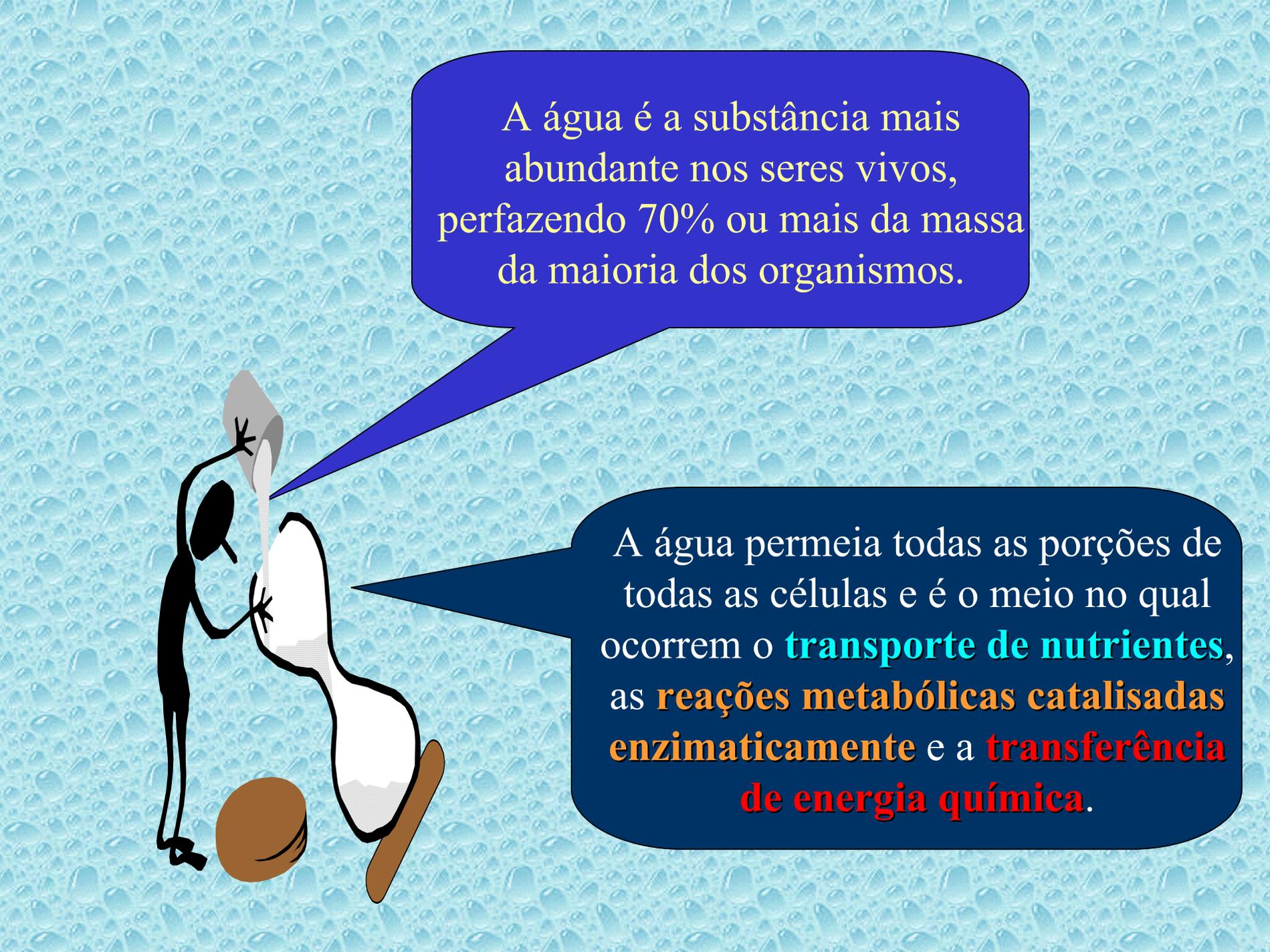


# Bioquímica



Dra. Kátia R. P. de Araújo Sgrillo

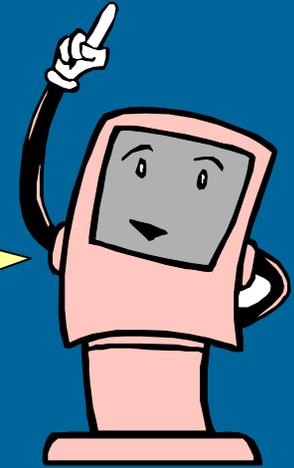
[Sgrillo.ita@ftc.br](mailto:Sgrillo.ita@ftc.br)



A água é a substância mais abundante nos seres vivos, perfazendo 70% ou mais da massa da maioria dos organismos.

A água permeia todas as porções de todas as células e é o meio no qual ocorrem o **transporte de nutrientes**, as **reações metabólicas catalisadas enzimaticamente** e a **transferência de energia química**.

Todas os aspectos da estrutura celular e de suas funções são adaptados as **propriedades físicas e químicas da água**



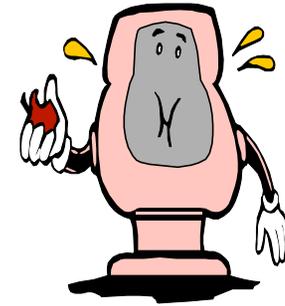
A molécula de água e seus produtos de ionização,  $H^+$  e  $OH^-$ , influenciam profundamente a **estrutura**, a **automontagem** e as **propriedades de todos os componentes celulares**, incluindo as:

- ✓ *enzimas e outras proteínas;*
- ✓ *ácidos nucleicos e*
- ✓ *lipídeos*

As interações não-covalentes, responsáveis pelo reconhecimento das biomoléculas entre si, são influenciadas decisivamente pelas **propriedades solventes da água.**

# Importância da água

Vários eletrólitos (sais), nutrientes, gases, resíduos e substâncias especiais, como enzimas e hormônios, são dissolvidos ou estão suspensos na água do corpo.



A composição dos líquidos do corpo é um fator importante na homeostase \*.

A doença ocorre sempre que o volume ou a composição química destes líquidos divergir, mesmo que ligeiramente, do normal.



---

