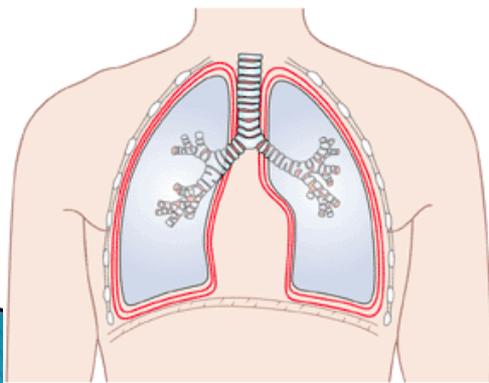
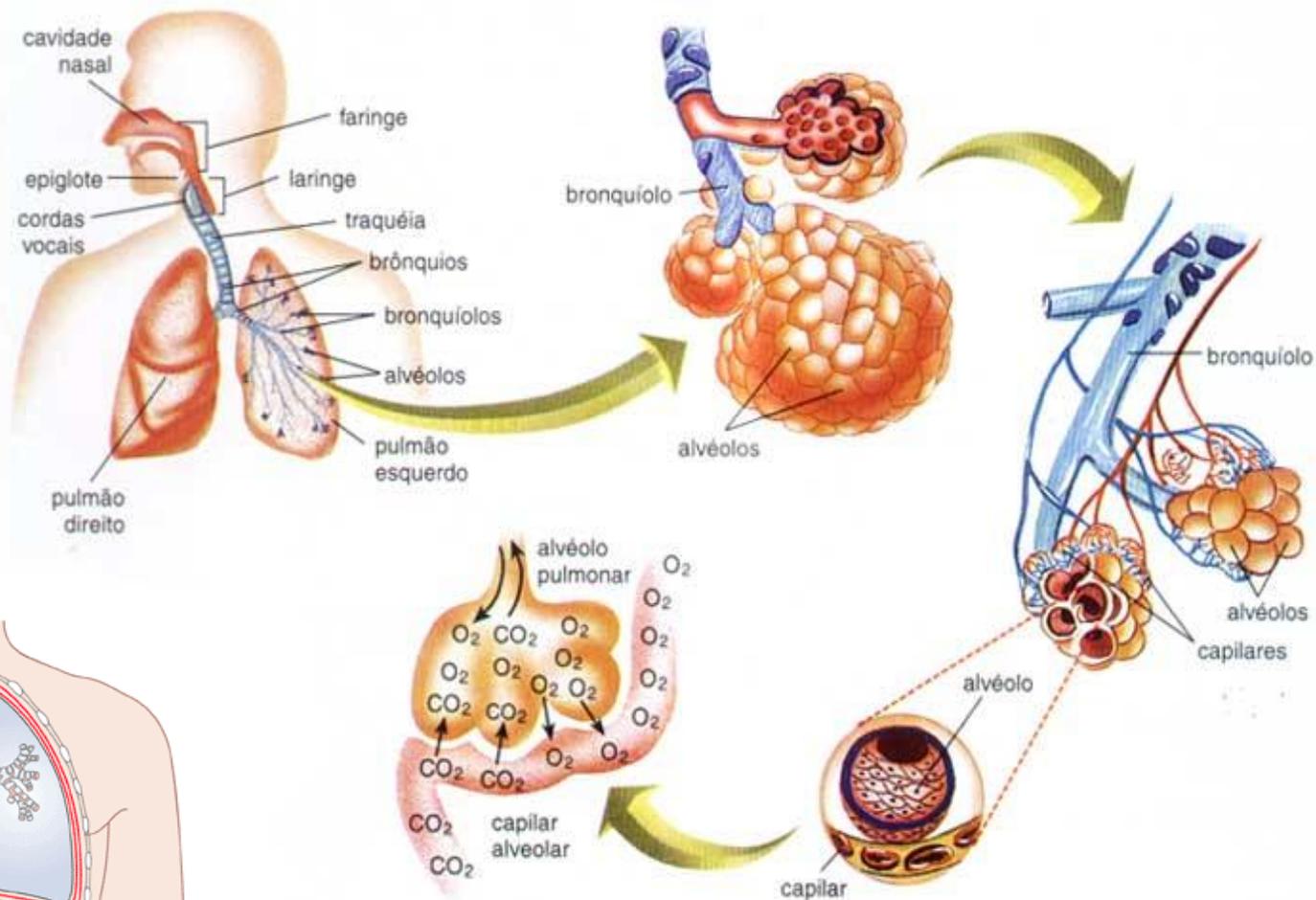


