

## Osmolaridade

Refere-se ao número de partículas osmoticamente ativas de soluto contidas em 1 litro de solução.

A osmolaridade de uma solução depende da temperatura e pode ser vista como uma medida da concentração de partículas osmoticamente ativas.

Calculo da Osmolaridade:

$$\text{Osm} = M \times n$$

$M$  ..... molaridade

$n$  ..... número de partículas (íons)



Os termos osmolaridade e osmolalidade referem-se ao número de partículas osmoticamente ativas em solução e não se relaciona ao peso molecular. Osmolaridade refere-se ao número de partículas osmoticamente ativas de soluto contidas em 1 litro de água (1osmol =  $6,02 \times 10^{23}$  partículas/L) e Osmolalidade refere-se ao número de partículas osmoticamente ativas de soluto presentes em 1 quilograma de água.

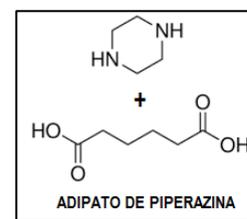
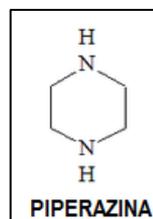
- ✓ É importante lembrar que na prática a diferença se torna insignificante em soluções diluídas, mas é relevante ressaltar que o volume de uma solução aquosa é influenciado pela temperatura, o que não ocorre com a massa. Portanto, a osmolaridade de uma solução depende da temperatura, enquanto que a osmolalidade é independente da temperatura.

## EXERCÍCIOS

1. Dois pacientes pesando 70 Kg, portadores de uma parasitose foram medicados com piperazina encontrada em dois medicamentos diferentes. O primeiro tomou 1 grama de piperazina e o segundo tomou 1 grama de adipato de piperazina.

- Calcular o peso molecular de cada medicamento;
- Calcular o número de moléculas ingeridas por cada paciente;
- Caso os dois pacientes tivessem recebido iguais quantidades do princípio ativo em osmolaridade, haveria diferenças?

Sim ( ) Não ( ) Justifique.



- Quantos gramas de cloreto de sódio temos de pesar para preparar 500ml de uma solução contendo 300mosm/litro?
- Misturam-se 200 ml de uma solução de  $H_3PO_4$  de concentração igual a 1,5 mol/l, com 300 ml de uma solução 3,0 molar do mesmo ácido. 10 ml da solução resultante foi utilizada para se fazer a titulação de 20 ml de uma solução de NaOH. A partir desses dados, calcule a osmolaridade da solução final de NaOH.
- (UNITAU-MED-2015) Eritrócitos de peixes marinhos polares apresentam uma elevada osmolaridade (600 miliosmolar), se comparada à osmolaridade dos peixes marinhos de águas temperadas. Qual massa de  $Na_2SO_4$  é necessária para preparar 500 mL de uma solução isotônica? **Dados:** Na = 23 g/mol S = 32 g/mol O = 16 g/mol  
a) 14,2 g    b) 28,4 g    c) 42,6 g    d) 56,8 g    e) 71,0 g
- (FLOKITAU-2016) Determine a osmolaridade de uma solução de brometo de cálcio que contém 0,6% (0,6 g/100 mL solução).  
Dados : Ca=40; Br=80
- (FLOKITAU-2016) Foram dissolvidos 1,71g de sulfato de alumínio em água, formando 500 mL de solução. Calcule a osmolaridade da solução obtida. ( Al=27; S=32; O=16)
- (FLOKITAU-2016) Uma amostra de plasma sanguíneo foi analisada quanto as suas propriedades coligativas e apresentou ponto de congelamento de  $-1,86^\circ C$  ao nível do mar. Foram encontradas as seguintes quantidades dos solutos no plasma : 270 mmol.L<sup>-1</sup> Na<sup>+</sup> , 230 mmol.L<sup>-1</sup> Cl<sup>-</sup> ; 7 mmol.L<sup>-1</sup> K<sup>+</sup> ; 3 mmol.L<sup>-1</sup> Ca<sup>2+</sup> ; 5 mmol.L<sup>-1</sup> glicose.  
a) Calcule a contribuição percentual de cada soluto na osmolaridade da solução;  
b) Calcule a pressão osmótica da glicose no plasma à  $27^\circ C$ ; (R=0,082)  
c) Calcule a osmolaridade da solução final por litro;

GABARITO : 1. a) Piperazina = 86u; adipato de piperazina = 232u; b)  $7 \cdot 10^{21}$  moléculas de piperazina e  $2,6 \cdot 10^{21}$  moléculas de adipato de piperazina; c) Sim. A osmolaridade do adipato de piperazina é maior porque sofre ionização liberando íons em solução enquanto que o adipato não libera íons; 2. 4,38g; 3. 7,2 osmolar; 4. A; 5. 0,09 osmolar; 6. 0,05 osmolar; 7. a) 52,4% Na; 44,6% Cl, 1,36% K; 0,6% Ca; 1% glicose; b) 0,123 atm; c) 0,515 osmolar.



www.floquinho.com.br

## Equivalente-grama dos elementos químicos

Equivalente-grama (E) de um elemento químico é o quociente do átomo-grama (A) pela valência (v) do elemento.

$$E = A / v$$

Ex.:  
Sódio  $\rightarrow E = \frac{23}{1} = 23 \text{ g}$

**Obs:** Grande parte dos elementos químicos apresentam mais de uma valência; conseqüentemente, possuirão equivalentes-gramas diferentes.

Ferro

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Ferroso} \rightarrow E = \frac{56}{2} = 28 \text{ g} \\ \text{Férrico} \rightarrow E = \frac{56}{3} = 18,6 \text{ g} \end{array} \right.$$

Dois propriedades muito importantes dos equivalentes-grama são:

- os equivalentes-grama reagem entre si na proporção de 1:1
- os equivalentes-grama se substituem (ou se deslocam) mutuamente nas reações químicas.

## Equivalente-grama dos ácidos

Equivalente-grama (E) de um ácido é o quociente da molécula-grama ou mol (M) do ácido pela valência total dos hidrogênios ionizáveis (v).

$$E = M / v$$

Considerando que o hidrogênio é monovalente, concluímos que para se ter a valência total dos hidrogênios ionizáveis basta contar o número de hidrogênios ionizáveis.

Ex:

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow E = \frac{98}{2} = 49 \text{ g}$$

**Obs.:** O ácido fosforoso  $\text{H}_3\text{PO}_3$ , tem apenas dois hidrogênios ionizáveis.

**Portanto:** Como decorrência da definição anterior, podemos também dizer que: Equivalente-grama de um ácido é a massa do ácido que libera 1 mol de  $\text{H}^+$

## Equivalente-grama das bases/hidróxidos

Equivalente-grama (E) de uma base é o quociente da molécula-grama ou mol (M) da base pela valência total das hidroxilas (v).

$$E = M / v$$

Considerando que a oxidrila é monovalente, concluímos que para se ter a valência total das oxidrilas, basta contar o número de oxidrilas.

