

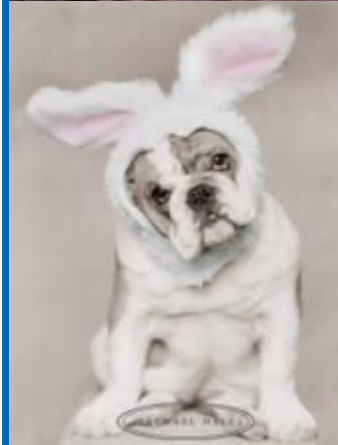


Escola de Veterinária e Zootecnia da UFV  
Departamento de Medicina Veterinária

***Maria Clorinda Soares Fioravanti***

***([clorinda@vet.ufv.br](mailto:clorinda@vet.ufv.br))***

**Disciplina: Clínica Médica de Pequenos Animais**

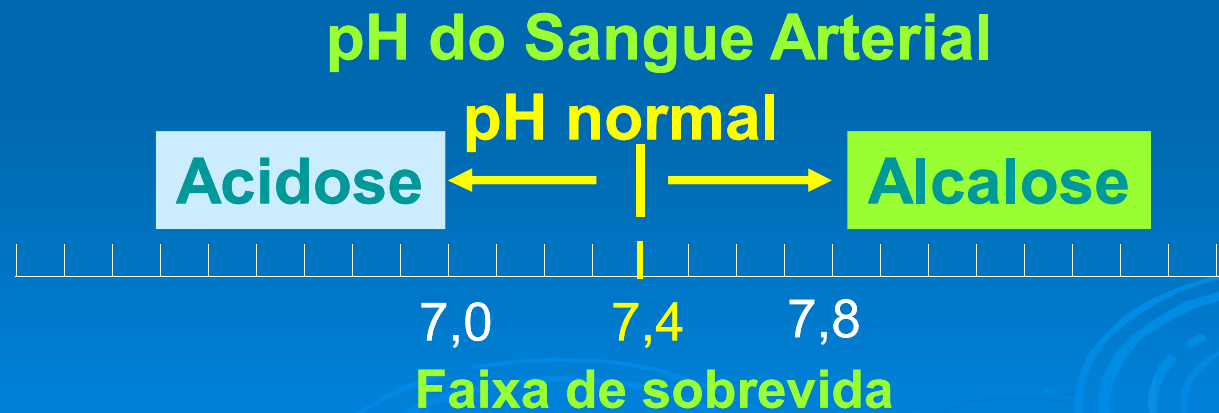


Homeostasia é a  
constância do meio interno



# pH X homeostasia

- equilíbrio entre a entrada ou produção de íons hidrogênio e a livre remoção desses íons do organismo.
- o organismo dispõe de mecanismos para manter a  $[H^+]$  e, conseqüentemente o pH sanguíneo, dentro da normalidade, ou seja manter a homeostasia.

