

Centro Universitário São Miguel



Biofísica

Água e Soluções

Prof. M.Sc. Yuri Albuquerque



ÁGUA E SOLUÇÕES

Água e sua importância Biológica

Os sistemas biológicos, tal como os conhecemos, tem água como sua molécula mais abundante . **Um adulto jovem é cerca de 75% água.**

A água é um híbrido sp^3 de caráter misto, 60% covalente e 40% iônico. As valências H-O formam entre si um ângulo de 105° . Disso resulta que a molécula da água é assimétrica e tem caráter polar.

A energia é de $\approx 5 \text{ kcal.mol}^{-1}$ (21 kJ.mol^{-1}), e como existem 2 pontes por molécula, o total é 10 kcal.mol (42 kJ.mol^{-1}).

Em resumo, a água tem:

1. Forte caráter dipolar;
2. Abundancia de pontes H;
3. Volume diminuto.

ÁGUA E SOLUÇÕES

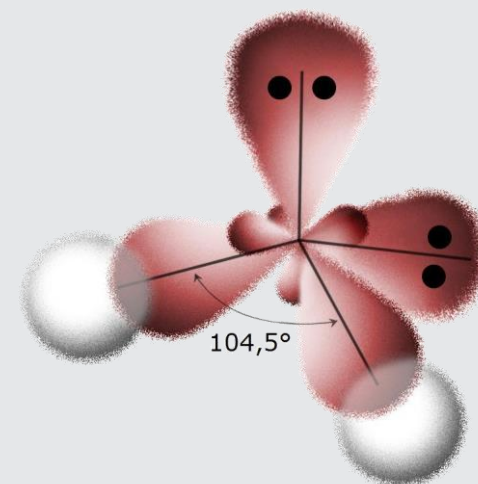
Propriedades Macroscópicas da Água – Água como Veículo

Por suas propriedades macroscópicas a água favorece os sistemas biológicos de diversas maneiras:

- **Densidade**
- **Calor Específico**
- **Calor de Vaporização**
- **Tensão Superficial**
- **Viscosidade**

Propriedades microscópicas da água – Água como Solvente:

- **Substâncias Iônicas**
- **Substâncias Covalentes**
- **Substâncias Anfipáticas**



ÁGUA E SOLUÇÕES

Densidade

A **densidade** do gelo é menor que da água líquida, e o gelo flutua. No inverno, apenas uma camada superficial dos oceanos e lagos se solidificam, permanecendo líquida a imensa massa inferior, onde a vida continua. Se o gelo fosse mais pesado, o fundo dos oceanos e lagos seria sólido e a ecologia certamente seria diferente.

Calor Específico

A água tem calor específico muito alto. Calor específico é a quantidade de energia térmica que deve ser fornecida a uma substância para elevar sua temperatura. No caso da água, é necessário adicionar 1 kcal (4,2 kJ) para elevar de $1,0^{\circ}\text{C}$ a temperatura de 1 litro d'água. Para comparar, o calor específico de carboidratos, lipídeos e proteínas é em torno de 0,3 kcal (1,3 kJ). Conversamente, para esfriar a água, é necessário retirar mais calor. Como a água é 3/4 de um sistema biológico, ela age como moderador térmico: os sistemas biológicos estão mais protegidos contra mudanças bruscas de temperatura.

ÁGUA E SOLUÇÕES

Calor de Vaporização

A água tem alto calor de vaporização. Para passar isotermicamente de líquido a vapor, a 37 °C, ela exige energia de:

$$\begin{aligned}10,3 \text{ kcal.mol}^{-1} &\equiv 0,58 \text{ kcal.g}^{-1} \\43 \text{ kJ.mol}^{-1} &\equiv 2,4 \text{ kJ.g}^{-1}\end{aligned}$$

Este alto calor de vaporização tem duas vantagens:

- A primeira é que, para desidratar um sistema biológico, é necessário gastar mais energia. Isso é vantagem, porque a água é essencial.
- A segunda é um corolário da primeira, ou seja, é a conclusão da vantagem anterior: é o uso da água para controlar a temperatura corporal.