Ex.:

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

**Portanto:** Como decorrência da definição anterior, podemos também dizer que: Equivalente-grama de uma base é a massa que contém 1 mol de  $\text{OH}^-$

**Obs.:** Um equivalente-grama de um ácido sempre reagirá com um equivalente-grama de uma base, pois o primeiro contém 1 mol de  $\text{H}^+$  e o segundo 1 mol de  $\text{OH}^-$



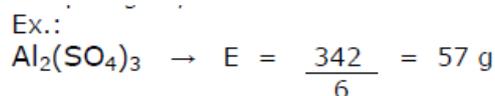
www.floquinho.com.br

## Equivalente-grama dos sais

Equivalente-grama (E) de um sal é o quociente da molécula-grama ou mol (M) do sal pela valência total do cátion ou do ânion (v).

$$E = M / v$$

Nessa definição, entende-se por valência total do cátion o produto da valência do cátion pelo número de cátions presentes na fórmula do sal; e o mesmo para a valência total do ânion, que será sempre igual, em valor absoluto.



Valência do cátion = +3  
Nº de cátions = 2  
Valência total = +3.2 = 6

**Ou**

Valência do ânion = - 2  
Nº de ânion = 3  
Valência total = (-2) . 3 = 6



## **NORMALIDADE**

Normalidade ou concentração normal (**N**) é o quociente entre o número de equivalentes-grama ( $e_1$ ) do soluto e o volume (V) da solução, em litros.

$$N = \frac{e_1}{V}$$

O número de equivalente-grama (e) de uma substância é calculado dividindo-se a massa (m) da substância pelo valor (E) de seu equivalente-grama.

$$e_1 = \frac{m_1}{E_1}$$

## **RELAÇÃO DA NORMALIDADE COM A MOLARIDADE**

$$N = v \times M$$

N .....normalidade dada em Eqg.L<sup>-1</sup>(equivalente grama por litro)

v ..... valência

M..... molaridade dada em mol.l<sup>-1</sup>

## **EXERCÍCIOS**

- (FLOKUSP) Calcule o equivalente grama :  
a) Flúor      b) cobre II      c) Alumínio      d) ácido carbônico      e) ácido fosfórico  
f) hidróxido de ferro II      g) hidróxido de chumbo IV      h) cloreto de sódio      i) cloreto de alumínio
- (FLOKAMP) Qual a normalidade de uma solução que encerra 11,2 g de KOH em 200 ml de solução?
- (FLOKERJ) Qual a massa de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> presente em 250 mL de solução decinormal?
- (FLOKITA) Quantos gramas de FeSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O são necessários para preparar 1 litro de solução aquosa 0,5 N?
- (FLOKITA) Quantos equivalentes-grama de soluto existem em 200 mL de solução 0,5 N?
- (FLOKUFF) Quantos equivalentes-grama de CaCO<sub>3</sub> existem em 200g de desse sal?
- (FLOKESP) Qual a normalidade de uma solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> cuja concentração é igual a 24,5 g/L?

GABARITO : 1. a) 19g; b) 31,75g; c) 9g; d) 31g; e) 32,67g; f) 45g; g) 68,75g; h) 58,5g; i) 44,5g; 2. 1N; 3. 1,225g; 4. 47g; 5. 0,1 equivalentes; 6. 4 equivalentes; 7. 0,5N;

## Propriedades Coligativas

As propriedades coligativas são as propriedades do solvente que se modificam na presença de um soluto não volátil e que dependem apenas do número de partículas do soluto.

Quando adicionamos açúcar na água que está fervendo, ela para de ferver. Isso é explicado pela ebulioscopia, uma propriedade coligativa.

As propriedades coligativas são aquelas que percebemos quando é adicionado um soluto não volátil a um solvente. A intensidade com que essas propriedades apresentam-se depende somente da quantidade de partículas do soluto na solução, mas não depende da natureza do soluto.

Os solutos não voláteis podem ser moleculares ou iônicos. Um exemplo de soluto não volátil **molecular** é o açúcar (sacarose –  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) que vemos na forma de cristais brancos porque milhares e milhares de moléculas estão bem unidas, formando, assim, esses cristais. Mas quando dissolvemos o açúcar em água, suas moléculas separam-se e ficam isoladas, por isso não conseguimos visualizá-las, mas as moléculas de  $C_{12}H_{22}O_{11}$  estão lá dissolvidas na água.

Um exemplo de soluto não volátil **iônico** é o sal (cloreto de sódio – NaCl), cujas fórmulas unitárias estão também unidas, formando aglomerados iônicos de estrutura geométrica bem definida, que são chamados de retículos cristalinos. Mas ao ser colocado em água, o sal reage com as moléculas dela, tendo os seus íons separados (ocorre uma dissociação iônica). Assim, os íons  $Na^+$  e  $Cl^-$  ficam dispersos na água e também não são visíveis a olho nu.

O sal na água sofre dissociação, formando uma solução iônica

Assim, essas partículas (moléculas ou íons) que ficam dispersas no solvente, que geralmente é a água, são as responsáveis por mudanças em determinadas propriedades do solvente.

As quatro propriedades coligativas são:

- ✓ **Tonoscopia ou tonometria:** O efeito tonoscópico é a **diminuição da pressão de vapor** de um líquido quando um soluto não volátil é adicionado a ele.

Quando preparamos uma mistura de água e açúcar, por exemplo, as moléculas de açúcar dissolvem-se porque são polares como as moléculas de água. Elas interagem umas com as outras por meio de forças intermoleculares, o que dificulta que as moléculas de água da superfície do líquido passem para o estado de vapor e escapem do solvente.

O abaixamento relativo da pressão máxima de vapor é representado pela relação  $\Delta P/P_0$  e pode ser calculado por meio da fórmula:

Soluções moleculares:  $\Delta P/P_0 = K_t \cdot W$

Soluções iônicas:  $\Delta P/P_0 = K_t \cdot W \cdot i$

Em que:

$\Delta P/P_0$  = abaixamento relativo da pressão máxima de vapor;

$\Delta P$  = abaixamento absoluto da pressão máxima de vapor;

$P_0$  = pressão de vapor do solvente;

$K_t$  = constante tonoscópica; ( $K_t$  = massa molecular do solvente / 1000).

$W$  = molalidade (mol de soluto/massa do solvente em kg)

$i$  = **fator de Van't Hoff**. [  $i = 1 + \alpha (q - 1)$  ]

Professor  
**Flokinho**  
www.flokinho.com.br

- ✓ **Ebulioscopia ou ebuliometria:** O efeito ebulioscópico é o **aumento do ponto de ebulição** de um líquido quando adicionamos um soluto não volátil a ele.

Por exemplo, como a imagem no início deste artigo mostra, quando temos água fervendo, ou seja, que já atingiu o seu ponto de ebulição (100 °C ao nível do mar), e adicionamos açúcar, a água para de ferver na hora, ou seja, a temperatura de ebulição aumentou. Isso acontece pelo mesmo motivo mencionado para o efeito tonoscópico, isto é, a interação entre as moléculas do solvente e do soluto dificulta que a molécula passe para o estado de vapor, por isso, é necessário adicionar mais energia na forma de calor para que a solução entre em ebulição.

O aumento do ponto de ebulição pode ser calculado por meio da fórmula:

Soluções moleculares:  $\Delta t_E = K_E \cdot W$

Soluções iônicas:  $\Delta t_E = K_E \cdot W \cdot i$

Em que:

$\Delta t_E$  = elevação do ponto de ebulição;

$K_E$  = constante ebulioscópica;

$W$  = molalidade

No caso de soluções aquosas diluídas, é igual à molaridade.

- ✓ **Crioscopia ou criometria:** O efeito crioscópico é a **diminuição do ponto de congelamento** de um líquido quando um soluto não volátil é adicionado a ele.