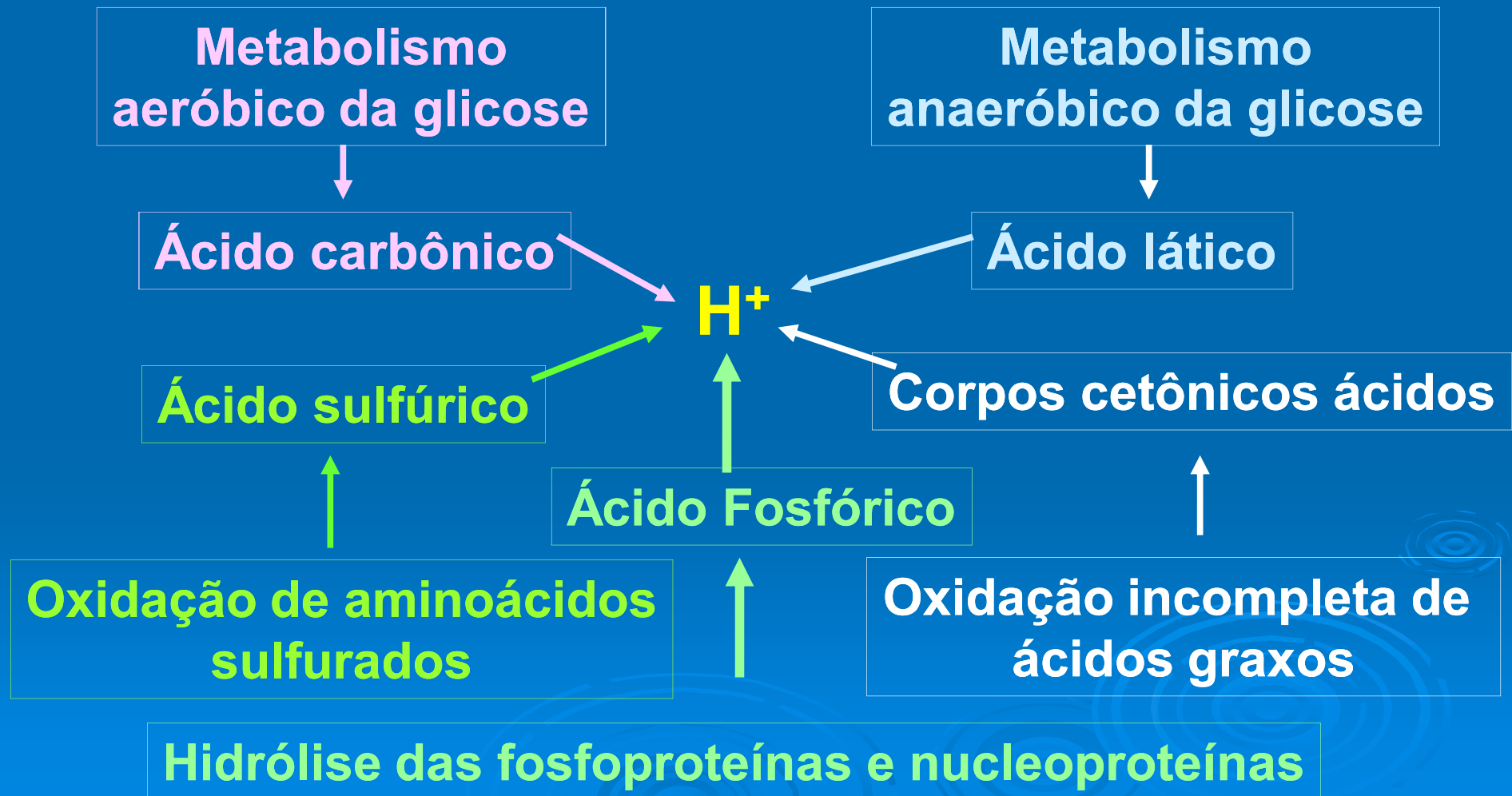


**Varição fisiológica = 7,32 – 7,53**

# Íon Hidrogênio

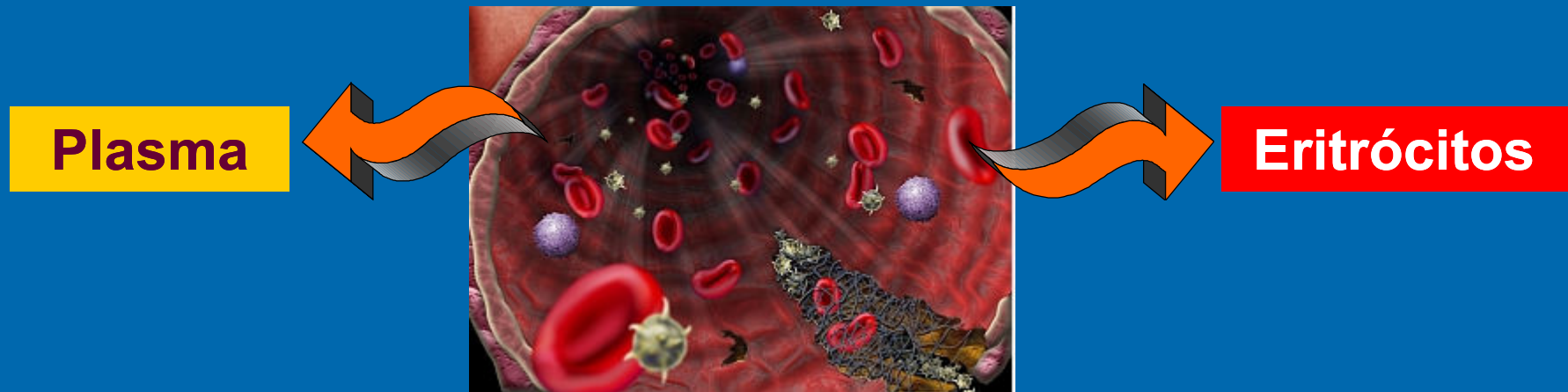
- ❖ O íon hidrogênio ( $H^+$ ) é o íon mais importante nos sistemas biológicos
- ❖ A  $[H^+]$  nas células e líquidos biológicos influencia a velocidade das reações químicas, a forma e função das enzimas assim como de outras proteínas celulares e a integridade das células
- ❖ A  $[H^+]$  nas células e líquidos biológicos deve estar em torno de  $0,4nM$  ( $0,4 \times 10^{-7}$ )
- ❖  $80mM$  de íons hidrogênio são ingeridos ou produzidos pelo metabolismo por dia.