ESTRUTURA FUNCIONAL DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

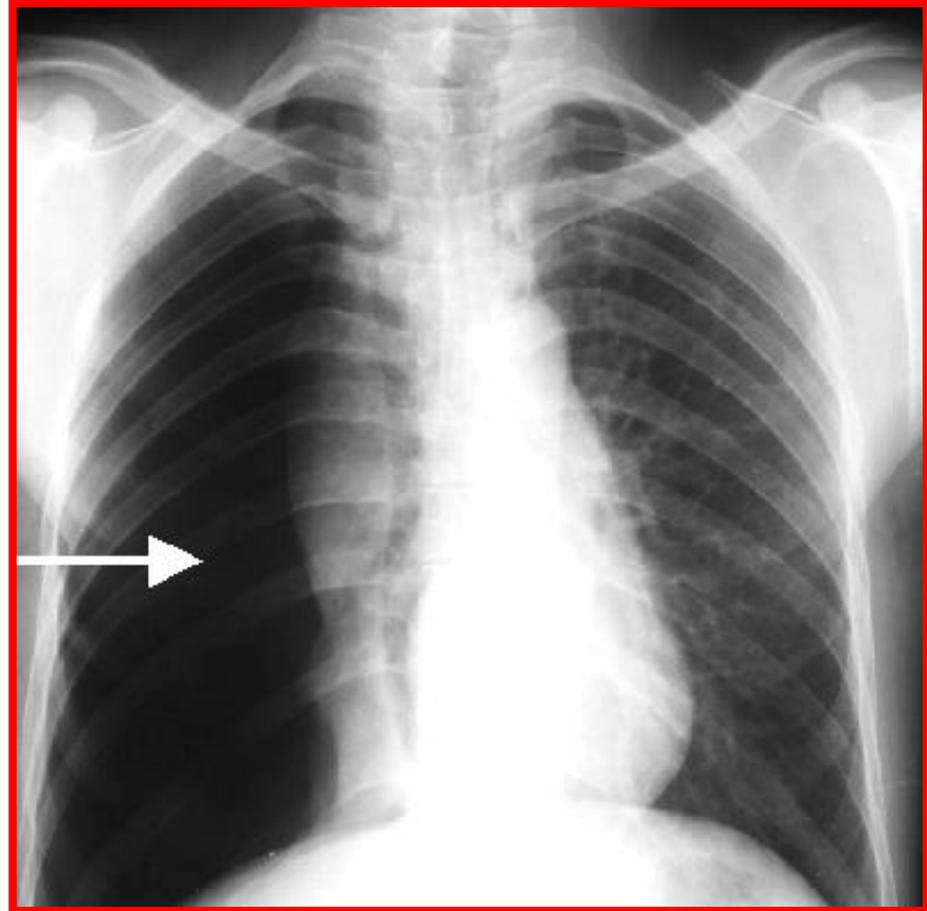
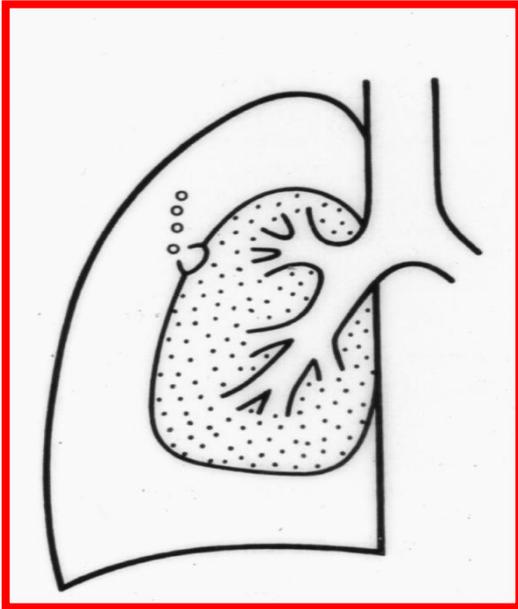
Prof. Dr. Paulo Evora
Ft. Luciana Garros Ferreira