Por exemplo, em lugares frios, as águas dos mares formam uma camada de gelo somente na superfície, porque ela é formada somente por água. Já a parte líquida que fica abaixo do gelo não se congela porque, além de o gelo ser um isolante térmico natural, essa água possui vários sais dissolvidos que diminuem o ponto de congelamento.

Em países que nevam, há o risco de congelamento da água dos radiadores usados para refrigerar os motores. Por isso, há alguns produtos comerciais (aditivos) que são adicionados com a finalidade de diminuir o ponto de congelamento da água e evitar o seu congelamento. Um exemplo de anticongelante usado com essa finalidade é o etilenoglicol ( $C_6H_6O_2$ ), que, se estiver em uma proporção de 50%, tem a capacidade de abaixar o ponto de fusão da mistura até cerca de  $-35\text{ }^\circ\text{C}$ .

Adição de anticongelante em radiador de carro para evitar que a água congele

A diminuição do ponto de congelamento pode ser calculado por meio da fórmula:

Soluções moleculares:  $\Delta t_c = K_c \cdot W$

Soluções iônicas:  $\Delta t_c = K_c \cdot W \cdot i$

Em que:

$\Delta t_c$  = diminuição do ponto de congelamento;

$K_c$  = constante crioscópica.



- ✓ **Osmoscopia ou osmometria:** O fenômeno da **osmose** ocorre quando colocamos um solvente puro e uma solução (ou duas soluções com concentrações diferentes) separados por uma membrana semipermeável e ocorre a passagem de solvente pela membrana no sentido do solvente para a solução (ou da solução menos concentrada para a mais concentrada).

Por exemplo, se colocarmos ameixas secas em água, com o tempo, notaremos que as ameixas incharão. Isso ocorre porque a pele da ameixa seca funciona como uma membrana semipermeável e o solvente (água) passa por ela e vai para o interior da ameixa.

Quando colocamos ameixas secas em água, ocorre osmose

A pressão osmótica ( $\pi$ ) pode ser calculada por meio da fórmula:

Soluções moleculares:  $\pi = M \cdot R \cdot T$

Soluções iônicas:  $\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$

Em que:

M = concentração em quantidade de matéria (molaridade) da solução (mol/L);

R = constante universal dos gases perfeitos, que é igual a  $0,082\text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ou  $62,3\text{ mm Hg L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ;

T = temperatura absoluta, dada em Kelvin;

i = fator de Van't Hoff.

## EXERCÍCIOS

1. A crioscopia é uma técnica utilizada para determinar a massa molar de um soluto através da diminuição da temperatura de solidificação de um líquido, provocada pela adição de um soluto não volátil. Por exemplo, a temperatura de solidificação da água pura é  $0^\circ\text{C}$  (pressão de 1 atm), mas ao se resfriar uma solução aquosa 10% de cloreto de sódio, a solidificação ocorrerá a  $-2^\circ\text{C}$ . A adição de soluto não volátil a um líquido provoca
  - A) nenhuma alteração na pressão de vapor desse líquido.
  - B) o aumento da pressão de vapor desse líquido.
  - C) o aumento da temperatura de solidificação desse líquido.
  - D) a diminuição da temperatura de ebulição desse líquido.
  - E) a diminuição da pressão de vapor desse líquido.
2. Gabriel deveria efetuar experimentos e analisar as variações que ocorrem nas propriedades de um líquido, quando solutos não voláteis são adicionados. Para isso, selecionou as amostras abaixo indicadas.

Amostra I - água ( $H_2O$ ) pura

Amostra II - solução aquosa 0,5 molar de glicose ( $C_6H_{12}O_6$ )

Amostra III - solução aquosa 1,0 molar de glicose ( $C_6H_{12}O_6$ )

Amostra IV - solução aquosa 1,0 molar de cloreto de cálcio ( $CaCl_2$ )

A amostra que possui maior pressão de vapor é:

A) I    B) II    C) III    D) IV
3. Das soluções abaixo, aquela que ferve em temperatura mais alta é a solução 0,1 mol/L de:
  - a) glicose ( $C_6H_{12}O_6$ )
  - b) ácido clorídrico (HCl)
  - c) hidróxido de sódio (NaOH)
  - d) sulfato de sódio ( $Na_2SO_4$ )
4. A adição de uma certa quantidade de um soluto molecular não volátil à água irá provocar:
  - a) aumento da pressão de vapor;
  - b) diminuição da temperatura de ebulição;
  - c) aumento da temperatura de congelamento;
  - d) diminuição da pressão osmótica;
  - e) diminuição da pressão de vapor.
5. Determine o abaixamento relativo da pressão de vapor da água numa solução que contém 20g de glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ) dissolvidos em 800g de água, em determinada temperatura.