\* Homeostase: estado de equilíbrio dentro do corpo; manutenção das condições do corpo dentro de limites estabelecidos.

# Eletrólitos e suas funções

Os eletrólitos são constituintes dos líquidos do corpo. São compostos que se separam na solução em íons carregados positiva e negativamente.

## Íons positivos (cátions):

- ✓ **Sódio:** Responsável por manter o equilíbrio osmótico e o volume de líquido do corpo. É necessário para a condução do impulso nervoso e é importante no equilíbrio ácido-base.  
Também é importante na condução do impulso nervoso. Está envolvido nas atividades enzimáticas e ajuda a regular as reações químicas (quando carboidrato é convertido em energia e aminoácido é convertido em proteína).
- ✓ **Potássio:**
- ✓ **Cálcio:** Necessário na formação óssea, contração muscular, transmissão de impulso nervoso e coagulação sanguínea.

## Íons negativos (ânions):

- ✓ **Fosfato:** É essencial no metabolismo dos carboidratos, formação óssea e no equilíbrio ácido-base. Os fosfatos são encontrados nas membranas celulares e nos ácidos nucleicos (DNA e RNA).
- ✓ **Cloreto:** É essencial para a formação do ácido clorídrico no suco gástrico.

# Desequilíbrio nos níveis de Sódio e Potássio

As concentrações de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  nos líquidos do corpo são medidas importantes no equilíbrio hídrico e eletrolítico.

**$\text{Na}^+$**



Excesso de  $\text{Na}^+$  = **hipernatremia**  
(latim sódio – *natrium*)

Esta condição segue a desidratação e o vômito intenso.