ÁGUA E SOLUÇÕES

Calor de Vaporização

Nos animais **homeotermos** (temperatura constante), a evaporação de pequenas quantidades de água serve para dissipar o excesso de calor corporal. A evaporação pode ser pela **perspiração** ou sudorese (eliminação de suor) ou pela evaporação que acompanha a respiração pulmonar (***perspiratio insensibilis***, ou perspiração imperceptível).

Em animais de temperaturas de 37 °C (e acima), esse é um dos meios mais importantes de dissipar excesso de calor. Certos animais que não transpiram, como os cães, controlam a temperatura corporal pelo **ofego**. (Respiração ofegante, rápida, pela boca).

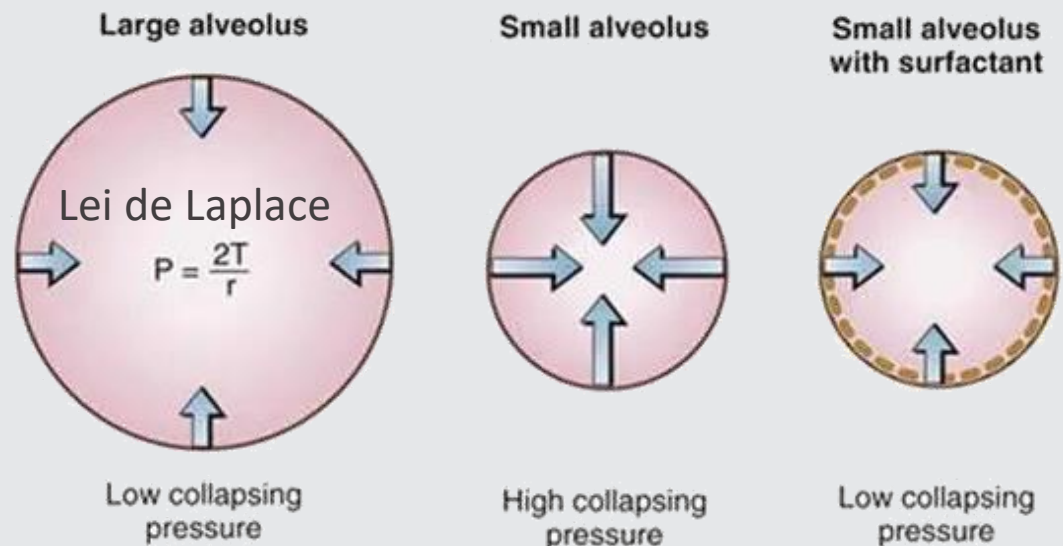
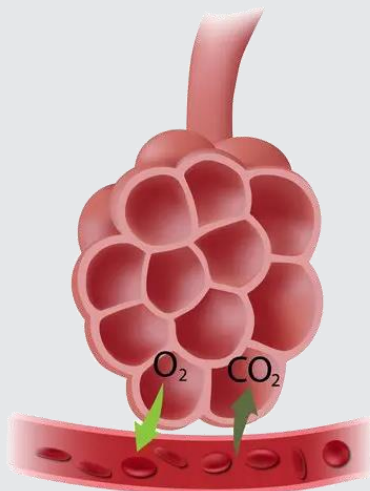


ÁGUA E SOLUÇÕES

Tensão Superficial

Atrações intermoleculares tendem a manter coesas as moléculas de um líquido. As moléculas da camada externa são atraídas para o centro, e constituem uma espécie de membrana que impede a penetração na massa líquida.

OBS.: A tensão superficial da água é alta, e certamente concorreu bastante para a compartimentação biológica, através da gênese da membrana. A alta tensão superficial dificulta trocas gasosas nos alvéolos pulmonares dos animais superiores. Esse obstáculo é diminuído pela síntese de surfactantes (agem na superfície), nesses locais.