6. Uma solução aquosa de sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) com 90% de dissociação, apresenta pressão osmótica igual a 12 atm e temperatura de  $27^\circ\text{C}$ . Qual a molaridade da solução?
7. Isolou uma proteína de uma amostra de soro sanguíneo. Uma dispersão coloidal de 685mg da referida proteína, em água suficiente para formar 10,0 mL de solução, tem uma pressão osmótica de 0,28 atm a  $7^\circ\text{C}$ . Considerando a proteína como sendo um composto covalente típico, qual a sua massa molecular?
8. São dissolvidos 32g de naftaleno ( $\text{C}_{10}\text{H}_8$ ) em 500g de benzeno. A solução formada congela-se a  $4,5^\circ\text{C}$ . Sabendo que a constante crioscópica do benzeno é de  $5^\circ\text{C/molal}$ , calcule a temperatura de congelamento do benzeno puro.
9. São dissolvidos 6g de uréia ( $\text{CON}_2\text{H}_4$ ) em x gramas de água e a solução formada congela-se a  $-0,9^\circ\text{C}$ . Descubra o valor de x. Dado:  $K_c=1,8^\circ\text{C/molal}$ .
10. Determine o abaixamento da temperatura de congelamento de uma solução 0,02 molal de um sal de estrutura CA, que se encontra 50% dissociado. Dado:  $K_c=1,8^\circ\text{C/molal}$
11. Em 40g de um certo solvente, cuja constante ebuliométrica é igual a  $5^\circ\text{C/molal}$ , foram dissolvidos 2,67g de um composto molecular, provocando um aumento de  $1,25^\circ\text{C}$  na temperatura de ebulição do solvente. Calcule a massa molecular do soluto e a molalidade da solução.
12. Sabe-se que 2,8g de um composto orgânico são dissolvidos em benzeno, fornecendo 500 mL de uma solução molecular que, a  $27^\circ\text{C}$ , apresenta pressão osmótica igual a 2,46 atm. Qual a massa molar do composto orgânico?
13. (UNITAU-MED-2009) O anti-congelante automotivo consiste em etilenoglicol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ), um não-eletrólito não-volátil. Calcule o ponto de ebulição e o ponto de congelamento de uma solução em  $^\circ\text{C}$ , a 25% em massa de etilenoglicol em água.  
 $C=12\text{ u}$ ;  $H=1\text{ u}$ ;  $O=16\text{ u}$ ;  $K_c=1,86^\circ\text{C mol/Kg}$ ;  $K_e=0,51^\circ\text{C mol/Kg}$   
 a) 102,7 e -10,0    b) 100,2 e -9,0    c) 101,5 e -8,8    d) 103,2 e -10,4    e) 101,1 e -10,1
14. (UNITAU-MED-2013) Dissolvendo-se 2,0 g de um composto X em 60,0g de um líquido cuja temperatura de solidificação é  $27^\circ\text{C}$  e cujo calor latente de fusão é igual a 60,0 cal/g, verificou-se que a temperatura de solidificação da solução era igual a  $26^\circ\text{C}$ . Qual é a massa de um mol de X? Dados:  $R=2\text{ cal/mol.K}$   
 a) 10g    b) 30g    c) 50g    d) 60g    e) 100g  
 (OBS : a fórmula para o cálculo da constante crioscópica é  $K_c = R.T^2/1000$ . Lf . Em geral, os vestibulares já dão o valor da constante crioscópica. Lembrar dessa fórmula é muito difícil!!!!!!)
15. (UNITAU-MED-2014) Propriedades de soluções que dependem essencialmente da concentração de partículas do soluto, em vez da sua natureza química, são denominadas propriedades coligativas.  
 Uma solução anticongelante foi preparada com 10 mL de etileno glicol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ;  $d=1,12\text{ g/mL}$ ; massa molar = 62 g/mol) em 100g de água. Assim, o ponto de congelamento dessa mistura (constante do ponto de congelamento molal =  $1,86^\circ\text{C}$ ) estará entre  
 a) 0 e  $-1^\circ\text{C}$ .    b)  $-1$  e  $-2^\circ\text{C}$ .    c)  $-2$  e  $-3^\circ\text{C}$ .    d)  $-3$  e  $-4^\circ\text{C}$ .    e)  $-4$  e  $-5^\circ\text{C}$ .
16. (UNITAU-MED-2015) Ao ser adicionado um soluto não volátil a um líquido puro, são observadas diversas alterações na solução em relação ao líquido puro. Assinale a alternativa **INCORRETA** em relação às diversas alterações observadas.  
 a) Uma solução contendo qualquer soluto exibe abaixamento da pressão de vapor e abaixamento da temperatura de congelamento.  
 b) Entre soluções aquosas 1 molar de eletrólitos fortes, cloreto de sódio, nitrato de zinco e nitrato de potássio, a solução de nitrato de zinco apresenta a maior diminuição do ponto de congelamento.  
 c) Considerando duas soluções, 1 e 2, a solução 1 é considerada hipertônica em relação à solução 2, se a pressão osmótica da solução 1 for maior que a pressão osmótica da solução 2.  
 d) Uma solução contendo qualquer soluto exibe aumento da temperatura de ebulição e aumento da pressão osmótica.  
 e) O cozimento de alimentos em soluções aquosas com temperos dissolvidos provoca o aumento da temperatura de ebulição e a diminuição da pressão de vapor.
17. (UNITAU-MED-2016) Em países muito frios, é adicionado ao líquido de arrefecimento do motor o propanotriol (glicerol), composto de água e aditivos anticorrosivos, para evitar que a solução congele, o que provocaria danos ao motor e aos seus componentes.  
 Assinale a alternativa que apresenta a quantidade de propanotriol que deve ser adicionada a cada 100 g de água, para que a temperatura de solidificação da solução seja inferior a  $-30^\circ\text{C}$ .  
 Dados: constante criométrica da água =  $1,86^\circ\text{C/mol}$ .  
 a) 31 g    b) 63 g    c) 98 g    d) 123 g    e) 148 g

GABARITO : 1. E; 2. A; 3. D; 4. E; 5. 0,0025; 6. 0,174; 7.  $5,6 \times 10^3$ ; 8. 7,5; 9. 200g; 10. 0,054; 11.  $M_i=267\text{g/mol}$  e 0,25 molal; 12. 56g/mol; 13. A ; 14. E; 15. D; 16. B; 17. E

# SOLUÇÃO TAMPÃO

## DEFINIÇÃO

Solução tampão ou solução tamponada é aquela que, ao adicionarmos uma pequena quantidade de ácido ou base, mesmo que fortes, mantém o seu pH praticamente invariável.

## CONSTITUIÇÃO

Solução tampão é usada sempre que se necessita de um meio com pH praticamente constante e preparada dissolvendo-se em água:

- ✓ um ácido fraco e um sal derivado deste ácido;
- ✓ uma base fraca e um sal derivado desta base.

## CÁLCULO DO pH DE UMA SOLUÇÃO TAMPÃO

Solução tampão constituída por um ácido fraco (HA) e um sal (CA) derivado deste ácido.

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{SAL}]}{[\text{ÁCIDO}]}$$

Solução tampão constituída por um base fraca (COH) e um sal (CA) derivado desta base.

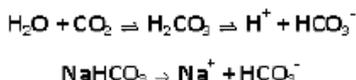
$$\text{pH} = 14 - \text{pK}_b + \log \frac{[\text{SAL}]}{[\text{BASE}]}$$

## APLICAÇÕES

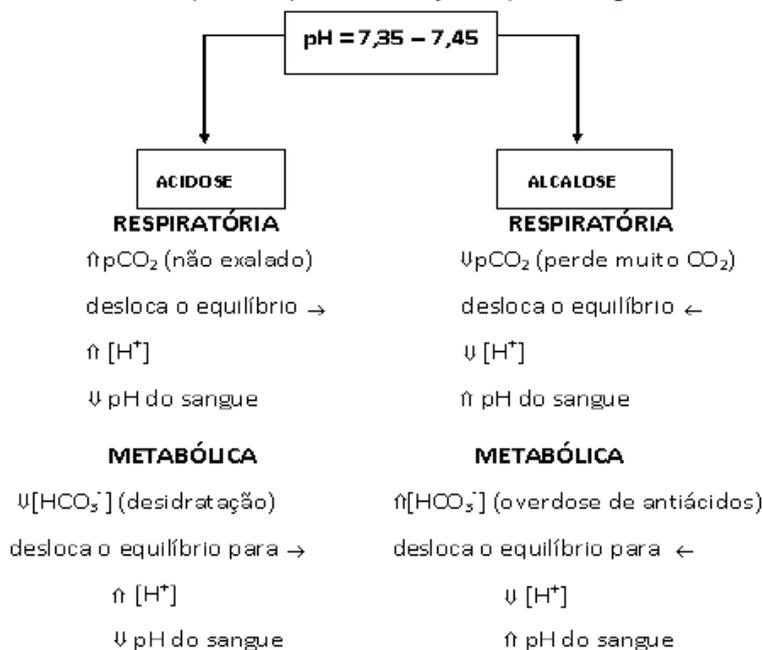
### MEDICAMENTOS

Muitos medicamentos apresentam seus principais agentes ativos constituídos de substâncias ácidas, como é o caso dos analgésicos. Dessa forma, ao passo em que o analgésico alivia a dor, em contrapartida pode gerar uma forte acidez estomacal (azia). Para evitar esse problema diversos medicamentos são produzidos hoje de forma tamponada, ou seja, o próprio medicamento combate os seus efeitos colaterais.