Deficiência de  $\text{Na}^+$  = **hiponatremia**

Pode vir da intoxicação da água, insuficiência cardíaca, colapso renal, cirrose do fígado, desequilíbrio no pH ou distúrbios endócrinos.

Excesso de  $\text{K}^+$  = **hipercalemia**  
(latim potássio – *kalium*)

Pode resultar do colapso renal, desidratação e outras causas.

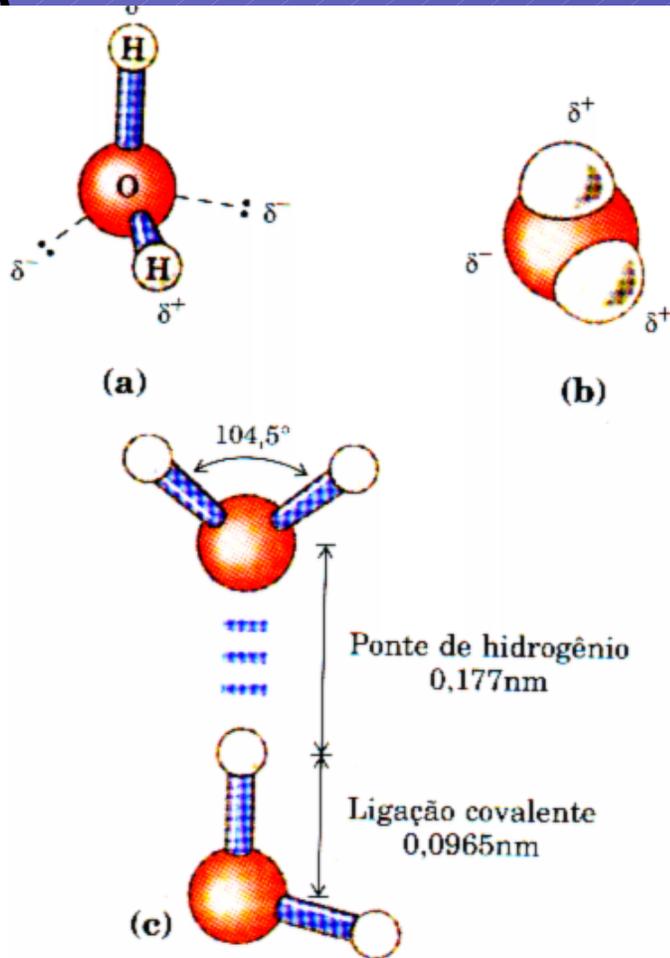
**$\text{K}^+$**

Deficiência de  $\text{K}^+$  = **hipocalemia**

Ingestão de diuréticos, que fazem com que o potássio seja eliminado junto com a água. Também pode resultar do desequilíbrio no pH ou secreção de muita aldosterona.