ÁGUA E SOLUÇÕES

Tensão Superficial

O surfactante é importante ao nascimento. Os pulmões permanecem colapsados até o nascer. Após o nascimento o neonato faz vários movimentos inspiratórios fortes e os pulmões se expandem. **O surfactante os impede de colapsar novamente.**

Se a tensão superficial não for mantida baixa, quando os alvéolos diminuem de tamanho durante a expiração eles colapsariam, segundo a lei de Laplace. Logo, o surfactante pulmonar tem o papel de promover a estabilidade dos alvéolos, ao retardar/impedir seu colapamento.

Viscosidade

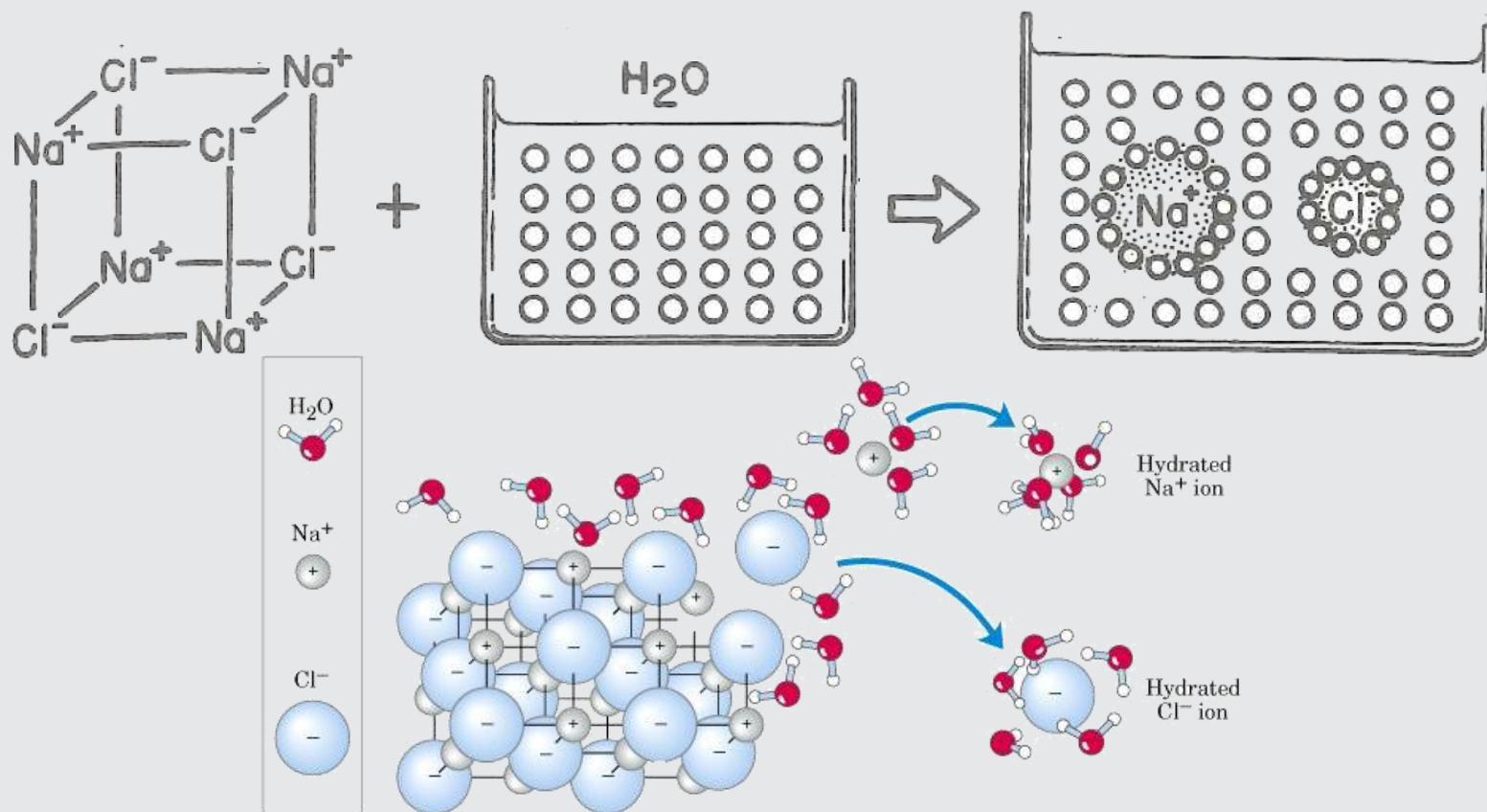
A água deveria ter alta viscosidade por causa das pontes H, e isso seria um fator desfavorável. Mas, a viscosidade da água é muito baixa (4×10^{-3} Pa.s ou 0,04 poise à 20 °C), e acredita-se que isso se deve a continua flutuação das pontes H, que se fazem e desfazem em 10^{-11} s. A alta viscosidade seria prejudicial a todas as trocas hídricas dos organismos, e no caso da circulação sanguínea, um obstáculo a hemodinâmica.