### ACIDOSE E ALCALOSE SANGUÍNEA: TAMPÃO $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$

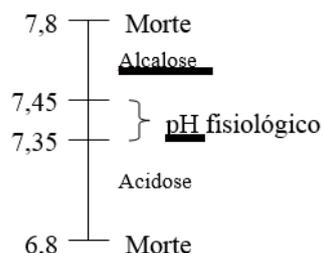


Responsável pela manutenção do pH do sangue:



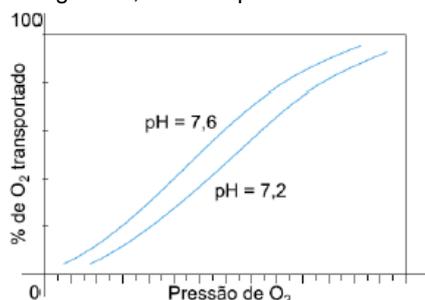
## EXERCÍCIOS

1. (MACKENZIE-SP) Assinale o sistema que funciona como solução tampão.
- Hidróxido de sódio e ácido clorídrico.
  - Cloreto de sódio e ácido clorídrico.
  - Acetato de sódio e ácido acético.
  - Bicarbonato de sódio e carbonato de sódio.
  - Cianeto de sódio e carbonato de sódio.
2. (UFPA-PA) A adição de uma pequena quantidade de ácido ou base produzirá uma variação desprezível no pH da solução de:
- NH<sub>4</sub>Cl
  - NH<sub>4</sub>Cl/NaOH
  - NH<sub>4</sub>Cl/HCl
  - NH<sub>4</sub>Cl/NaCl
  - NH<sub>4</sub>Cl/NH<sub>4</sub>OH
3. (FESP-PE) Considere as substâncias abaixo:
- I. CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH      II. CH<sub>3</sub>COONa      III. NH<sub>4</sub>OH      IV. H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>      V. CH<sub>3</sub>COOH
- As duas substâncias que você usaria para convenientemente preparar uma solução tampão seriam:
- I e II.
  - II e III.
  - II e V.
  - I e V.
  - IV e V.
4. (PUCCAMP-SP) No plasma sanguíneo há um sistema tampão que contribui para manter seu pH dentro do estreito intervalo 7,35 a 7,45. Valores de pH fora desse intervalo ocasionam perturbações fisiológicas:

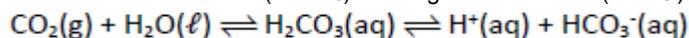


Entre os sistemas químicos abaixo qual representa um desses tampões?

- H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - H<sup>+</sup>/OH<sup>-</sup>
  - HCl/Cl<sup>-</sup>
  - NH<sub>3</sub>/OH<sup>-</sup>
  - glicose/frutose
5. (UFSCar-SP) A acidose metabólica é causada pela liberação excessiva, na corrente sanguínea, de ácido láctico e de outras substâncias ácidas resultantes do metabolismo. Considere a equação envolvida no equilíbrio ácido-base do sangue e responda ao que se pede.
- $$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$$
- Explique de que forma o aumento da taxa de respiração, quando se praticam exercícios físicos, contribui para a redução da acidez metabólica.
  - O uso de diuréticos em excesso pode elevar o pH do sangue, causando uma alcalose metabólica. Explique de que forma um diurético perturba o equilíbrio ácido-base do sangue.
6. (UNICAMP-SP) Alcalose e acidose são dois distúrbios fisiológicos caracterizados por alterações do pH no sangue: a alcalose corresponde a um aumento, enquanto a acidose corresponde a uma diminuição do pH. Essas alterações de pH afetam a eficiência do transporte de oxigênio pelo organismo humano. O gráfico esquemático a seguir mostra a porcentagem de oxigênio transportado pela hemoglobina, em dois pH diferentes em função da pressão do O<sub>2</sub>.



- Em qual dos dois pH há maior eficiência no transporte de oxigênio pelo organismo? Justifique.
  - Em casos clínicos extremos pode-se administrar solução aquosa de NH<sub>4</sub>Cl para controlar o pH do sangue. Em qual destes distúrbios (alcalose ou acidose) pode ser aplicado esse recurso? Explique.
7. (UFPE-PE) O pH do sangue humano é mantido entre 7,35 e 7,45 por diversos sistemas tampão associados, sendo o principal deles o sistema ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) - hidrogeno carbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>):



Sabendo-se que exalamos CO<sub>2</sub> através da respiração e que HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> é excretado na urina, de que maneira os equilíbrios acima se deslocariam para prevenir que o uso intenso de diuréticos e a condição conhecida por hiperventilação (respiração anormalmente rápida e profunda) afetem o pH do sangue?

- Se deslocariam para a esquerda em ambos os casos.
- Se deslocariam para a direita em ambos os casos.
- Não se deslocariam porque se trata de um sistema tampão, capaz de manter o pH constante.

- ( ) Se deslocariam para a esquerda no caso de hiperventilação  
( ) Se deslocariam para a direita no caso do uso intenso de diuréticos

8. **(FEI-SP)** Dadas as substâncias NaCl, H<sub>2</sub>O, NH<sub>4</sub>Cl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COONa, KBr, KOH, NH<sub>3</sub>, NaOH, HBr, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e CH<sub>3</sub>COOH, indique com quais dessas substâncias formar:  
a) Uma solução-tampão de pH ácido  
b) Uma solução-tampão de pH básico.
9. **(UFMG-MG)** Considere duas soluções aquosas diluídas, I e II, ambas de pH = 5,0. A solução I é um tampão e a solução II não.  
I. Um béquer contém 100 mL da solução I e um segundo béquer contém 100 mL da solução.  
II. A cada uma dessas soluções, adicionam-se 10 mL de NaOH aquosa concentrado.

Assinale a alternativa que apresenta corretamente as variações de pH das soluções I e II, após a adição de NaOH (aq).

- a) O pH de ambas irá diminuir e o pH de I será maior do que o de II.  
b) O pH de ambas irá aumentar e o pH de I será igual ao de II.  
c) O pH de ambas irá diminuir e o pH de I será igual ao de II.  
d) O pH de ambas irá aumentar e o pH de I será menor do que o de II.
10. **(UFF-RJ)** Uma solução tampão pode ser obtida, misturando-se soluções de ácido acético e acetato de sódio, o que constitui um tampão ácido cujo equilíbrio pode ser representado da seguinte maneira:  
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$   
Considere que um tampão seja preparado misturando-se volumes iguais de solução de CH<sub>3</sub>COONa 0,50 mol/L e CH<sub>3</sub>COOH 0,5mol/L.  
Sabendo-se que para o ácido em questão  $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$  e  $pK_a = 4,74$ , informe:  
a) o pH da solução;  
b) o pH da solução resultante após adição de pequena quantidade de solução de NaOH 0,010 M;  
c) o pH da solução resultante após adição de pequena quantidade de solução de HCl 0,010 M;  
d) a conclusão que pode ser tirada em relação ao pH de um tampão (a) após adição de pequenas quantidades de ácido ou base forte.

11. **(UDESC-SC)** Dosagens das atividades de enzimas séricas são corriqueiras em um laboratório bioquímico e fornecem informações importantes sobre o estado de saúde dos animais. As enzimas séricas devem trabalhar em ambiente tamponado.  
a) Defina o que é uma solução tampão. Dê um exemplo de solução tampão.  
b) Calcule o pH de uma solução cuja concentração hidrogeniônica é de  $4,16 \cdot 10^{-10}$  mol/L (mantissa de 4,16 = 0,61 ou log 4,16 = 0,61).