DISCIPLINA: PNEUMOLOGIA CLÍNICA E CIRÚRGICA

Revisão Anatomia

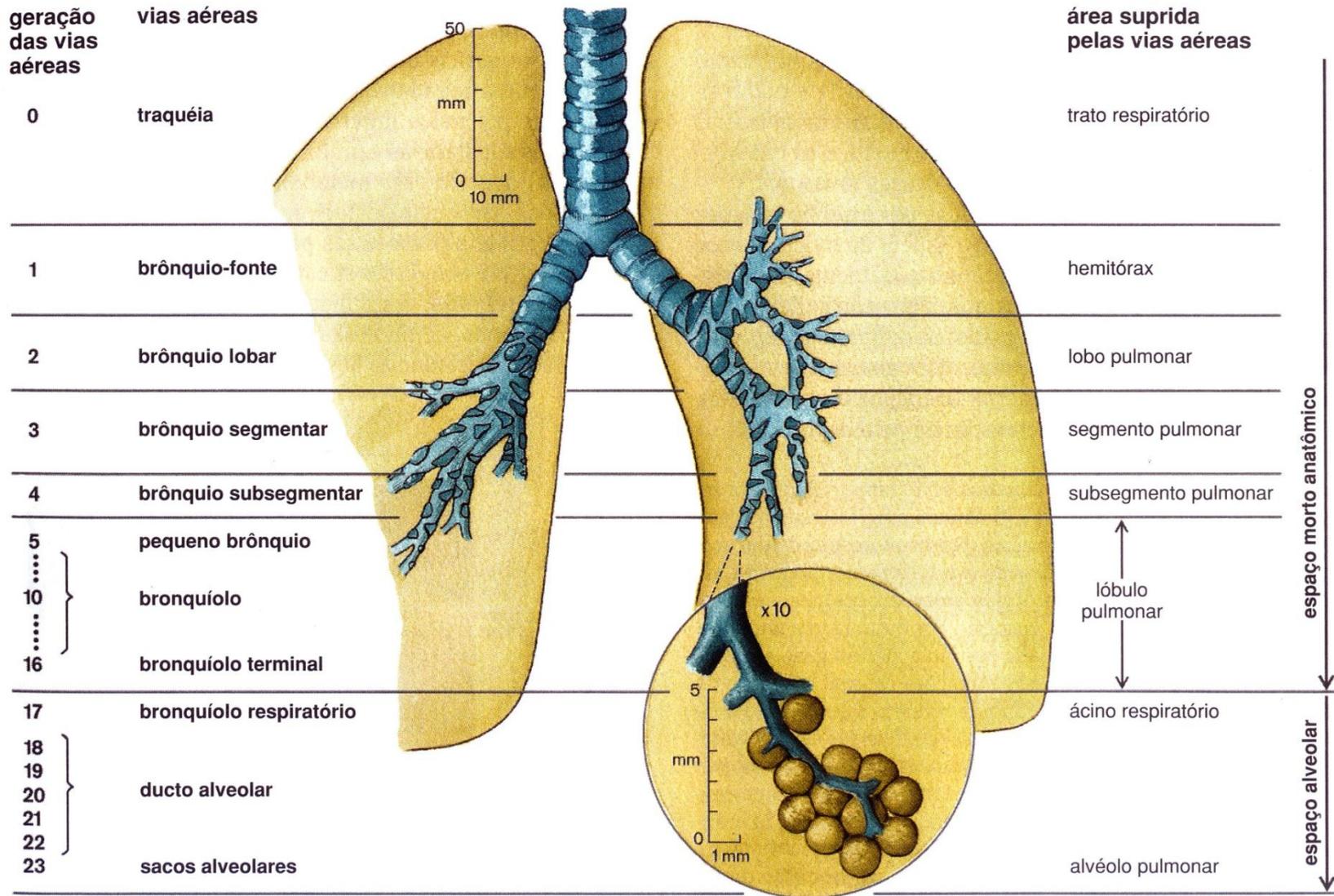


Pneumotórax



Zonas de Condução e Respiração

Revisão Anatomia

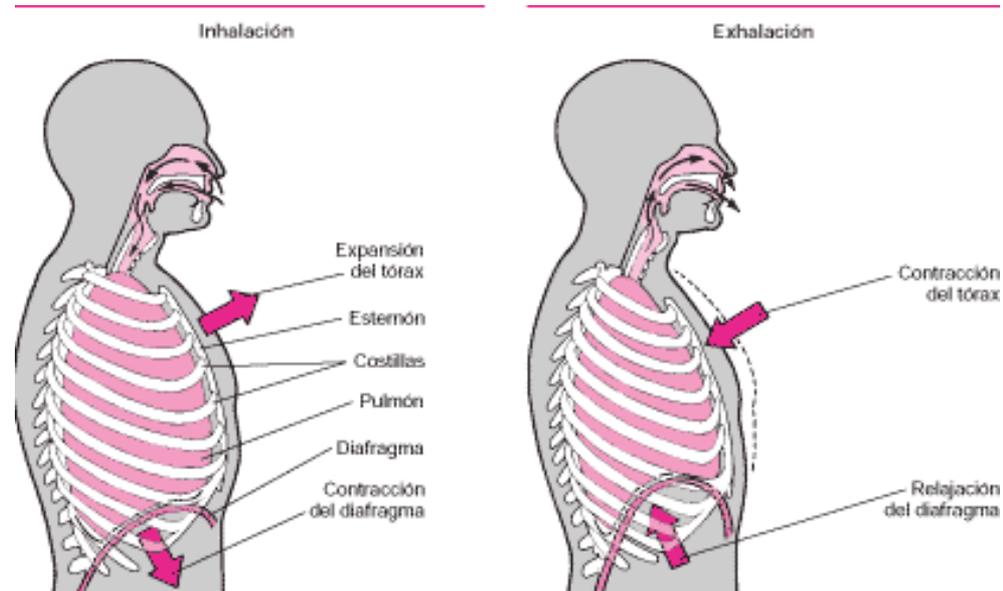


Ventilação Pulmonar

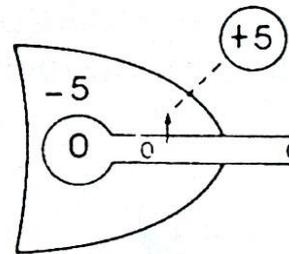
▶ **Mecânica respiratória**

- Contração muscular;
- Elasticidade e distensibilidade dos pulmões e da caixa torácica;
- Diferenças de pressões.

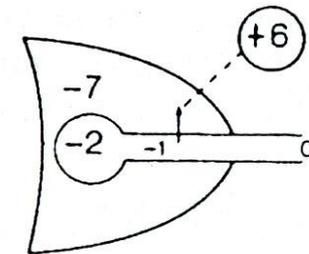
- ▶ A atividade muscular causa mudanças no volume da cavidade torácica durante a respiração.



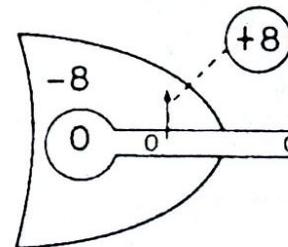
- ▶ Mudanças no volume da cavidade torácica causam mudanças nas pressões intrapulmonar e intrapleural, que permitem a movimentação do ar de região de alta pressão para região de baixa pressão.



A. Pré-inspiração

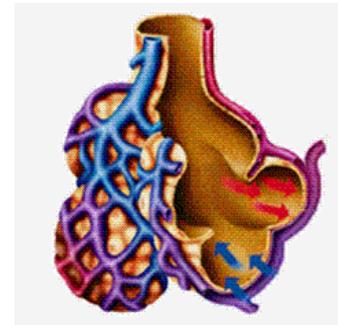


B. Durante a inspiração



C. Término da inspiração

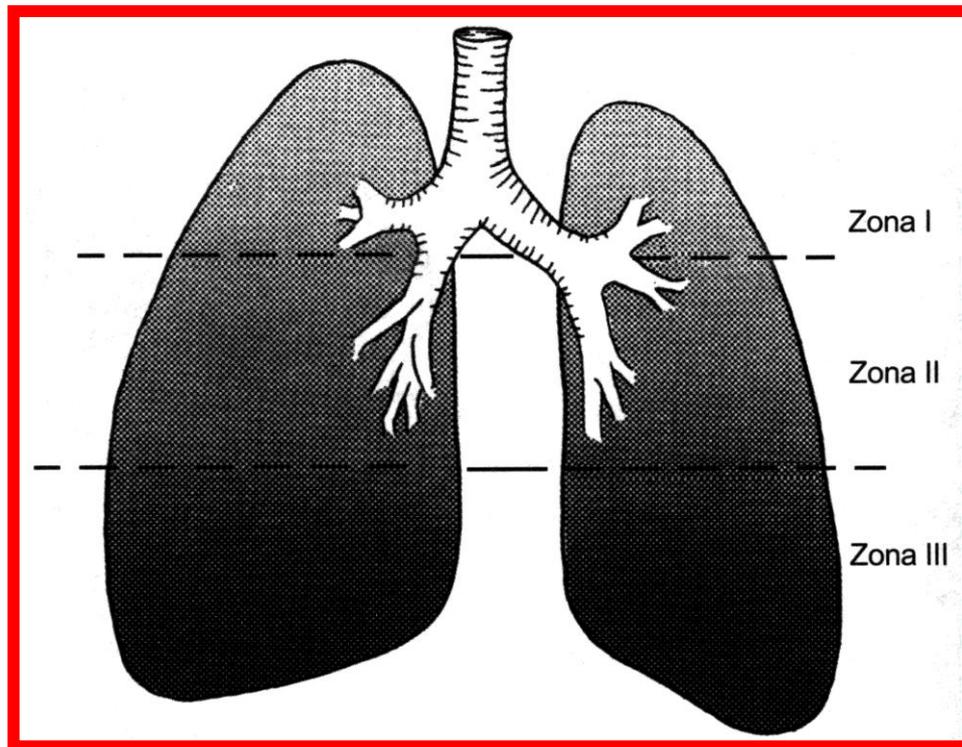
- ▶ A resistência das vias aéreas é normalmente baixa, porém estímulos nervosos e fatores químicos podem mudar o diâmetro dos bronquíolos, alterando a resistência e o fluxo de ar.
- ▶ A distensibilidade pulmonar é normalmente alta devido ao componente elástico do tecido pulmonar e a habilidade do surfactante para reduzir a tensão superficial do líquido alveolar.