ÁGUA E SOLUÇÕES

Propriedades Microscópicas da Água – Água como Solvente

Substâncias iônicas – Sendo polar, a água tem alta constante dielétrica, $\epsilon \approx 80$. Isto significa que a força de atração de um ânion por um cátion é diminuída de 80 vezes na água, permitindo que cada partícula fique envolvida pela água, fique em solução.

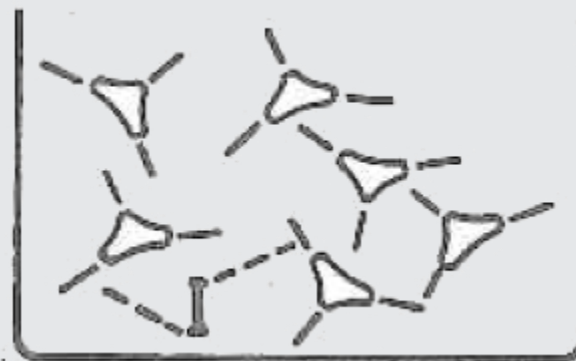




ÁGUA E SOLUÇÕES

Propriedades Microscópicas da Água – Água como Solvente

Substâncias covalentes – Substâncias covalentes se dissolvem na água através da formação de pontes H com as moléculas de água. Quando as pontes H formadas não perturbam a estrutura da água, a substância é **solúvel**. Se a estrutura é perturbada, a substância é **insolúvel**.