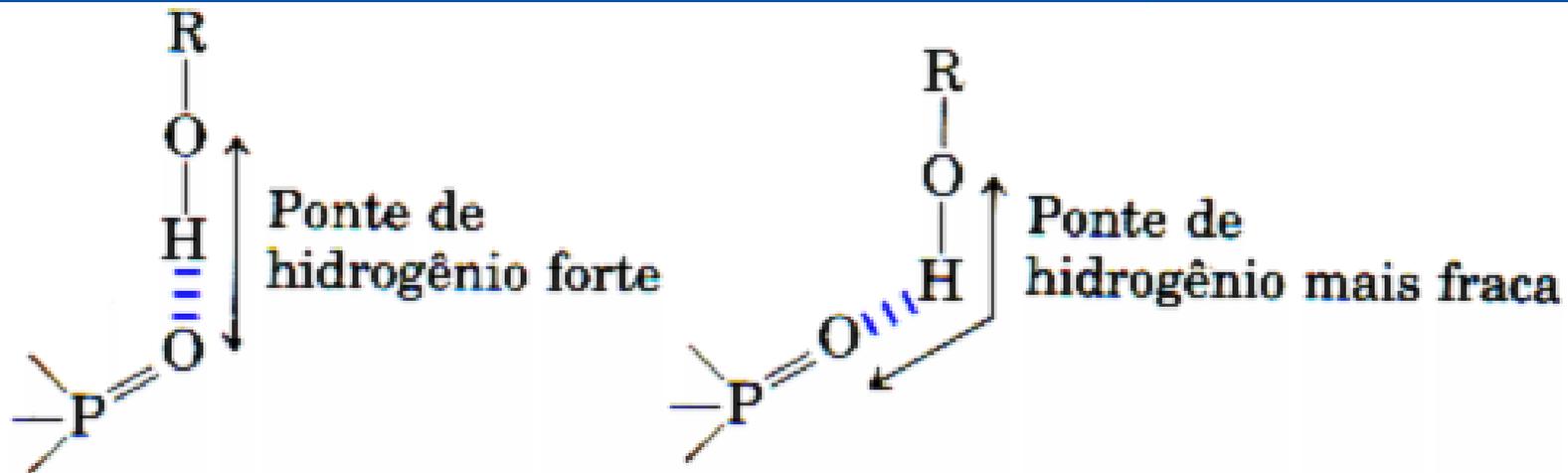
# Água



O arranjo quase tetraédrico das órbitas ao redor do átomo de oxigênio permite a cada molécula de água formar **pontes de hidrogênio** (ou ligação de hidrogênio) até com 4 moléculas de água vizinhas.

# As Pontes de Hidrogênio são de importância biológica

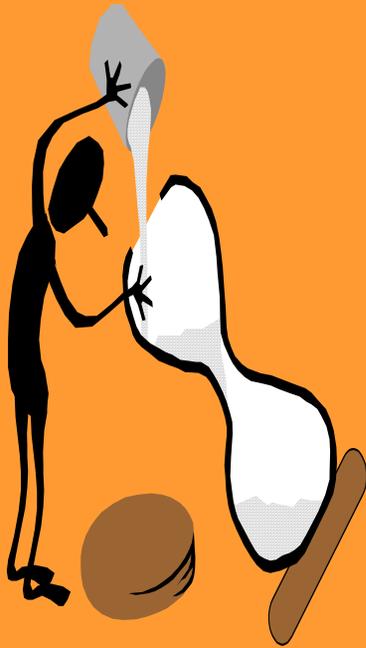
(estabilização de estruturas)

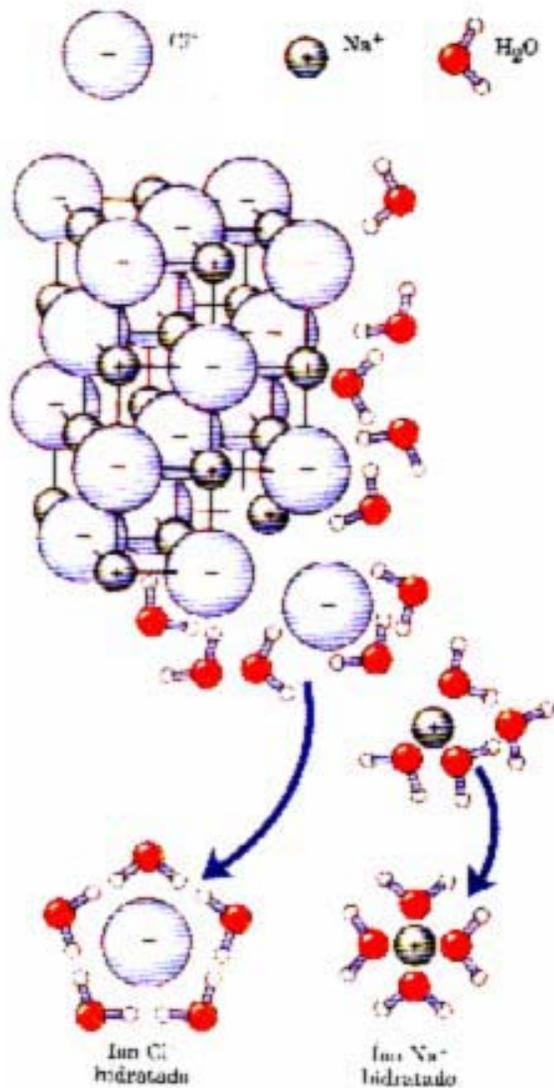


A atração entre as cargas elétricas é maior quando os três átomos envolvidos (O,H,O) estão em linha reta.

