text{ mols de } \text{NaNO}_3$$

$$m_2 = 2000 \text{ g} = 2 \text{ kg}$$

$$M = \frac{n_1}{m_2} \text{ (número de mols do soluto/massa do solvente)} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ molal}$$

## RELAÇÃO DE MASSA, MOLS E EQUIVALENTE-GRAMA COM VOLUME

Concentração comum é a relação entre a massa do soluto, em gramas, e o volume da solução, em litros.

Sendo:  $C$  = concentração comum

$m_1$  = massa do soluto, em gramas.

$V$  = volume da solução, em litros.

Aplicação: Qual a concentração de uma solução que contém 20 gramas do soluto dissolvido em 0,5 litro de solução?

$$m_1 = 20 \text{ g}$$

$$V = 0,5 \text{ L}$$

$$C = 20\text{g} / 0,5 \text{ L} = 40 \text{ g} / \text{L}$$

Molaridade ou concentração molar é a relação entre o número de mols do soluto e o volume da solução, em litros. É a forma mais comum de expressar a concentração de uma solução e pode ser calculada pela equação:

$$M = n_1/V$$

Sendo:  $M$  = molaridade ou concentração molar

$n_1$  = número de mols do soluto

$V$  = volume da solução, em litros

Relacionando a Molaridade com a Concentração Comum:

Aplicação: Foram dissolvidos 4,9 g de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  em água suficiente para 0,5 litros de solução. Qual a concentração molar (molaridade) e a concentração comum da solução? Dado:  $\text{MM}_1$  de  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98 \text{ g}$

Cálculo da concentração molar ou molaridade:

$$n_1 = m_1 / \text{MM}_1 = 4,9 \text{ g} / 98 \text{ g} = 0,05 \text{ mols}$$

$$M = n_1 / V (\text{litros}) = 0,05 / 0,5 \text{ litros} = 0,1 \text{ molar}$$

Cálculo da concentração comum:

$$C = M \cdot \text{MM}_1 = 0,1 \cdot 98\text{g} = 9,8\text{g/L} \quad \text{ou} \quad C = m_1 / V = 4,9\text{g} / 0,5 \text{ L} = 9,8\text{g/L}$$

**NORMALIDADE**

Inicialmente faremos um estudo sobre o equivalente-grama.

Equivalente-grama (E) de um ELEMENTO QUÍMICO é a relação entre a massa molecular (MM) e sua valência (v) ou NO<sub>x</sub> mais comum, no composto considerado.

Exemplos:

Para o sódio - Na (NO<sub>x</sub> = +1)  $E = MM / NO_x = 23 / 1 = 23g$

Para o bário - Ba (NO<sub>x</sub>=+2)  $E = MM / NO_x = 137g / 2 = 68,5g$

Para o alumínio - Al (NO<sub>x</sub> =+3)  $E = MM / NO_x = 27g / 3 = 9g$

Equivalente-grama (E) de um ÁCIDO é a relação entre a MM do ácido e o número de hidrogênios ácidos ou ionizáveis (x).

Exemplos:

Para o ácido nítrico - HNO<sub>3</sub>

$E = MM_1 / x = 63g / 1 = 63g$  ( 1 hidrogênio ácido)

Para o ácido sulfúrico - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

$E = MM_1 / x = 98g / 2 = 49g$  ( 2 hidrogênios ácidos)

Para o ácido fosfórico - H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

$E = MM_1 / x = 98g / 3 = 32,67g$  (3 hidrogênios ácidos)

Equivalente-grama (E) de uma BASE é a relação entre a MM da base e o número de hidroxilas (x).