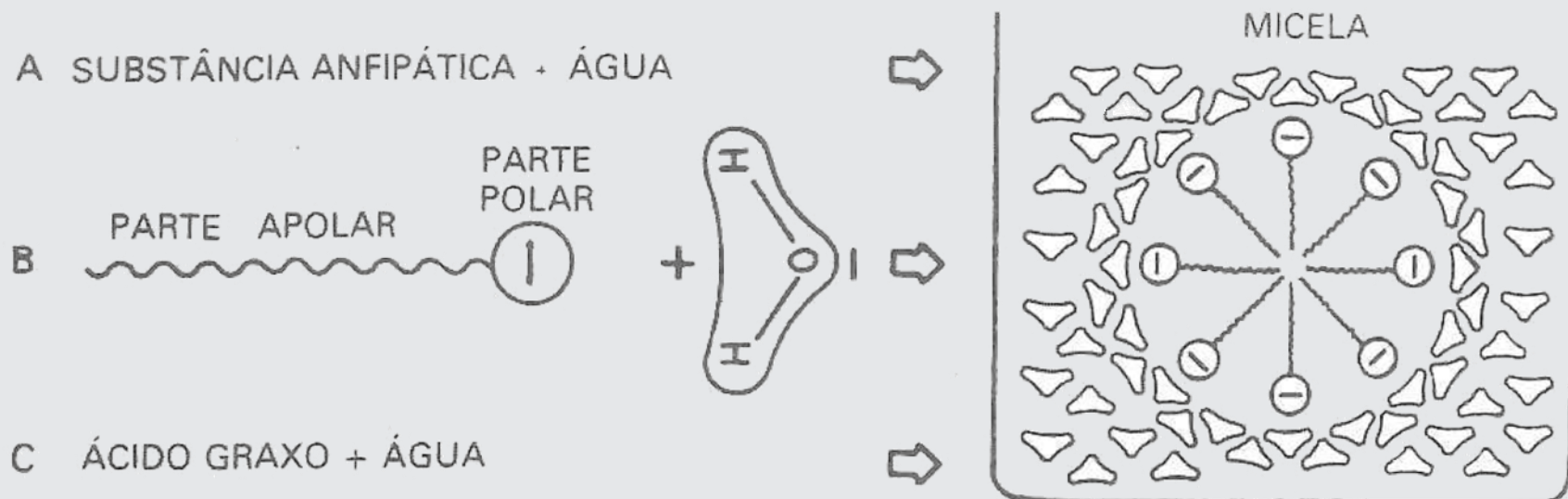


ÁGUA E SOLUÇÕES

Propriedades Microscópicas da Água – Água como Solvente

Substâncias Anfipáticas – As moléculas dessas substâncias em meio aquoso se orientam com a parte covalente para dentro e a parte polar para fora, ficando envolvidas por moléculas de água.

As substancias anfipáticas formam desde soluções, até suspensões, com a água. Tudo depende da proporção relativa entre a parte polar e a parte apolar da molécula.



ÁGUA E SOLUÇÕES

Soluções em Biologia

Solução é uma mistura unifásica de mais de um componente

Conceito Qualitativo

Quando jogamos sal na água, e agitamos até o sal desaparecer, temos uma solução (sólido em líquido). Se adicionamos álcool à água, e misturamos bem, resulta outra solução: (líquido no líquido). Quando aquecemos água, antes da fervura, bolhas de gás se desprendem (era uma solução de gás em líquido). Todos os três sistemas possuem um aspecto comum: apenas uma fase (a líquida) e mais de um componente

Uma solução aquosa é aquela na qual o solvente é a água, e esse é o solvente natural nos sistemas biológicos. Os seres vivos são soluções diluídas, tendo à água como solvente e milhares de componentes como solutos. Muitos desses solutos são peculiares aos seres vivos, como as biomoléculas (proteínas, DNA, biomoléculas, etc.)

ÁGUA E SOLUÇÕES

Soluções em Biologia

Conceito Quantitativo de Solução

O modo mais usual é usar a relação soluto/solução, e a unidade chama-se Concentração (C):

$$C = \frac{\text{Quantidade de Solute}}{\text{Quantidade de Solução}}$$

Entre os diversos modos de expressar concentração de soluções, três mais usados são:

1. **Percentual** – é o método mais antigo, e corresponde a gramas de soluto por 100 mL de solução. É abreviado g% ou %.
2. **Molar** – é representado por mol.L⁻¹ ou M.
3. **Molal** – corresponde a moles de soluto por kilograma de solvente, é representado por m.

ÁGUA E SOLUÇÕES

Soluções em Biologia

Soluções Percentuais – Exemplos

Exemplo 1 – Preparar uma solução de 200 mL de NaCl à 5%.