# A água é um solvente UNIVERSAL

A água é um solvente polar. Ela dissolve facilmente a maioria das **biomoléculas**, que são compostos carregados eletricamente ou polares, devido a sua característica dipolar e de sua habilidade em formar pontes de hidrogênio.





A **água** interage eletrostaticamente com solutos com cargas elétricas

A água dissolve muitos sais cristalinos pela hidratação dos íons que os constituem. A rede cristalina do NaCl é rompida à medida que as moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$  agregam-se ao redor dos íons  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$ .



Compostos com grupos funcionais como os ácidos carboxílicos ionizados ( $-\text{COO}^-$ ), aminas protonadas ( $-\text{NH}_3^+$ ), ésteres e anidridos fosfóricos são em geral, pela mesma razão, solúveis em água.

# Moléculas de água se dissociam...



A habilidade da água de se ionizar é de importância fundamental para a vida na terra. Sua ionização pode ser representada como uma transferência de prótons intermolecular, formando um íon ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) e um íon ( $\text{OH}^-$ ).



A dissociação da água pode ser representada por:

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

Onde os termos entre colchetes representam as concentrações molares e  $K$  constante de dissociação.

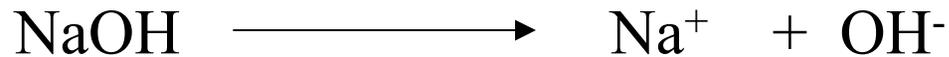
Assim como a água  
outras soluções

**se dissociam**

**ácidos** Substância química capaz de  
doar íon hidrogênio ( $H^+$ ).



**bases** Substância química capaz de receber  
íon hidrogênio ( $H^+$ ), geralmente  
contem íon hidroxila ( $OH^-$ ).



Quanto maior a  
concentração de íons  $H^+$   
em uma solução maior  
será a acidez desta...



# pH

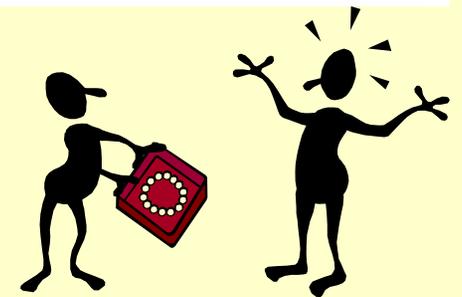
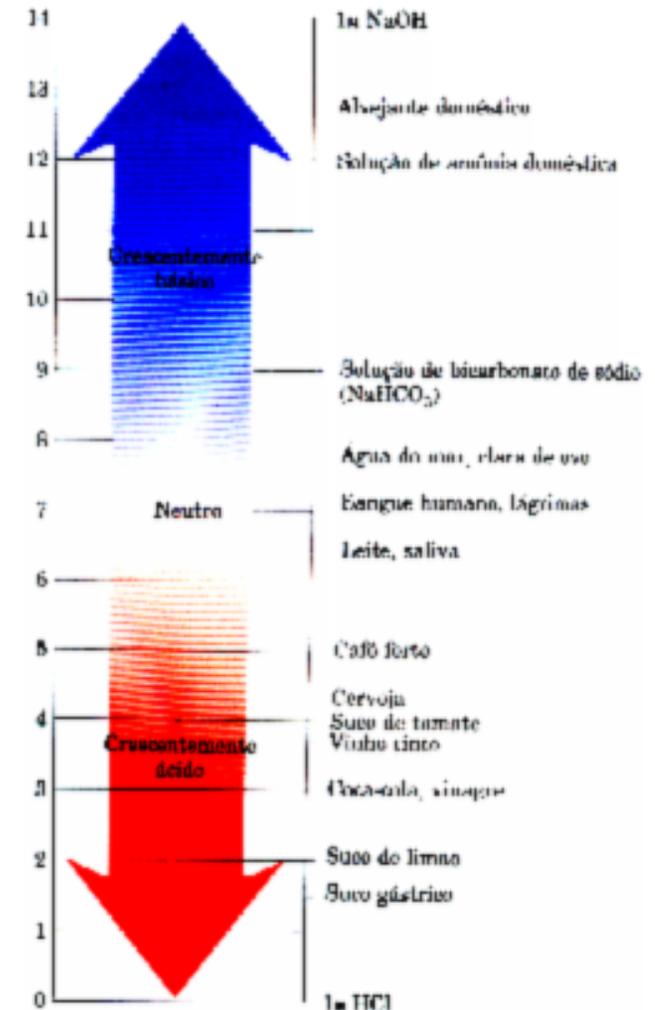
Usado para medir a acidez ou basicidade de uma solução.