Perfusão Pulmonar

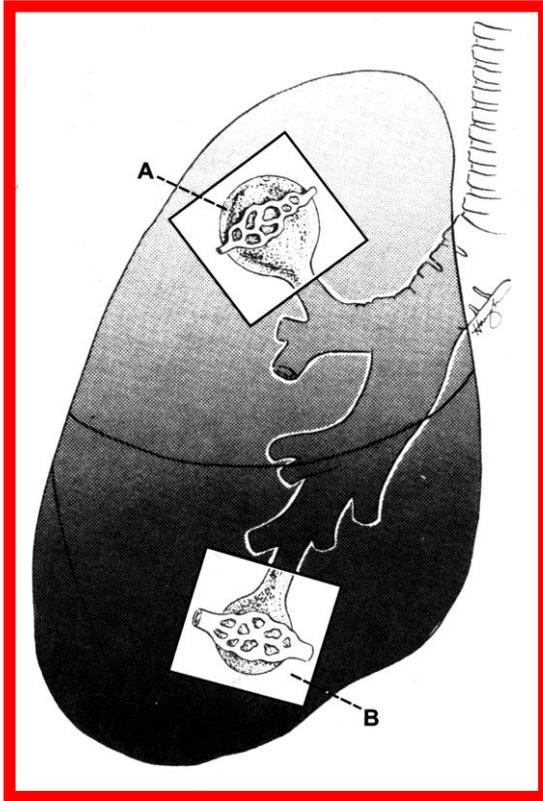
- ▶ A perfusão pulmonar refere-se ao fluxo sanguíneo da circulação pulmonar disponível para a troca gasosa, sendo que as suas pressões são relativamente mais baixas quando comparadas com a circulação sistêmica.
- 

- ▶ A perfusão pulmonar é dependente da postura. Na posição ortostática podem ser vistas três zonas:



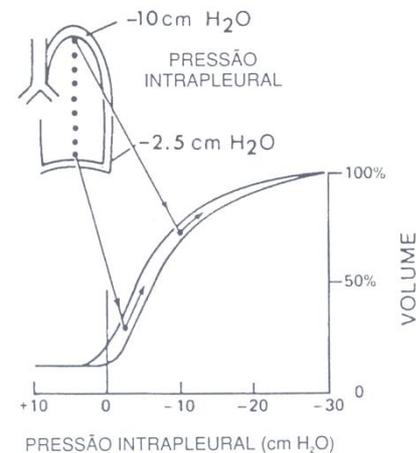
- Zona I – a ventilação sobrepuja a perfusão
- Zona II – a ventilação e a perfusão são equivalentes
- Zona III – a perfusão sobrepuja a ventilação

▶ Diferenças regionais na ventilação e perfusão – posição ortostática.



A. A perfusão encontra-se reduzida nos ápices devido à força gravitacional. Esse fato permite os alvéolos serem plenamente expandidos. Essa expansão pode comprimir os vasos sanguíneos diminuindo mais a perfusão sanguínea

B. A perfusão é aumentada nas bases pulmonares devido à gravidade. Os vasos sanguíneos com maior diâmetro evitam a completa expansão dos alvéolos podendo reduzir seus diâmetros