ÁGUA E SOLUÇÕES

Soluções em Biologia

Soluções Percentuais – Exemplos

Exemplo 2 – Preparar 250 mL de glicose à 8%. A quantidade de glicose sai da Regra de Proporções Simples (regra de três): Se em 100 mL tem 8g de glicose, em 250 terá x:

ÁGUA E SOLUÇÕES

Soluções em Biologia

Soluções Molares – Exemplos

Exemplo 3 – Preparar 250 mL de glicose à 8%. A quantidade de glicose sai da Regra de Proporções Simples (regra de três): Se em 100 mL tem 8g de glicose, em 250 terá x:

Entretanto, em muitos cálculos é dado a massa e por isso utilizamos a fórmula:

$$M = \frac{m_1}{M_1 \times V}$$

Onde,

- M = molaridade (em mol/L)
- m_1 = massa de soluto (em g)
- M_1 = massa molar (em g/mol)
- V = volume (em L)

Soluções em Biologia

Soluções Molares – Exemplos

Exemplo 4 – Quando a solução tem mais de um soluto, estes devem ser acrescentados antes da diluição final. Preparar 1 L de uma solução contendo KCl a 1%, NaCl a 5% e glicose a 10%.

Para isso deve-se pesar, separadamente, 10 g de KCl, 50 g de NaCl e 100 g de glicose. Transferir para o balão de 1 L, usando água, se necessário, para facilitar a operação. Acrescentar até uma quantidade que consiga dissolver, e após dissolução completar até 1 L com o restante do solvente.

ÁGUA E SOLUÇÕES

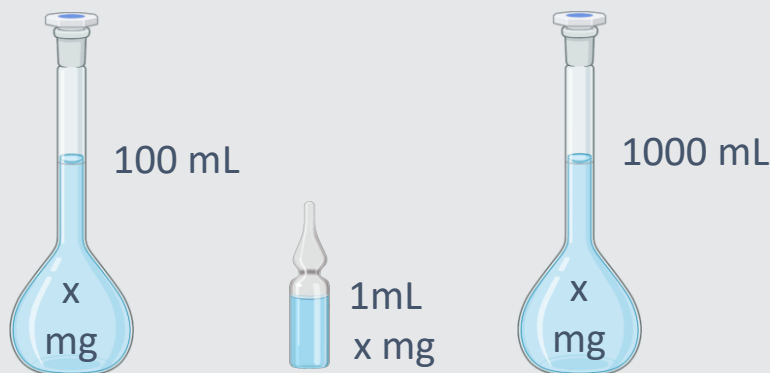
Soluções em Biologia

Soluções Molais – Exemplos

Exemplo 5 – Preparar 500 mL de KCl 0,1 m. Sabendo que um mole de KCl é $74,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Outro Modos de Expressar Concentração. Esses outros modos são ainda usuais em Biologia:

- Miligramas por cento - corresponde ao número de miligramas de soluto por 100 mL de solução
- Miligramas por mililitro ou miligramas por centímetro cúbico
- Partes por milhão



ÁGUA E SOLUÇÕES

Soluções em Biologia – Saturadas e Não Saturadas

A concentração das soluções varia muito. Há soluções com pouco soluto, outras com muito soluto. O que limita a concentração é a solubilidade do soluto. Não se pode fazer uma solução a 20% de uma substância cuja solubilidade é 18%. Quando o soluto está aquém do seu limite de solubilidade, a solução é **não-saturada**. Quando a soluto esta dissolvido até o limite de sua solubilidade, a solução é **saturada**.

Para se obter uma solução saturada, é conveniente deixar um excesso de soluto no fundo, para manter o equilíbrio. Isto porque, com aumento da temperatura, a solubilidade geralmente aumenta, e a solução pode deixar de ser saturada. Ao contrario, algumas soluções muito concentradas precipitam com abaixamento da temperatura. Algumas podem ser recuperadas com aquecimento cauteloso, outras devem ser desprezadas.

As soluções se saturam porque, apesar de haver fase liquida, as moléculas de solvente disponíveis para envolver o soluto, já estão utilizadas ao máximo.

SUMÁRIO

- Heneine, I. F. Biofísica Básica. 2ª ed. Atheneu: Minas Gerais.

DOWNLOAD DO
CONTEÚDO DA AULA

<https://yurialb.github.io>



CONTATOS



E-mail: yuri.albuquerque@outlook.com