# Fontes de $H^+$ decorrentes dos processos metabólicos

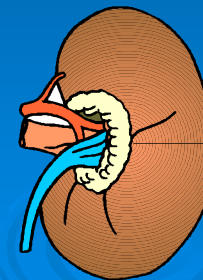
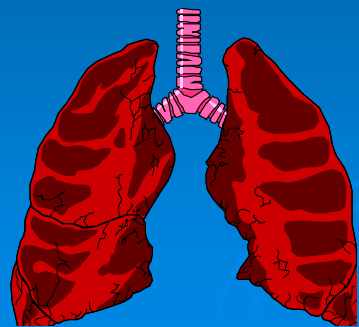


# Regulação do pH

Processos físico-químicos (sistemas tampões)

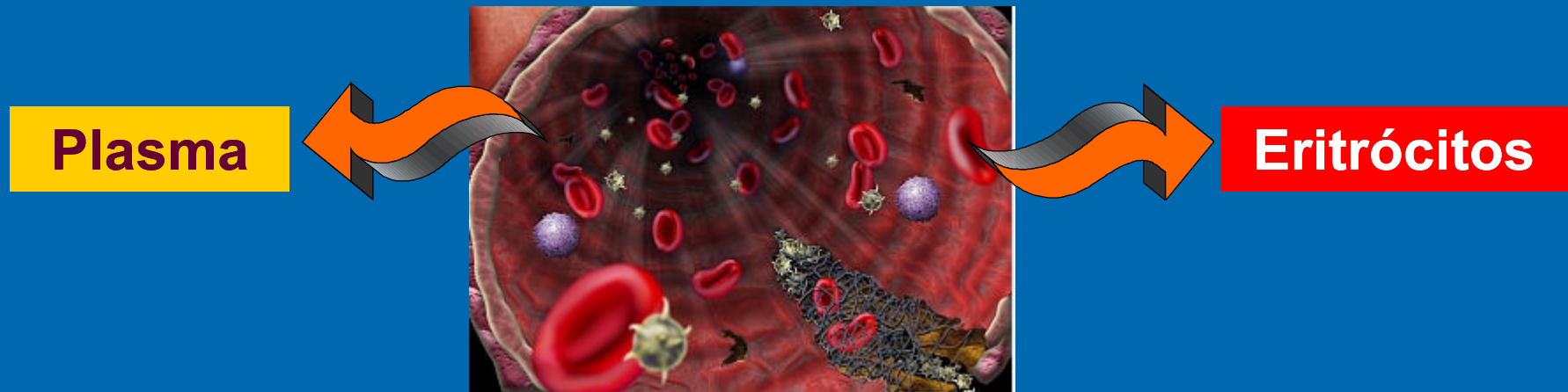


Processos fisiológicos



# Regulação do pH

Processos físico-químicos (sistemas tampões)



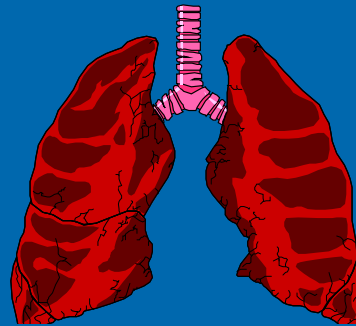
**Mecanismo:**

Captação/liberação de íons  $H^+$   $OH^-$ , aumentando ou diminuindo o potencial hidrogeniônico desses líquidos corporais.