função logarítmica

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 10^{-7} = -(-7) = 7,0$$

**Ácidos** são doadores de prótons e **bases** são receptores de prótons.



# Tampões

São importantes na manutenção da estabilidade dos fluidos corporais.



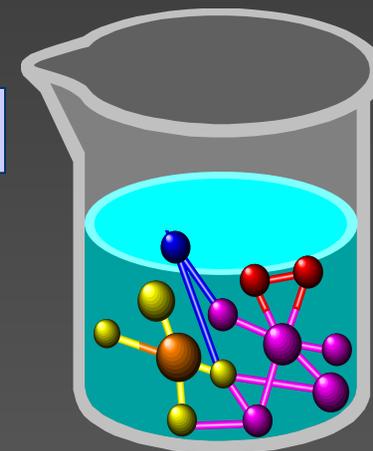
Existe um equilíbrio delicado na acidez e alcalinidade dos fluidos corporais. Para uma pessoa permanecer saudável estas características químicas devem permanecer dentro de estreitos limites.

Este estado de equilíbrio químico é mantido em grande parte pelos **tampões**. Substâncias químicas capazes de evitar mudanças drásticas nos valores de pH, mantendo-os relativamente constante.



# Solução Tampão

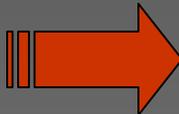
Formada por: ácido forte + base fraca (conjugada) ou vice-versa



Um ácido fraco, HA, ioniza-se da seguinte maneira:



A constante de equilíbrio (K) é descrita como:

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$K[\text{HA}] = [\text{H}^+][\text{A}^-]$$

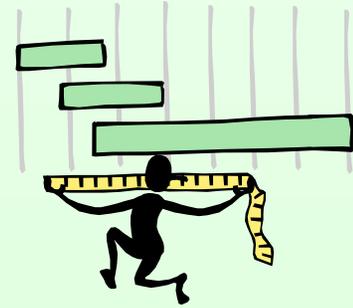
Dividindo-se ambos  
lados por  $[\text{A}^-]$

$$[\text{H}^+] = \frac{K[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$$



Aplica-se *log* em ambos lados:

$$\log [H^+] = \log \left( \frac{K[HA]}{[A^-]} \right) = \log K + \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$



Multiplicando-se por (-1)

$$-\log [H^+] = -\log K - \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$

Substituindo-se pH e pK por  $-\log [H^+]$  e  $-\log K$  respectivamente, temos:

$$pH = pK - \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$



$$pH = pK + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

Para remover o sinal menos invertemos o último termo

Equação de Henderson-Hasselbalch é uma expressão de grande valor para se prever o equilíbrio protônico.