12. **(FESP-PE)** O pH de um tampão, preparado misturando-se 0,1 mol de ácido láctico e 0,1 mol de lactato de sódio, em litro de solução é (dados:  $K_a = 1,38 \cdot 10^{-4}$ ; log 1,38 = 0,14):  
a) 3,86      b) 3,76      c) 5,86      d) 6,86      e) 4,86

13. **(UFES-ES)** O pH de uma solução que contém 2,7g de ácido cianídrico ( $K_a = 7,0 \cdot 10^{-10}$ ) e 0,65g de cianeto de potássio por litro é: (Dado: log 7 = 0,85)  
a) 9,15      b) 4,85      c) 8,15      d) 3,85      e) 10,15

14. **(UPE-PE)** Preparou-se um tampão misturando-se "X" mL de uma solução de ácido acético 0,40M com "Y" mL de uma solução de acetato de sódio 0,8M. Os volumes em mL das soluções que devem ser misturadas para se obter 500,0mL de um tampão de pOH = 8,96, são respectivamente:  
 $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$ ; log 2 = 0,30; log 1,8 = 0,26.  
a) 200,00 e 300,00  
b) 400,00 e 100,00  
c) 250,00 e 250,00  
d) 300,00 e 200,00  
e) 100,00 e 400,00

**GABARITO** : 1. C; 2. E; 3. C; 4. A; 5. a) A prática de exercícios físicos provoca uma rápida eliminação de CO<sub>2</sub> e com isso sua concentração diminui, desta forma o equilíbrio será deslocado para a esquerda, com consumo dos íons H<sup>+</sup> do meio, diminuindo a sua concentração provocando um aumento o pH do sangue causando alcalose respiratória. b) O uso de diuréticos em excesso implica em perda de água pela urina, com isso a [H<sub>2</sub>O] do equilíbrio diminui, desta forma o equilíbrio será deslocado para a esquerda, com consumo dos íons H<sup>+</sup> do meio, diminuindo a sua concentração provocando um aumento do pH do sangue causando alcalose metabólica; 6. a) Para uma mesma pressão de oxigênio, há maior porcentagem de oxigênio transportado no pH 7,6.

b)  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$  sal proveniente de base fraca e ácido forte, ocorre hidrólise do cátion em solução aquosa:  $\text{NH}_4^+ + \text{HOH} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}^+$  (Caráter ácido (pH < 7) Sendo assim, a solução aquosa deste sal é utilizado na alcalose (alto pH) com a finalidade de abaixar o pH do sangue; 7. A eliminação de CO<sub>2</sub> (hiperventilação) provoca uma diminuição na [CO<sub>2</sub>] do equilíbrio deslocando-o para a esquerda implicando no consumo de H<sup>+</sup> do meio, diminuindo a sua concentração provocando aumento no pH do sangue (alcalose respiratória) / A eliminação de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (uso de diuréticos) pela urina provoca uma diminuição na [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] do equilíbrio deslocando-o para a direita causando um aumento na concentração de H<sup>+</sup> provocando uma diminuição do pH do sangue (acidose metabólica).

(Falso) Se deslocariam para a esquerda em ambos os casos.

(Falso.) Se deslocariam para a direita em ambos os casos.

(Falso.) Não se deslocariam porque se trata de um sistema tampão, capaz de manter o pH constante.

(Verdadeiro.) Se deslocariam para a esquerda no caso de hiperventilação

(Verdadeiro.) Se deslocariam para a direita no caso do uso intenso de diuréticos

8. a) Uma solução-tampão de pH ácido : CH<sub>3</sub>COOH/CH<sub>3</sub>COONa ; b) Uma solução-tampão de pH básico : NH<sub>4</sub>OH/NH<sub>4</sub>Cl

9. D;

10. a) o pH da solução;  
 Conduta de resolução:  
 1ª) identifique o ácido fraco e a sua base conjugada:  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$   
 2ª) Escreva a equação da constante do equilíbrio:  $K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$   
 3ª) Rearranje a expressão do  $K_a$  de modo a isolar a  $[\text{H}^+]$  e o pH:  

$$[\text{H}^+] = \frac{K_a \cdot [\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \rightarrow [\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$
  
 4ª) Substituindo os dados:  $\text{pH} = 4,74 - \log \frac{0,5}{0,5} = 4,74 - \log 1 = 4,74 - 0 \rightarrow \text{pH} = 4,74$

b) o pH da solução resultante após adição de pequena quantidade de solução de NaOH 0,010 M;  
 Conduta de resolução:  
 1ª) Reação química da solução tampão consumindo os íons  $\text{OH}^-$ :  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$   
 2ª) Estequiometria da reação:  
 Reage e forma:  $\begin{matrix} & 1\text{mol} & 1\text{mol} & 1\text{mol} \\ & \text{CH}_3\text{COOH} & \text{OH}^- & \text{CH}_3\text{COO}^- \end{matrix}$   
 $\begin{matrix} & 0,01\text{mol} & 0,01\text{mol} & 0,01\text{mol} \end{matrix}$   
 3ª) Cálculo das concentrações molares:

Início	Final
$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,5\text{mol/L}$	$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,5\text{mol/L} - 0,01\text{mol/L} = 0,49\text{mol/L}$
$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,5\text{mol/L}$	$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,5\text{mol/L} + 0,01\text{mol/L} = 0,51\text{mol/L}$

4ª) Cálculo do pH da solução resultante:  

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = 4,74 - \log \frac{0,49}{0,51} = 4,74 + 0,02 \rightarrow \text{pH} = 4,76$$

c) o pH da solução resultante após adição de pequena quantidade de solução de HCl 0,010 M;  
 1ª) Reação química da solução tampão consumindo os íons  $\text{H}^+$ :  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$   
 2ª) Estequiometria da reação:  
 Reage e forma:  $\begin{matrix} & 1\text{mol} & 1\text{mol} & 1\text{mol} \\ & \text{CH}_3\text{COO}^- & \text{H}^+ & \text{CH}_3\text{COOH} \end{matrix}$   
 $\begin{matrix} & 0,01\text{mol} & 0,01\text{mol} & 0,01\text{mol} \end{matrix}$   
 3ª) Cálculo das concentrações molares:

Início	Final
$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,5\text{mol/L}$	$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,5\text{mol/L} + 0,01\text{mol/L} = 0,51\text{mol/L}$
$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,5\text{mol/L}$	$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,5\text{mol/L} - 0,01\text{mol/L} = 0,49\text{mol/L}$

4ª) Cálculo do pH da solução resultante:  

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = 4,74 - \log \frac{0,51}{0,49} = 4,74 - 0,02 \rightarrow \text{pH} = 4,72$$

d) a conclusão que pode ser tirada em relação ao pH de um tampão (a) após adição de pequenas quantidades de ácido ou base forte.  
 Com base nos cálculos, pode-se chegar à conclusão que toda solução considerada tampão, é aquela que resiste à variação no pH após sofrer adição de pequenas quantidades de ácidos ou bases fortes. No caso a concentração das substâncias adicionadas é bastante inferior à concentração inicial, tanto do ácido quanto do sal. Pode-se observar também que a variação no pH foi de apenas 0,02 unidades de pH.