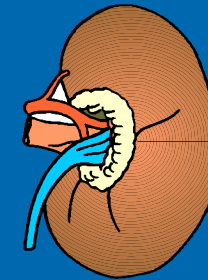
# Regulação do pH

## Processos fisiológicos



**Troca gasosa  $O_2$ - $CO_2$  no alvéolo**

**Maior fluxo respiratório →  
diminuição da pressão parcial  
de  $CO_2$  ( $PCO_2$ ) → alcalose →  
diminuição da relação  $HCO_3^-$ -  
 $/H_2CO_2$**

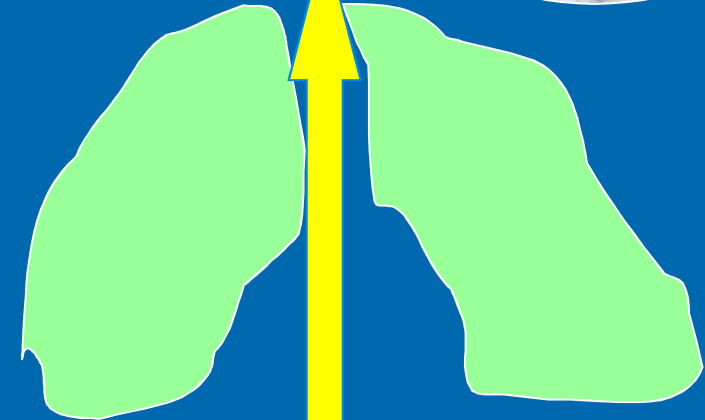


**Controle da excreção e  
absorção de sódio,  
potássio, cloretos,  
fosfatos, amônia e  
bicarbonato**

# Regulação do pH



$H^+$  URINA



**METABOLISMO**

# Desequilíbrio Ácido-Básico

## Sistemas de tampões: 4 principais

- Sistema – tampão ácido carbônico – bicarbonato  
(45% da capacidade tampão total)
- Sistema – tampão de fosfato  
(glóbulos vermelhos, células tubulares renais)
- Sistema – tampão de proteínas  
(células dos tecidos)
- Sistema tampão de hemoglobina dos glob.vermelhos



**Transporte de CO<sub>2</sub> :**

- 5% - Plasma
- 20% - Hemácias
- 75% - Bicarbonato

# Desequilíbrio Ácido-Básico

<b>Tampões</b>	<b>Ácidos</b>	<b>Bases conjugadas</b>	<b>Principal ação de tamponamento</b>
<b>hemoglobina</b>	<b>HHb</b>	<b>Hb<sup>-</sup></b>	<b>eritrócitos</b>
<b>proteínas</b>	<b>HProt</b>	<b>Prot<sup>-</sup></b>	<b>intracelular</b>
<b>tampão fosfato</b>	<b>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup></b>	<b>HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	<b>intracelular</b>
<b>bicarbonato</b>	<b>CO<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>extracelular</b>

# Desequilíbrio Ácido-Básico

<b>Composição do Sistema</b>	<b>Percentual</b>
<b>Bicarbonato/Ácido Carbônico</b>	<b>64%</b>
<b>Hemoglobina/Oxihemoglobina</b>	<b>28%</b>
<b>Proteínas ácidas/Proteínas básicas</b>	<b>7%</b>
<b>Fosfato monoácido/Fosfato diácido</b>	<b>1%</b>

# Excesso de $H^+$

- $H^+$  + TAMPÃO NO LEC

(INSTANTÂNEO)

- DIFUSÃO PARA AS CÉLULAS

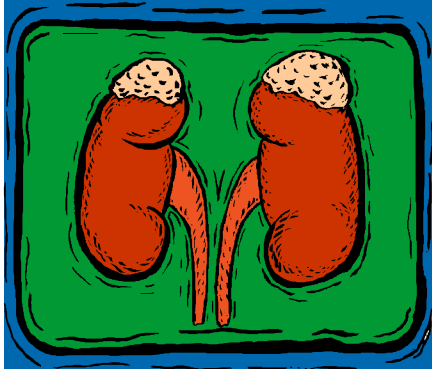
(2 A 4 HORAS)

- EXCREÇÃO DE ÁCIDOS PELOS RINS

(HORAS A DIAS)

- EXCREÇÃO PELOS PULMÕES

(MINUTOS)