# Curva de titulação

Quando um ácido está semineutralizado,  
 $[A^-] = [HA]$ . Nestas condições,  
$$pH = pK + \log \frac{[A^-]}{[HA]} = pK + \log 1/1 = pK + 0$$

Para condições de semi-neutralização  $pH = pK$

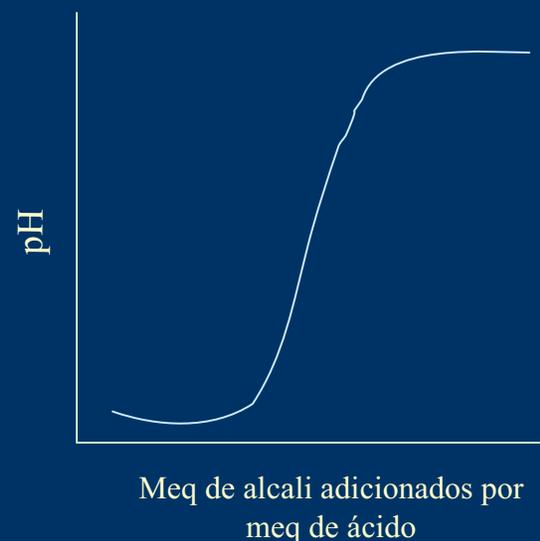
Quando a relação  $\frac{[A^-]}{[HA]} = 100:1$ , então

$$pH = pK + \log \frac{[A^-]}{[HA]} = pK + \log 100/1 = pK + 2$$

Quando a relação  $\frac{[A^-]}{[HA]} = 1:10$ , então

$$pH = pK + \log \frac{[A^-]}{[HA]} = pK + \log 1/10 = pK + (-1)$$

Aplicando-se nessa equação as varias relações de  $[A^-]/[HA]$  entre os limites  $10^3$  e  $10^{-3}$ , plotando-se os valores de pH, temos a curva de titulação de um ácido fraco.



# Equilíbrio ácido-base

Os líquidos do corpo são ligeiramente alcalinos com um pH por volta de 7,4. Estes líquidos devem ser mantidos dentro de uma variação mínima de pH ou pode ocorrer dano ou até mesmo a morte.



Os principais sistemas tampões do corpo são de bicarbonato, de fosfato, e proteínas, como a hemoglobina nas células sanguíneas e as proteínas plasmáticas.

A liberação de  $\text{CO}_2$  dos pulmões atua para tornar o sangue mais alcalino, reduzindo a quantidade de ácido carbônico formado.

Os rins regulam o pH reabsorvendo ou eliminando os íons hidrogênio quando necessário (regulação a longo prazo).

## regulação do pH

✓ Sistema tampões

✓ Respiração

✓ Função do rim

# pH anormal

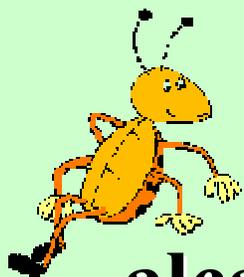
Se as mudanças de pH não podem ser controladas, ocorre **acidose** ou **alcalose**.

## acidose

É a condição produzida por uma redução no pH dos líquidos do corpo. A acidose pode resultar de obstrução respiratória, doença do pulmão, insuficiência renal ou diarréia prolongada, que drena os conteúdos alcalinos do intestino.



A acidose também pode resultar do metabolismo inadequado de carboidratos, como ocorre no caso de **diabetes melito** (descrita como cetoacidose), ou pela ingestão de uma dieta baixa em carboidratos ou inanição. Neste caso, o corpo metaboliza muitos lipídios e proteínas levando a produção excessiva de ácido.



## alcalose

É a condição produzida pelo aumento do pH dos líquidos do corpo. Suas causas possíveis são a hiperventilação (liberação de muito CO<sub>2</sub>), ingestão de antiácidos, vômito prolongado com perda de ácidos estomacais.

# Exercício

