**Bioquímica I**

# Ácidos e bases

* Ácido:
* Dador de protões;
* Ao remover um protão de um ácido, forma-se a sua base conjugada;
* Cada ácido possui uma tendência característica para perder protões, definida pela constante de equilíbrio dessa reacção reversível;
* O Ka, isto é, a constante de acidez de um ácido, é tanto maior quanto mais forte for o ácido;
* O pKa é tanto maior quanto mais fraco for o ácido;
* Se um ácido for forte, a sua base conjugada é fraca;
* Se um ácido for fraco, a sua base conjugada é fraca;
* Se um ácido for muito fraco, a sua base conjugada é forte;

Exemplos de ácidos fortes: ácido sulfúrico, nítrico e clorídrico.

* Base:
* Aceitador de protões;
* Ao adicionar um protão a uma base, forma-se o seu ácido conjugado;

Exemplos de bases fortes: NaOH

Nota: Um dador de protões e o correspondente aceitador formam o par conjugado ácido-base.

## Grupos funcionais com carácter ácido/básico

* **Ácidos:**
  + Carboxilo: o mais abundante nas biomoléculas;
  + Carboxilo, éster de fosfato e fosfodiéster: os mais importantes das biomoléculas, desprotonados a pH = 7.
  + Sulfidrilo e hidroxilo fenólicos: ácidos fracos.
* **Básicos:**
* Amina: o mais abundante nas biomoléculas;
* Amino alifáticos, aminas primárias, secundárias e terciárias: os mais importantes das biomoléculas, protonados a pH = 7;
* Aminas aromáticas: bases fracas.

## Soluções tampão

Uma solução tampão resiste a variações de pH quando lhe são adicionados iões hidrogénio ou hidróxido. Podem-se preparar soluções tampão a partir de um ácido fraco e da sua base conjugada ou de uma base fraca e do seu ácido conjugado.

As soluções tampão são preparadas de forma a que o grau de ionização seja pequeno, pelo que as concentrações em equilíbrio do ácido e da base conjugada são praticamente iguais às concentrações iniciais.

## Indicadores de pH

Um indicador de pH é uma substância que muda de cor de acordo com as variações de pH.

**Características de um indicador de pH:**

* Deve apresentar uma variação abrupta de cor com o pH, que deve ser facilmente percebida a olho nu;
* Deve apresentar uma coloração intensa, de forma a não ser necessário adicionar muito indicador;
* Não deve alterar as propriedades da solução.

**Relativamente ao pH:**

* Se pH < pKin, a maior parte do indicador está na forma ácida.
* Se pH > pKin, a maior parte do indicador está na forma básica.
* O pH afecta a estrutura e actividade das biomoléculas, já que a actividade catalítica das enzimas é extremamente dependente do pH;

Nota: O equilíbrio ácido-base é controlado com precisão porque mesmo um pequeno desvio da faixa normal pode afectar gravemente muitos órgãos. A determinação do pH do sangue (entre 7,35 e 7,45) e da urina é utilizada rotineiramente nos diagnósticos médicos, pois a sua variação pode indicar doenças metabólicas. O pH plasmático dos diabéticos, por exemplo, é normalmente inferior ao valor normal (acidose), devido à sobreprodução de corpos cetónicos.

### Mas como é que o organismo evita alterações no pH?

A primeira linha de defesa contra alterações no pH interno são os sistemas tampão. O citoplasma da maioria das células possui concentrações elevadas de proteínas, que possuem na sua constituição aminoácidos com grupos funcionais que são ácidos ou bases fracas.

Proteínas ricas em resíduos de histidina (aminoácido com um pKa = 6,0) normalmente tamponam eficientemente a pH próximo do neutro. Nucleótidos e outros metabolitos de baixo peso molecular contêm grupos ionizáveis que conferem poder tamponante ao citoplasma. Assim, os meios intra e extracelulares encontram-se eficientemente tamponados.