# Tampões Plasmáticos

Fosfato Monossódico – Fosfato Dissódico



**Pouco Significativo**  $\Rightarrow$  **Baixa Concentração**

# Tampões Plasmáticos

## Ácido Carbônico - Bicarbonato de Sódio





# Tampões Plasmáticos

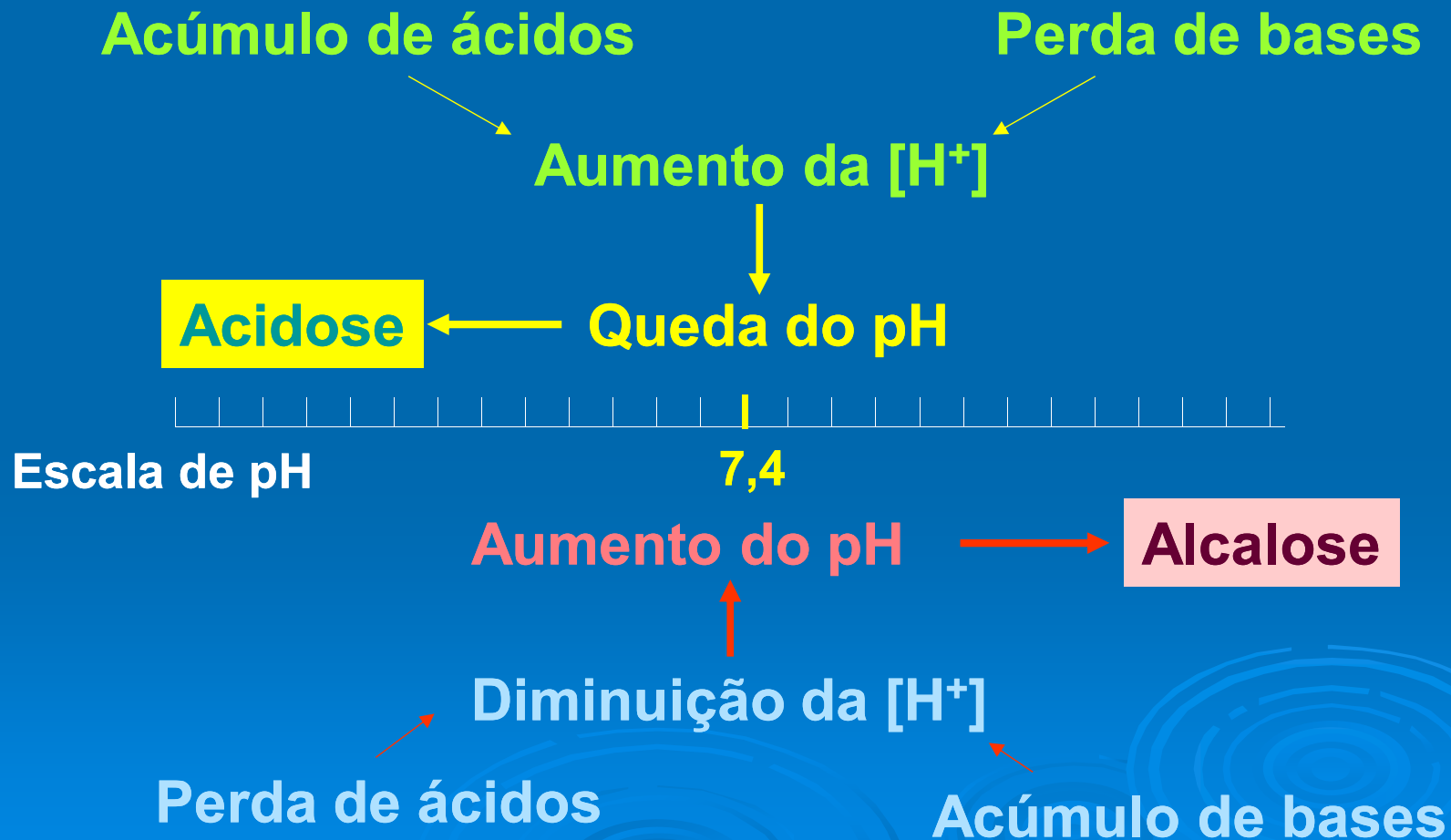
## Proteínas



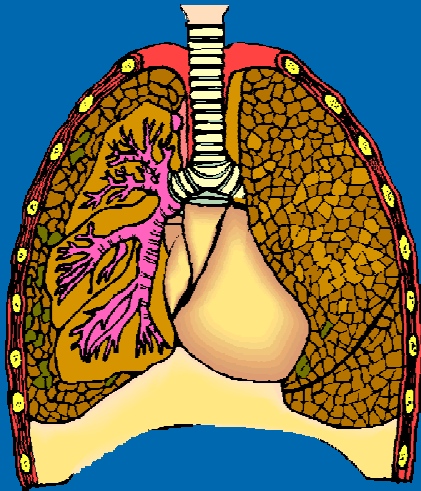
Mais importante tampão intracelular

- ↘ 15g de Hb
- ↘ 3,85g de proteínas

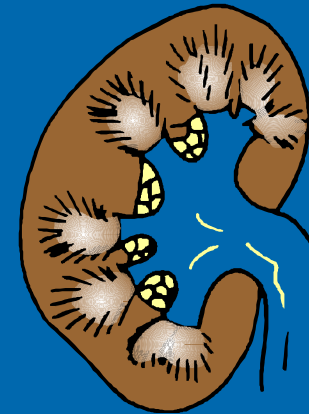
# Alterações no pH



# Alterações no pH



**Compensam os  
transtornos  
metabólicos**



**Compensam os  
transtornos  
respiratórios**

# Acidose Metabólica

Concentração de  $\text{HCO}_3^-$  plasmático  
diminuído e pH plasmático baixo

- aumento da frequência ventilatória, diminuição da  $\text{pCO}_2$
- aumento da excreção renal de  $\text{H}^+$  (aumento da reabsorção de  $\text{HCO}_3^-$  filtrado)
- aumento da excreção de amônia (aumento da produção *de novo*  $\text{HCO}_3^-$ )

# Acidose Metabólica

## Causas:

- Hipóxia tecidual, jejum, erro inato do metabolismo
- Deficiente contratilidade do miocárdio
- Hipotensão arterial
- Alteração na excreção de H<sup>+</sup>: insuficiência renal ,  
acidose tubular renal distal
- Perda de bicarbonato : diarreia , oclusão  
intestinal, acidose tubular renal proximal

# Acidose Metabólica

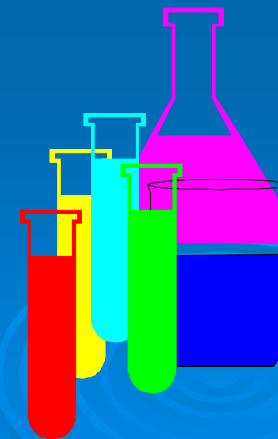
## Sinais:

- Taquipnéia