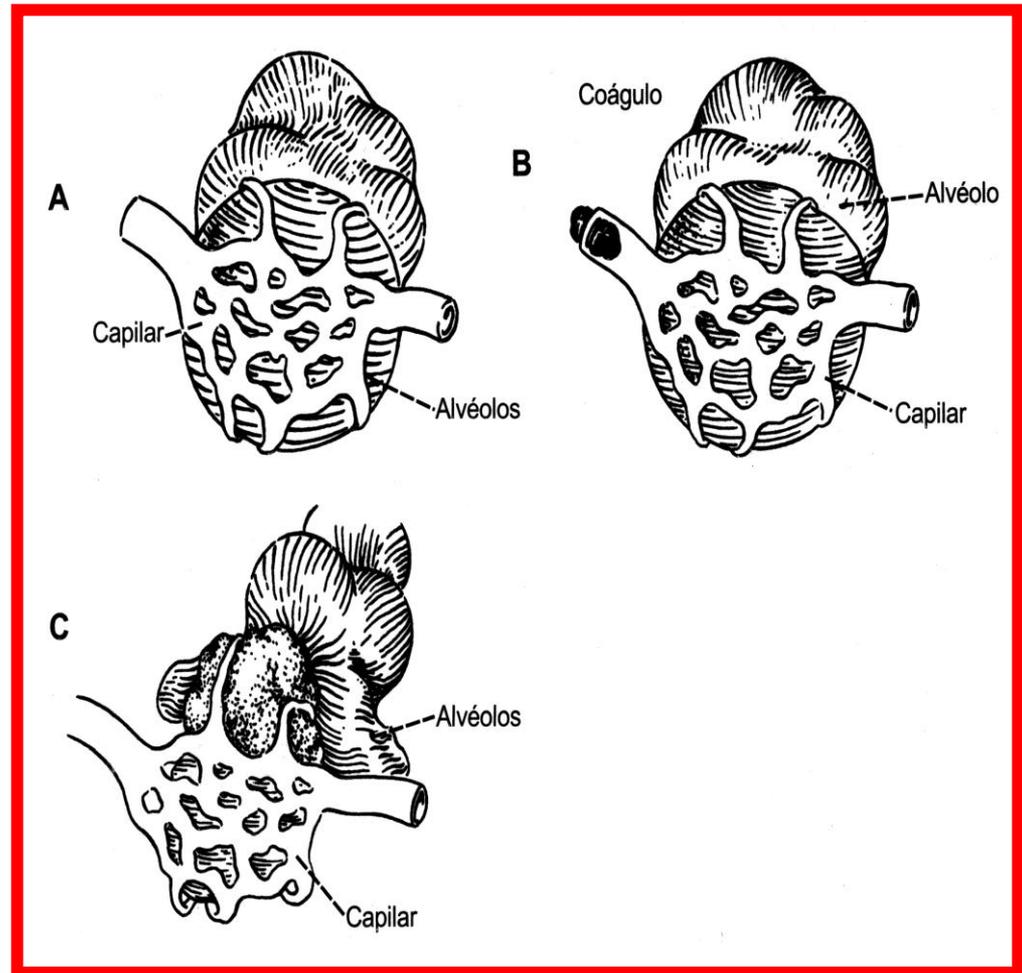


Relação Ventilação-Perfusão

A. Alvéolo normal

B. Espaço morto

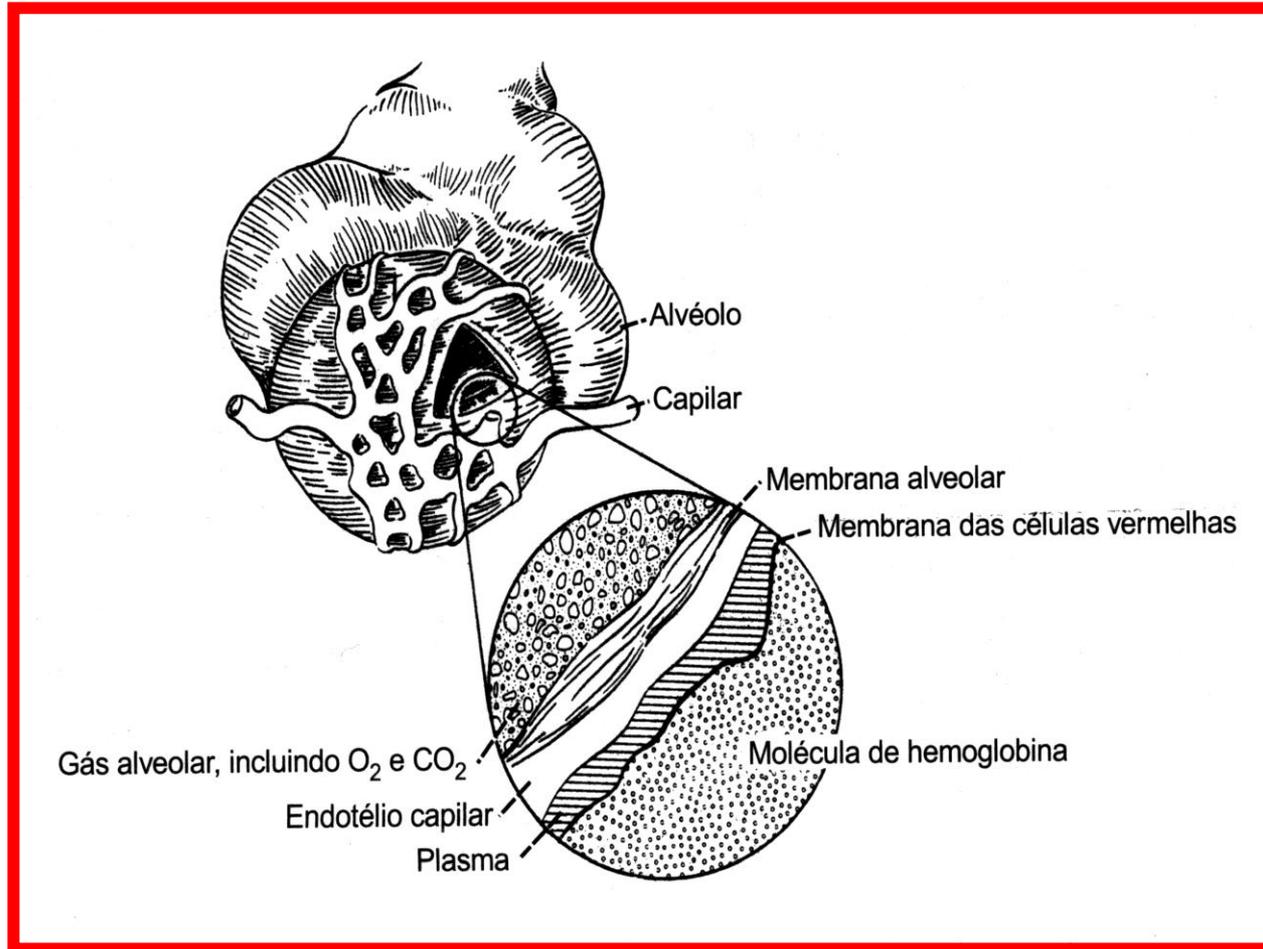
C. Shunt



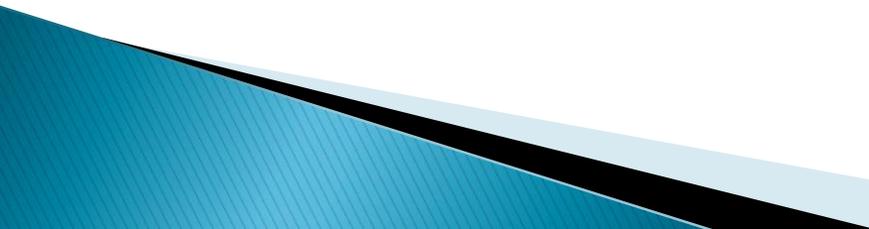
Difusão Pulmonar

- ▶ **É a passagem do ar alveolar através da membrana alvéolo-capilar:**
 - Camada surfactante.
 - Membrana epitelial do alvéolo.
 - Membrana endotelial capilar.