Exemplos:

Para o hidróxido de sódio - NaOH

$E = MM_1 / x = 40g / 1 = 40g$

Para o hidróxido de cálcio - Ca(OH)<sub>2</sub>

$E = MM_1 / x = 74g / 2 = 37g$

**Equivalente-grama (E)** de um SAL é a relação entre a MM do sal e o NO<sub>x</sub> total do cátion ou ânion (x).

Exemplos:

Para o cloreto de sódio - NaCl

$$E = MM_1 / x = 58,5g / 1 = 58,5g$$

Para o sulfeto de cálcio - CaS

$$E = mol_1 / x = 72g / 2 = 36g$$

Vamos agora para a NORMALIDADE ou CONCENTRAÇÃO NORMAL

Normalidade ou concentração normal é a relação entre o número de equivalentes-gramas do soluto e o volume da solução, em litros.

Sendo: N = normalidade ou concentração normal.

$n_e$  = nº de equivalentes-grama do soluto.

$m_1$  = massa do soluto, em gramas.

V = volume da solução, em litros.

E = equivalente-grama.

Exemplos:

Qual a normalidade (concentração normal) de uma solução que contém 21,56 g de  $H_2SO_4$  dissolvido em 200 mL solução? Dados:

H = 1; S = 32; O = 16

$$MM_1 = 98 g \Rightarrow E = 98 g / 2 = 49 g$$

$$m_1 = 21,56 g$$

$$V = 200 mL = 0,2 L$$

$$N = m_1 / E \cdot V \Rightarrow N = 21,56 g / 49 g \cdot 0,2 L$$

$$\Rightarrow N = 2,2 \text{ normal (2,2 N)}$$

## PREPARAÇÃO DE SOLUÇÃO DE NaOH 0,1 MOL/L

Calcule a massa de NaOH necessária para preparar 250 mL de uma solução de concentração 0,2 mol/L. Pese a quantidade calculada de NaOH, em balança analítica, usando um vidro de relógio e faça a pesagem o mais rápido possível, pois as pastilhas de NaOH hidratam-se muito rapidamente. Transfira estas pastilhas de NaOH assim pesadas para um béquer de 100 mL, com o auxílio de um bastão de vidro. Lave o vidro de relógio, cuidadosamente, usando uma pisseta com água destilada, transferindo toda esta água de lavagem diretamente para um béquer de 100 mL.

**ATENÇÃO: CUIDADO COM OS OLHOS, evite que a solução respingue.**

Agite cuidadosamente a mistura com o bastão de vidro até que ocorra a dissolução completa das pastilhas do NaOH. Evite qualquer tipo de perda de material durante as etapas de dissolução e transferência da solução.

Transfira, quantitativamente, a solução do béquer para um balão volumétrico de 250 mL, conforme instrução do professor.

Lave o béquer e o bastão várias vezes com água destilada, transferindo a solução resultante para o balão volumétrico. O volume do balão com água destilada até a marca existente no gargalo, ajustando a altura do menisco de tal modo que a sua parte inferior coincida com a marca. Feche o balão com a tampa apropriada e movimente o mesmo (agite) com cuidado para obter uma solução homogênea.



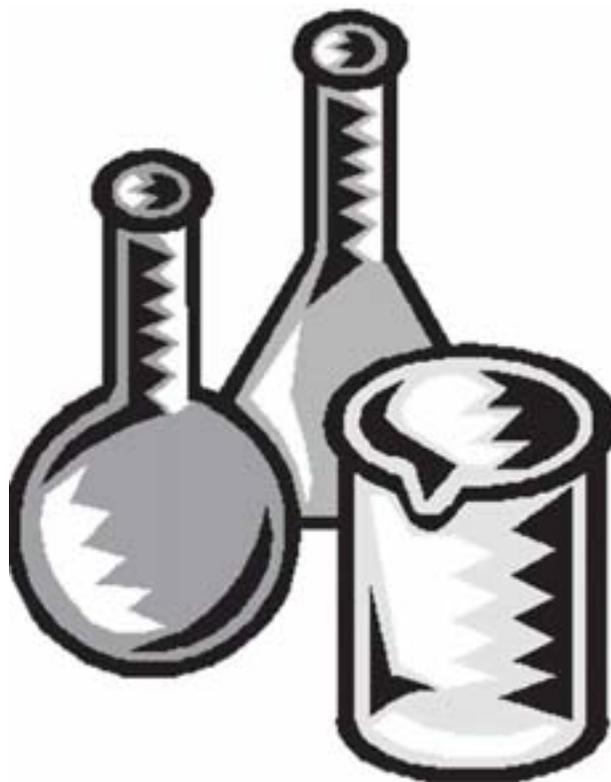
## PREPARAÇÃO DE SOLUÇÃO DE NaOH 0,05 MOL/L

Esta solução de NaOH 0,05 mol/L deve ser preparada a partir da diluição da solução anterior de 0,2 mol/L.