## Tampões biológicos:

* **Sistema fosfato:**
* Citoplasma de todas as células;
* H2PO4 - como dador de protões;
* HPO42- como aceitador de protões;
* O sistema tampão fosfato possui a sua capacidade tamponante máxima a pH=6,86 e tem tendência a resistir a alterações de pH compreendidas no intervalo 5,9-7,9;
* Eficiente nos fluídos fisiológicos (pH =6,9-7,4).
* **Sistema bicarbonato:**
* Plasma sanguíneo;
* Sistema complexo;
* H2CO3 como dador de protões;
* HCO3- como aceitador de protões;
* O pH de um sistema tampão bicarbonato depende da concentração de H2CO3 e HCO3-, sendo que a concentração de H2CO3 depende da concentração de CO2 dissolvido, que depende, por sua vez, da pressão parcial de CO2
* O pH de um sistema tampão bicarbonato exposto a uma fase gasosa é determinado pela concentração de HCO3- na fase aquosa e pela pressão parcial de CO2 na fase gasosa;

## Excreção de Dióxido de Carbono

O dióxido de carbono é um subproduto importante do metabolismo do oxigénio. O sangue transporta o dióxido de carbono até aos pulmões, donde é excretado através da expiração. Os centros de controlo respiratório localizados no cérebro regulam a quantidade de dióxido de carbono que é expirado através do controlo da velocidade e profundidade da respiração.

**Quando:**

* A respiração aumenta: a concentração sérica de CO2 diminui, logo, o sangue torna-se mais básico;
* A respiração diminui: a concentração sérica de CO2 aumenta, logo, o sangue torna-se mais ácido.

Nota: Através do ajuste da velocidade e da profundidade da respiração, os centros de controlo respiratório e os pulmões são capazes de regular o pH sanguíneo minuto a minuto.

**Uma alteração em um (ou mais) dos mecanismos de controlo do pH pode produzir uma das principais alterações do equilíbrio ácido-base:**

* Acidose: condição na qual o sangue apresenta um excesso de ácido (ou uma falta de base), havendo uma redução do pH sanguíneo;
* Alcalose: condição na qual o sangue apresenta um excesso de base (ou uma falta de ácido), havendo um aumento do pH sanguíneo.

Nota: A acidose e a alcalose não são doenças, mas sim consequências de vários distúrbios, e podem ser metabólicas ou respiratórias. A presença de uma acidose ou uma alcalose fornece um indício importante ao médico de que existe um problema metabólico grave.

Hiperventilação[[1]](#footnote-1) – taxa de respiração mais rápida do que a necessária para a eliminação normal de CO2 do organismo. Doenças do sistema nervoso central, bem como várias alterações fisiológicas induzidas por drogas e/ou hormonas, cirrose hepática e dor podem originar hiperventilação.

No entanto, a causa mais comum de hiperventilação é a ansiedade: quando estamos ansiosos, a concentração de CO2 desce, o que leva à diminuição da concentração de H2CO3 no plasma sanguíneo e, consequentemente, à diminuição da concentração de H+ e de HCO3- no plasma. O pH sanguíneo, portanto, aumenta, ou seja, dá-se uma alcalose respiratória.

Curiosidade: Quando a hiperventilação é causada por uma dor, o alívio da mesma geralmente é suficiente para que o ritmo respiratório regularize. Respirar num saco de papel pode ajudar a aumentar a concentração de CO2 no sangue. Com a elevação da concentração de dióxido de carbono, os sintomas da hiperventilação melhoram.

Hipoventilação – é a incapacidade de excretar CO2 suficientemente rápido, o que origina acidose respiratória, já que se acumula CO2, o que aumenta a concentração de H2CO3, que se dissocia em H+ e HCO3- e leva à diminuição do pH sanguíneo. A hipoventilação pode ser causada por narcóticos, sedativos, anestesias e drogas anti-depressivas.

## Quando há uma alteração ácido-base

* **Tampões:**
* Bicarbonato no fluído extracelular e no sangue;
* Proteínas e fosfato nas células;
* Hemoglobina no sangue.
* **Compensação respiratória e metabólica:**
* Alterações respiratórias evocam compensações metabólicas e vice-versa.
* **Correcção metabólica e respiratória:**
* Nas alterações metabólicas o rim pode ↑ ou ↓ a excreção de ácido para compensar a alteração primária. Nas alterações respiratórias são corrigidas a ventilação e função pulmonar.

1. Hiperventilação – concentração de CO2 no sangue anormalmente baixa. [↑](#footnote-ref-1)