Membrana alvéolo-capilar

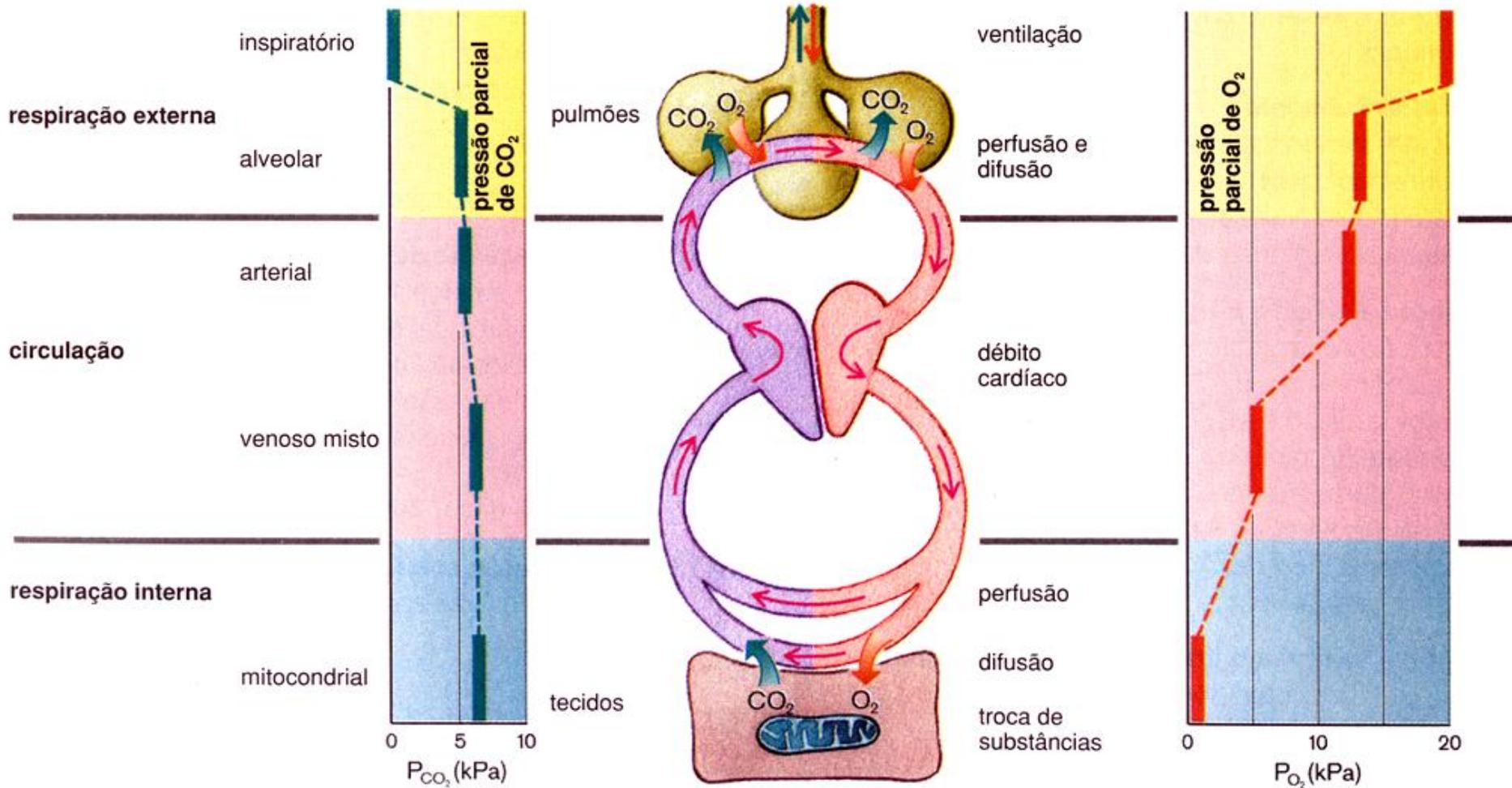


Trocas Gasosas

- ▶ As leis dos gases mostram a relação entre pressão parcial, solubilidade e peso molecular;
 - ▶ A eficiência das trocas gasosas dependem de vários fatores incluindo área de superfície, gradiente de pressão parcial, fluxo sanguíneo e fluxo de ar;
 - ▶ Os gases se difundem através dos gradientes de pressão parcial, de regiões de alta pressão parcial para regiões de baixa pressão parcial.
- 