11. a) Solução tampão é aquela que praticamente não sofre variação de pH quando adicionamos uma pequena quantidade de ácido ou base fortes.  
 b)  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \rightarrow \text{pH} = -\log(4,16 \cdot 10^{-10}) = 10 - \log 4,16 \rightarrow \text{pH} = 9,39$ ; 12. A;

13. C

1ª) Cálculo da concentração molar do HCN:  $[\text{HCN}] = \frac{m}{M \cdot V(\text{L})} = \frac{2,7}{27 \cdot 1,0} = 0,1\text{mol/L}$   
 2ª) Cálculo da concentração molar do KCN:  $[\text{KCN}] = \frac{m}{M \cdot V(\text{L})} = \frac{0,65}{65 \cdot 1,0} = 0,01\text{mol/L}$   
 3ª) identifique o ácido fraco e a sua base conjugada:  $\text{HCN} \rightleftharpoons \text{CN}^- + \text{H}^+$   
 2ª) Escreva a equação da constante do equilíbrio:  $K_a = \frac{[\text{CN}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{HCN}]}$   
 3ª) Rearranje a expressão do  $K_a$  de modo a isolar a  $[\text{H}^+]$ :  

$$[\text{H}^+] = \frac{K_a \cdot [\text{HCN}]}{[\text{CN}^-]} = K_a \cdot \frac{[\text{HCN}]}{[\text{CN}^-]} = 7 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,1}{0,01} = 7 \cdot 10^{-10} \cdot 10^1 \rightarrow [\text{H}^+] = 7 \cdot 10^{-9}\text{mol/L}$$
  
 4ª) Cálculo do pH:  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 7 \cdot 10^{-9} = -(\log 7 + (-9) \cdot \log 10) = -(0,85 - 9,0) = 8,15$

14. C  
 Para  $\text{pOH} = 8,96$ , sabendo que  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ , com isso temos:  $\text{pH} = 5,04$   
 Sabemos que:  $\text{pH} = \text{p}K_a + \log [\text{sal}]/[\text{ácido}]$ , substituindo os dados teremos:  
 $5,04 = 4,75 + \log [\text{sal}]/[\text{ácido}] \rightarrow \log [\text{sal}]/[\text{ácido}] = 0,3 \rightarrow [\text{sal}]/[\text{ácido}] = 10^{0,3} \rightarrow [\text{sal}]/[\text{ácido}] = 2$   
 Com isso temos: nª mols sal = 2 . nª ácido  
 Cálculo do volume das soluções que constituem a solução tampão, onde:  $n = [ ] \cdot V$   
 Sabendo que:  $n_{\text{sal}} = n_{\text{ácido}}$ , substituindo:  $[ ]_{\text{sal}} \cdot V_{\text{sal}} = 2 \cdot [ ]_{\text{ácido}} \cdot V_{\text{ácido}} \rightarrow 0,8 \cdot V_{\text{sal}} = 2 \cdot 0,4 \cdot V_{\text{ácido}} \rightarrow V_{\text{ácido}} = V_{\text{sal}}$

# ELETROFORESE

## O que é eletroforese?

Eletroforese é um processo de separação de substâncias eletricamente carregadas mediante a migração diferenciada delas quando as mesmas são dissolvidas em um eletrólito, através do qual é aplicada uma corrente elétrica. Essa técnica foi descoberta em 1937, pelo bioquímico sueco Arne Tiselius, que ganhou o Prêmio Nobel em 1948 por esse trabalho. Quando essas substâncias são as proteínas sanguíneas, fala-se em eletroforese das proteínas.

## Para que serve a eletroforese das proteínas?

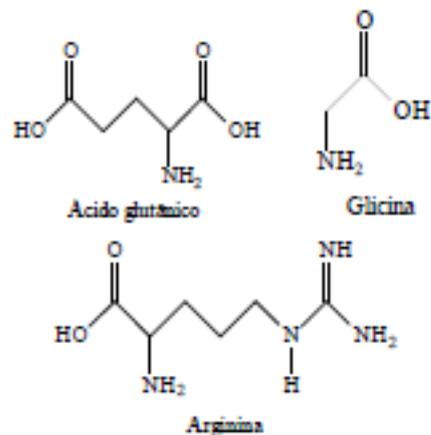
A eletroforese de proteínas é de grande importância no diagnóstico diferencial de algumas enfermidades, na avaliação da gravidade de alterações clínicas hematológicas e no diagnóstico de processos inflamatórios, gamopatias e disproteinemias. É o teste mais utilizado para investigação de anormalidades proteicas presentes no sangue. Taxas elevadas de proteínas plasmáticas ocorrem em função da hemoconcentração ou do aumento da produção de globulinas, geralmente associado a processos inflamatórios. A hemoconcentração pode ser fisiológica, em casos de contração esplênica e policitemia vera.

## Como se realiza a eletroforese das proteínas?

Uma amostra de sangue humano é colhida numa veia e o soro é adicionado sobre um gel especial ao qual é aplicado um potencial elétrico gerado por um pólo positivo em um dos lados e outro negativo, do outro lado, o qual provoca uma migração diferenciada das diversas proteínas, de acordo com o seu peso molecular e carga elétrica. Assim elas percorrem distâncias distintas, gerando diferentes bandas. As frações são quantificadas por densitometria, gerando um gráfico que exhibe as bandas. A comparação delas com um gráfico padrão demonstra as anormalidades por ventura existentes.

## EXERCÍCIOS

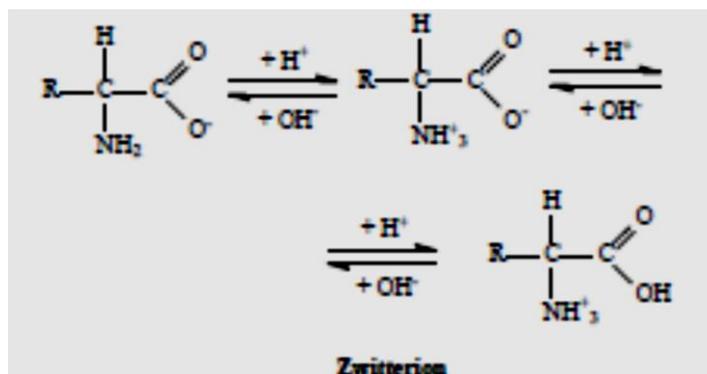
1. (UFG GO/2008) A eletroforese é uma técnica utilizada para a separação de substâncias que estejam ionizadas. Consiste na aplicação de uma diferença de potencial entre eletrodos, a fim de que as espécies migrem segundo o campo aplicado e de acordo com sua carga e massa molar. Um sistema contendo uma solução com três aminoácidos, representados a seguir, é submetida à eletroforese.



Explique o comportamento do sistema submetido à eletroforese realizada em:

- a) meio ácido (HCl 0,1 mol/L);  
b) meio alcalino (NaOH 0,1 mol/L).

2. (UFTM MG/2008) Para determinação da composição das proteínas, a eletroforese é um dos métodos mais aplicados, que consiste na migração de íons submetidos a uma diferença de potencial. Na dissolução de um aminoácido em água, há a formação do zwitterion, resultante de uma reação ácido-base intramolecular. Em soluções aquosas, o caráter ácido ou básico da solução determina a forma predominante do aminoácido, representada na equação:



- a) Qual é a forma predominante de um aminoácido quando, submetido à eletroforese, ocorre migração para o pólo positivo?  
b) Escreva a reação de formação do dipeptídeo ala-gli entre os  $\alpha$ -aminoácidos glicina (R = H) e alanina [R = CH<sub>3</sub>].