- Sinais de depressão do SNC  
(desorientação, estupor e coma)



## Alterações laboratoriais:

- Acidúria ( $\downarrow$  pH urinário)
- pH plasmático  $<7,4$
- Baixo nível plasmático de  $\text{HCO}_3^-$
- Leucocitose



# Acidose Metabólica

## Correção:

- Bicarbonato ou precursores do mesmo (lactato, acetato), por isso o fluido endovenoso de eleição é o ringer lactato, capaz de controlar acidose metabólica moderada. Unicamente quando se está presente uma acidose severa se faz necessária a administração adicional de  $\text{NaHCO}_3$

# Acidose Respiratória

Aumento da  $p\text{CO}_2$  e diminuição do pH plasmáticos

Diminuição do intercâmbio gasoso através dos alvéolos

- o tamponamento ocorre principalmente no LIC (fase aguda)
- o  $\uparrow$  da  $p\text{CO}_2$  e a  $\downarrow$  de pH, estimulam a reabsorção renal de  $\text{HCO}_3^-$  e a excreção de amônia
- compensação renal ocorre dentro vários dias (fase crônica)
- Ambas respostas combinadas aumentam a excreção de ácido e geram  $\text{HCO}_3^-$



# Acidose Respiratória

## Causas:

- Ventilação insuficiente (depressão respiratória)
- Alteração da difusão gasosa
- Depressão do SNC (drogas, inflamação/infecção)
- Pneumopatia primária (pneumotórax, broncoespasmo, derrame pleural, edema pulmonar)

# Acidose Respiratória

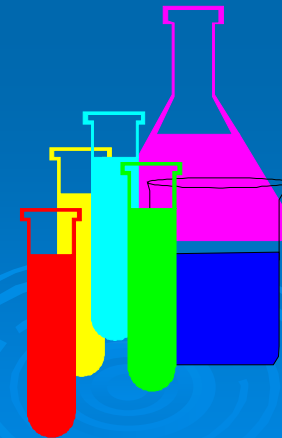
## Sinais:

- Dispnéia
- Sinais neurológicos semelhantes a acidose metabólica)



## Alterações laboratoriais:

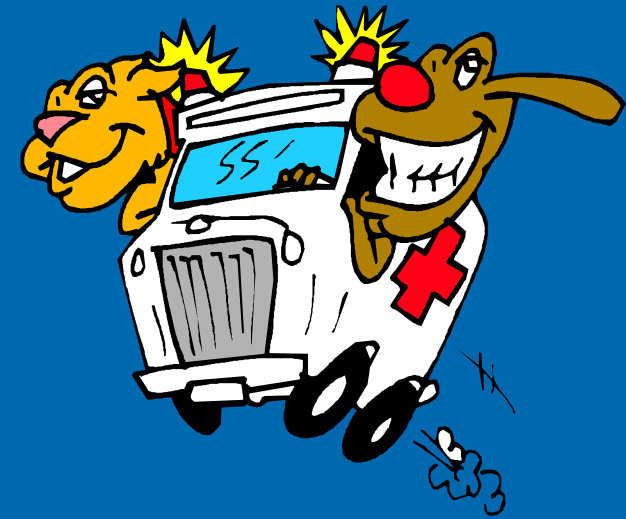
- pH sanguíneo  $<7,4$
- Nível plasmático alto de bicarbonato/cloretos
- Acidúria



# Acidose Respiratória

## Correção:

- Tratar a causa básica
- Hiperventilação mecânica
- $\text{NaHCO}_3$  somente se houver acidose metabólica concomitante e com controle das condições ventilatórias



# Alcalose Metabólica

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e pH plasmáticos elevados**

- o ↑ pH inibe os centros respiratórios, diminuindo a frequência respiratória e a pCO<sub>2</sub>
- compensação respiratória
- aumento da excreção de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

# Alcalose Metabólica

## Causas:

- Estenose do piloro (perda de líquido gástrico)
- Vômito profuso
- Síndrome de Cushing
- Corticoterapia prolongada
- Excesso de  $\text{NaHCO}_3$
- Condições que espoliem  $\text{K}^+$  (furosemida)

# Alcalose Metabólica

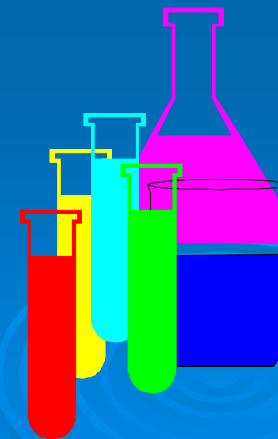
## Sinais:

- Bradipnéia
- Excitação do SNC (convulsões, tetanias, espasmos)
- Alterações eletrocardiográficas



## Alterações laboratoriais:

- pH sanguíneo e urinário altos
- Bicarbonato plasmático alto



# Alcalose Metabólica

## Sinais:

- Bradipnéia
- Excitação do SNC (convulsões, tetanias, espasmos)
- Alterações eletrocardiográficas

## Correção:

- Tratar a causa básica
- Condições renais para excretar excesso de  $\text{NaHCO}_3$  (aporte adequado de cloreto,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ )

# Alcalose Respiratória

Diminuição da  $p\text{CO}_2$  e aumento do pH  
plasmático

- o tamponamento é principalmente intracelular
- a  $\uparrow$  pH e a  $\downarrow$   $p\text{CO}_2$  inibem a reabsorção de  $\text{HCO}_3^-$  pelo néfron e reduz a excreção de amônia
- ambos efeitos diminuem a excreção renal de ácido
- a correção do transtorno normaliza a  $p\text{CO}_2$ , secundariamente a excreção renal de ácido aumenta



# Alcalose Respiratória

## Causas:

- Hiperventilação e eliminação excessiva de  $\text{CO}_2$
- Aumento da ventilação por estímulo de centros respiratórios (fármacos e transtornos do SNC)
- Alterações do SNC (encefalite, meningite)
- Resposta a ansiedade, dor e medo
- Raramente ocorre na Medicina Veterinária

# Alcalose Respiratória

## Sinais:

- Vômito
- Desorientação



## Correção:

- Eliminar ou minimizar a causa básica
- Se houver hipercarbia (hiperbicarbonatemia) – acetazolamida (diurético inibidor da anidrase carbônica → diurese de  $\text{HCO}_3^-$ )

# Fluidoterapia e Correção do pH

## Fluídos de Reposição

Possuem osmolaridade semelhante ao plasma (entre 290-315mOsm/l), podendo ser acidificante ou alcalinizante.