Inicialmente, calcule o volume necessário da solução 0,2 mol/L de NaOH para obter 100 mL de solução 0,05 mol/L.

Com o auxílio de uma pipeta volumétrica de 25 mL e de um bulbo de sucção (NUNCA USE A BOCA PARA ASPIRAR SOLUÇÕES COM PIPETAS), transfira o volume cuidadosamente para um balão volumétrico de 100 mL e complete o volume com água. Cuidado para não ultrapassar a marca no gargalo.

Não vamos calibrar a pipeta, mas usaremos o volume de 25,0 mL para os cálculos subseqüentes.



**R**ealizar os procedimentos de preparo de soluções do tipo sólido-líquido é uma das atividades mais comuns em um laboratório de química, uma vez que a maioria das reações químicas acontece de forma satisfatória em solução. Porém, a quantidade de soluto presente em uma solução é um fator determinante da velocidade de uma reação e do entendimento da estequiometria de uma reação. É fundamental que saibamos determinar a concentração das soluções e para tanto, precisamos conhecer as diversas formas de expressarmos a concentração de uma solução. Para realizarmos procedimentos de diluição de forma consciente e chegarmos à solução final, conhecendo a sua concentração, valemo-nos do princípio de que o número de moles do soluto não muda após a diluição, o que muda é apenas a quantidade de solvente.

## CONCLUSÃO

## RESUMO



O preparo de soluções é um tema central na formação do químico. É importante saber que, nas práticas de química, as reações geralmente ocorrem quando os reagentes estão em solução e, conseqüentemente, devemos conhecer a proporção existente entre as quantidades de soluto e solvente ou ainda de soluto e de solução. A concentração de uma solução refere-se à quantidade de soluto em uma dada quantidade de solução. Costuma-se expressar essa concentração em unidades físicas e/ou químicas. As relações massa-massa e massa-volume são as mais empregadas, sendo a molaridade a forma mais usual de expressar a concentração de uma solução. Nesta aula nós vimos alguns conceitos envolvidos nos cálculos de concentração e realizamos o procedimento experimental para o preparo de uma solução de NaOH 0,05 mol/L a partir de uma solução 0,2 mol/L.

## REFERÊNCIAS

- BACCAN, N. et al. **Química analítica quantitativa elementar**. 3 ed. Campinas: Ed. Edgar Blucher Ltda, 2001.
- BERAN., J. A. **Laboratory manual for principles of general chemistry**. 5 ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- BETTELHEIM, Frederick A.; LANDESBURG, Joseph M. **Laboratory experiments for general, organic and biochemistry**. 5 ed. New York: Saunder College Pub, 2006.
- HARRIS. D., **Análise química quantitativa**. 5 ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2001.
- GIESBRECHT, E. et al. **Experiências de Química, técnicas e conceitos básicos**: PEQ Projetos de Ensino de Química. São Paulo: Ed. Moderna, Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.
- MALM, L. E. **Manual de laboratório para química - uma ciência experimental**. 4 ed. Lisboa: Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.
- SILVA, R. R.; BOCCHI, N.; ROCHA-FILHO, R. C., **Introdução à química experimental**. São Paulo: Mcgraw-Hill, 1990.
- SKOOG, A. S. et al. **Fundamentos de química analítica**. São Paulo: Ed. Thomson Learning, 2005.
- VOGEL, **Análise química quantitativa**. 6 ed. São Paulo: Livros técnicos e Científicos Ed. S.A., 2002.