3. **A Eletroforese em gel** é uma técnica de separação de moléculas que envolve a migração de partículas em um determinado gel durante a aplicação de uma diferença de potencial. As moléculas são separadas de acordo com o seu tamanho, pois as de menor massa irão migrar mais rapidamente que as de maior massa. Em alguns casos, o formato da molécula também influi, pois algumas terão mais facilidade para migrar para o gel. A eletroforese normalmente é utilizada para separar proteínas e moléculas de DNA e RNA.

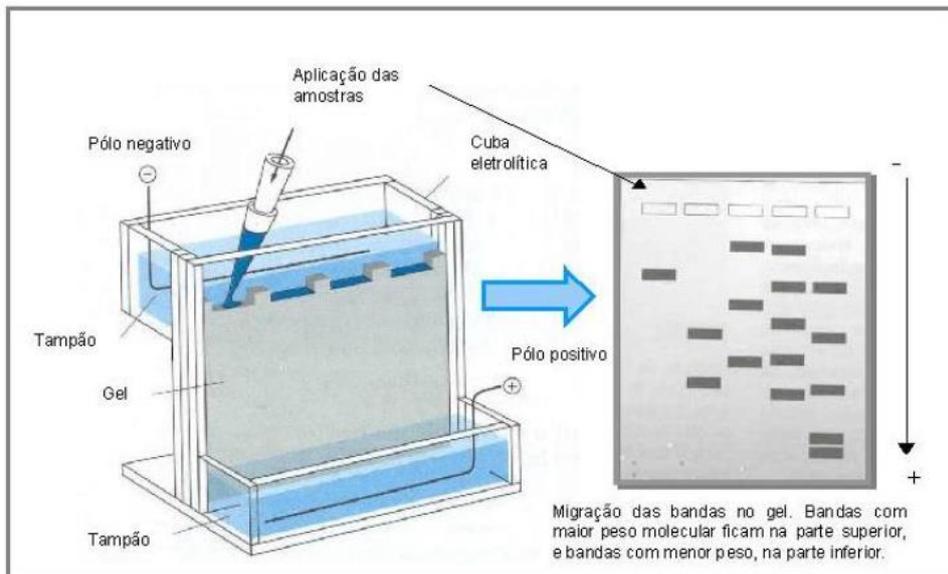


Figura 1. Representação esquemática da eletroforese.

Figura retirada de :[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_do06f1.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do06f1.htm)

O processo de eletroforese

- é muito utilizado no processo de separação das proteínas devido a natureza neutra destas.
- as moléculas neutras de maior tamanho irão ter um deslocamento mais rápido.
- é utilizado na separação de colóides, uma vez que o colóide apresenta carga.
- é utilizado para separar carboidratos, já que são moléculas polares.
- trata-se de método de separação de misturas homogêneas.

4. (UNITAU-2014) As proteínas são macromoléculas constituídas de aminoácidos e, quando submetidas a um campo elétrico, podem migrar em direção ao anodo ou ao catodo, dependendo do pH da solução. Uma solução contendo duas proteínas diferentes (X e Y) foi submetida a um campo elétrico em pH = 7,0. A proteína X migrou para o anodo, e a Y, para o catodo.

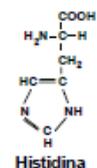
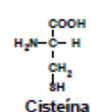
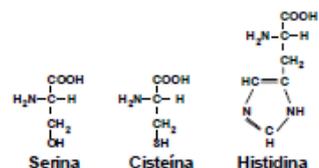
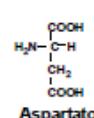
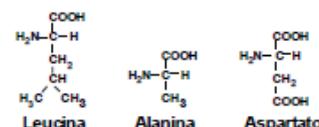
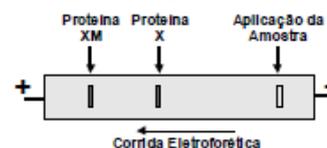
Com base nessas informações, podemos afirmar que

- X é uma proteína denominada de simples, pois migra para o anodo.
- X apresenta estrutura terciária, e Y, quaternária.
- Y é constituída de b-aminoácidos, considerando que esses aminoácidos migram para o catodo.
- X apresenta número maior de aminoácidos ácidos do que básicos, na sua estrutura.
- esse comportamento caracteriza X e Y como proteínas que apresentam números diferentes de aminoácidos nas suas estruturas.

5. (UNITAU – 2015) Proteínas são polímeros de aminoácidos, e a presença de cargas nas suas estruturas faz com que migrem em um campo elétrico. Essa técnica é conhecida como eletroforese. A resultante de cargas é um dos fatores determinantes da velocidade de migração de proteínas em um campo elétrico. Nesse contexto, a proteína X foi submetida a um campo elétrico e migrou em direção ao pólo positivo (ver ilustração abaixo). A mutação do gene da proteína X resultou na expressão de uma proteína XM, na qual um aminoácido leucina foi substituído por um outro aminoácido. A eletroforese das proteínas X e XM, em pH 8, revelou que XM migra com maior velocidade em direção ao pólo positivo do que X.

Considerando apenas as estruturas dos aminoácidos apresentadas acima, a leucina foi substituída na proteína XM por

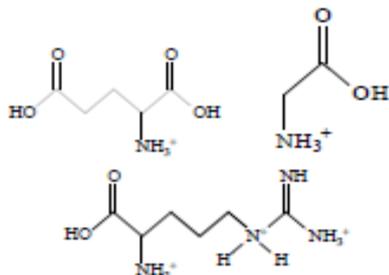
- alanina.
- serina.
- aspartato.
- lisina.
- histidina.



GABARITO

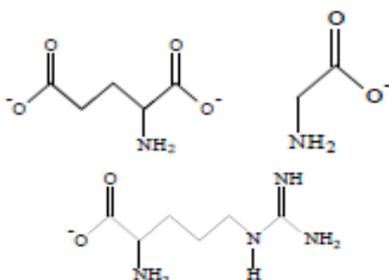
1.

- a) Em meio ácido (0,1 mol/L), os aminoácidos serão protonados, adquirindo as seguintes configurações:



Os aminoácidos protonados migrarão conforme a carga total e sua massa molar, sendo que os mais carregados serão atraídos mais fortemente para o pólo negativo; considerando-se os aminoácidos de mesma carga, o de menor massa molar migrará mais rapidamente que o de maior massa.

- b) em meio alcalino (0,1 mol/L), os aminoácidos serão desprotonados, adquirindo as seguintes configurações:



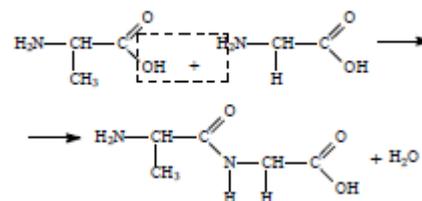
Os aminoácidos desprotonados migrarão conforme a carga total e sua massa molar, sendo que os mais carregados serão atraídos mais fortemente para o pólo positivo; considerando-se os aminoácidos de mesma carga, o de menor massa molar migrará mais rapidamente que o de maior massa.

arginina =  $\triangle$   
 glicina =  $\circ$   
 ac. glutâmico =  $\square$

a) ponto de aplicação  
 $\ominus$   $\triangle$   $\circ$   $\square$   $\oplus$

b) ponto de aplicação  
 $\ominus$   $\triangle$   $\circ$   $\square$   $\oplus$

2. a) Estará predominantemente na forma negativa.  
 b)



3. C  
 4. D  
 5. C