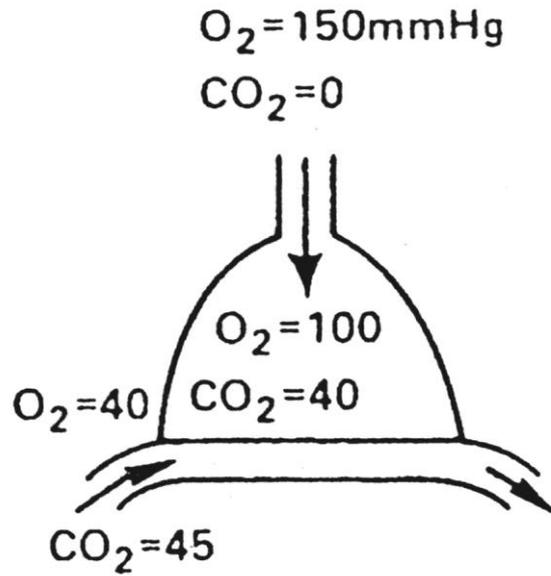
Respiração Interna e Externa

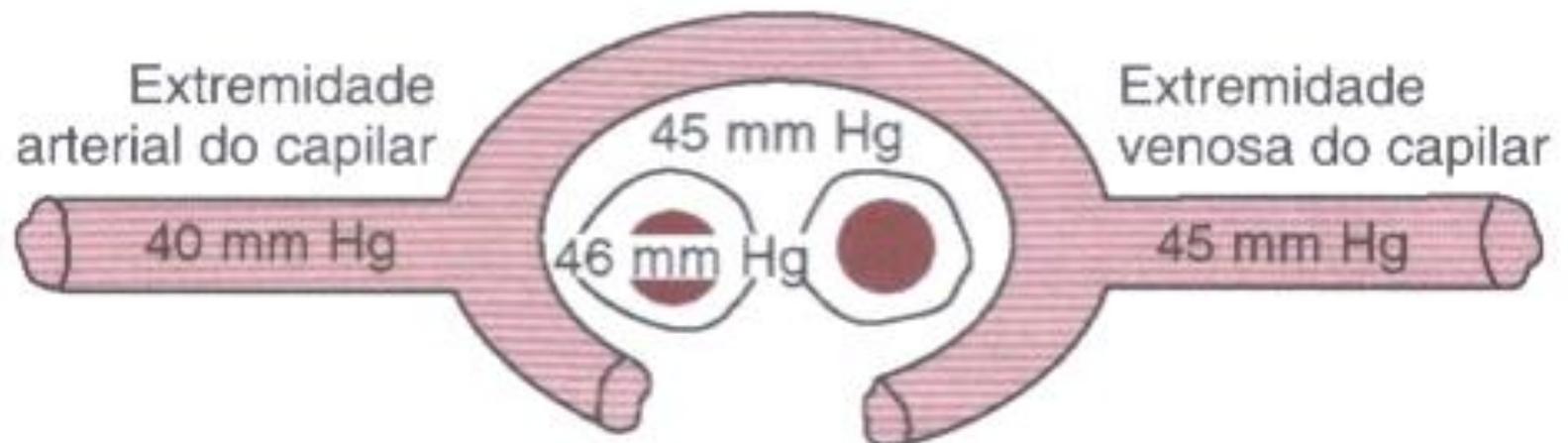
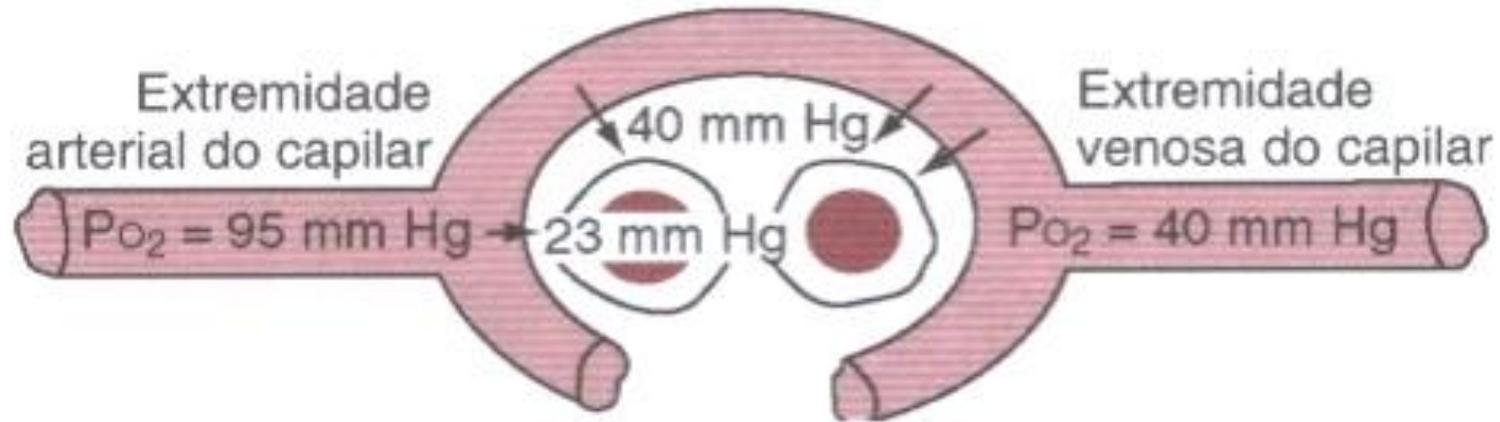
Trocas Gasosas