São utilizados no início da fluidoterapia, sendo fornecidos em grandes quantidades sem que haja alteração significativa dos eletrólitos plasmáticos.

# Fluidoterapia e Correção do pH

## Fluidos de Reposição

### Fluidos de reposição na acidose:

- Solução de ringer com precursores de bicarbonato
- Lactato - não funciona em hepatopatas
- Acetato – reação ocorre no músculo / funciona em hepatopata
- Gluconato – transformado por inúmeros grupos celulares / semelhante ao acetato

# Fluidoterapia e Correção do pH

## Fluidos de Reposição

### Fluidos de reposição na alcalose:

- Solução de ringer – não deve ser utilizado em presença de hipercalemia (excesso de potássio no plasma)
- Salina isotônica (NaCl a 0,9%)

# Fluidoterapia e Correção do pH

## Flúidos de manutenção

Apresentam potencial osmótico menor que o dos flúidos de reposição, constituindo em líquidos que completam os requerimentos eletrolíticos de pacientes descompensados.

De modo geral as soluções de manutenção possuem mais potássio que as de reposição, ocorrendo o contrário com o sódio.

# Fluidoterapia e Correção do pH

## Flúidos de manutenção

De um modo geral as soluções de manutenção são formadas pela adição de outros eletrólitos a uma fórmula original (adição de cloreto de potássio a uma solução salina isotônica).

As soluções aquosas contendo glicose penetram nas células, sendo então metabolizadas. Este processo gera água e energia (1g glicose – 0,6ml de água adicional).

# Fluidoterapia e Correção do pH

## Flúidos de manutenção

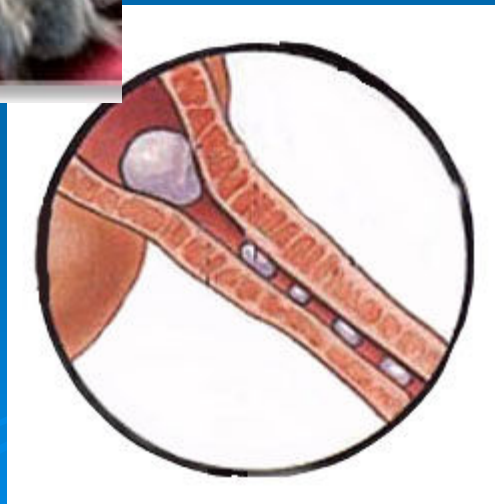
- Soluções glicosadas – reverter quadros de acidose (inibe a utilização de proteínas e gorduras -  $\downarrow$  H<sup>+</sup>)
- Soluções glicosalinas – indicado para o tratamento das acidoses



# Fluidoterapia e Correção do pH



**NaCl a 0,45% associada com glicose 2,5% é o fluido preferencial em gatos com síndrome urológica (evitar hipernatremia iatrogênica)**



# Fluidoterapia e Correção do pH

## Bicarbonato de Sódio

### Dose Empírica

Deve ser aplicado EV lento na dose de 1 a 2mEq/kg

### Dose / Gasometria

Deficiência de bicarbonato = Peso vivo (kg) **X** 0,3 **X**

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> plasmático desejado - HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> plasmático observado

# Correção da Acidose

**Bicarbonato – indicado quando pH < 7,2**

**Peso corporal (kg) X 0,3 X déficit de base estimado**

*Intensidade da Depressão*

*Déficit de Base Estimado*

Leve

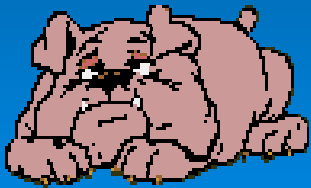
- 5

Moderada

- 10

Severa

- 15



**Cão com 10 kg**

**10 kg X 0,3 X -15 = 45 mEq de bicarbonato**

**1/2 da dose imediatamente / 1/2 dentro de 12 a 24 hs**

*Estudem bastante, equilíbrio hidro-  
eletrolítico e ácido-básico. É um dos  
conteúdos mais utilizados rotineiramente  
na Clínica de Pequenos Animais*

*Profa Maria Clorinda*