Respiração Externa

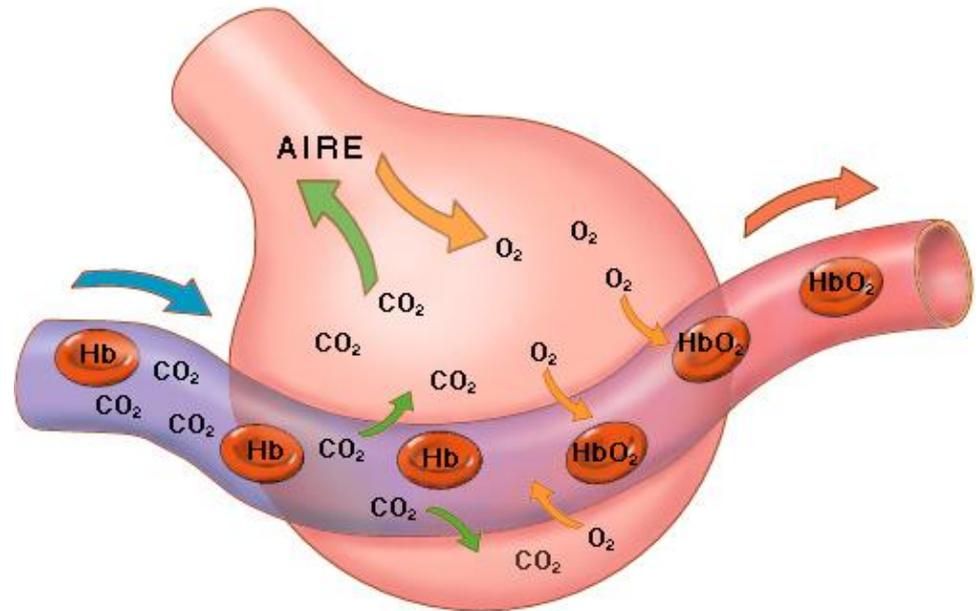
Trocas Gasosas





Transporte dos Gases

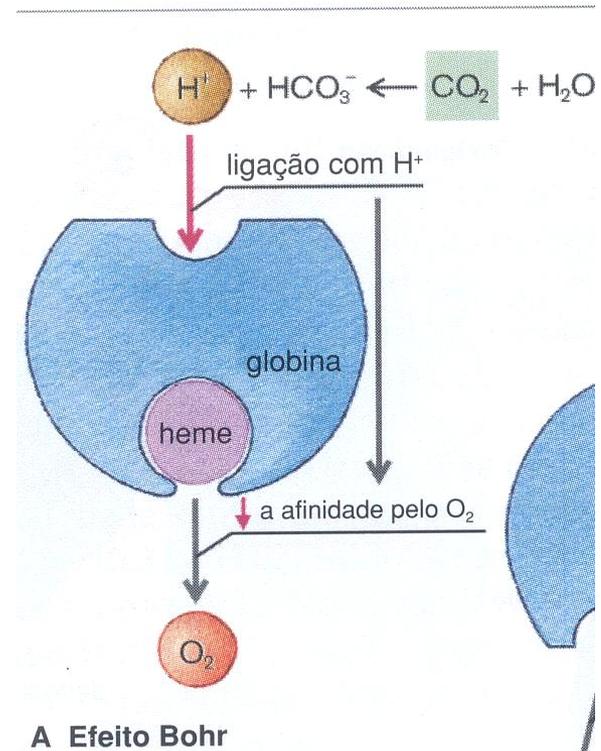
- ▶ **O O₂ é transportado por dois caminhos:**
 - Dissolvido no plasma;
 - Ligado a hemoglobina, como oxihemoglobina (HbO₂)



▶ **A redução da afinidade da Hb pelo O₂ se dá de 4 maneiras:**

1. Aumento da concentração de H⁺,
2. Aumento da PCO₂,
3. Aumento da 2,3-difosfoglicerato (DPG),
4. Aumento da temperatura.

- ▶ A redução da afinidade da Hb pelo O_2 facilita sua difusão do capilar para o tecido. Esse efeito é chamado de **Efeito Bohr**, que é importante nos tecidos.



▶ **O CO₂ é transportado de 3 formas:**

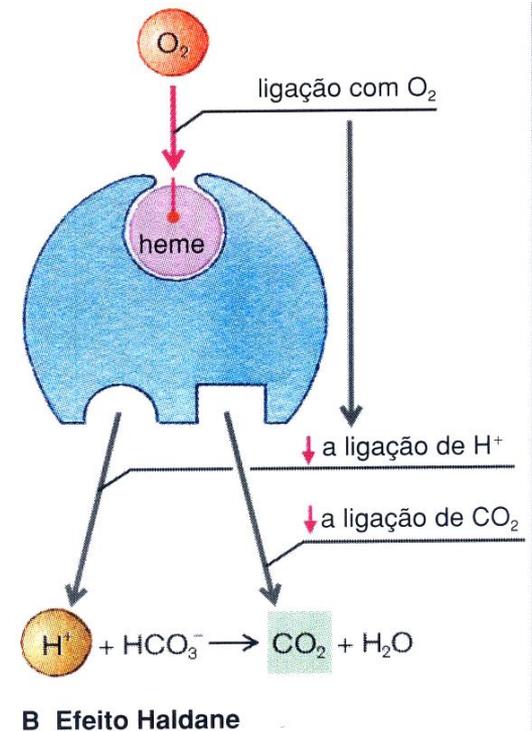
- 7% do CO₂ é transportado na forma dissolvida;
- 23% do CO₂ é transportado ligado a hemoglobina;
- 70% do CO₂ é transportado na forma de HCO₃⁻ .

- ▶ O CO_2 é produzido pelo metabolismo celular e se difunde para o interstício e deste para o capilar;
- ▶ Nas hemácias o CO_2 se combina com a H_2O formando H_2CO_3 que se dissocia em H^+ e HCO_3^- ;
- ▶ A hemoglobina capta o H^+ impedindo que haja alteração brusca do pH da hemácia.

- ▶ O bicarbonato é transportado através de uma proteína existente na membrana da hemácia.
- ▶ Quando o sangue venoso passa pelos capilares pulmonares, o O_2 se difunde para o capilar aumentando a PO_2 , o que reduz a afinidade da Hb pelo CO_2 .
- ▶ Isso é importante para que o CO_2 se difunda para os alvéolos e seja liberado no meio externo.
- ▶ Por outro lado, o aumento da PO_2 aumenta a afinidade da Hb pelo O_2 .

- ▶ Quando a Hb se liga ao O_2 ela fica mais ácida liberando o H^+ que leva a formação de H_2CO_3 .
- ▶ O H_2CO_3 se dissocia em H_2O que vai fazer parte do plasma e CO_2 que se difunde para os alvéolos e daí para o meio externo.

- ▶ Esse efeito é chamado de **Efeito Haldane**, que é importante nos alvéolos para promover o transporte de CO_2 .



Controle da Respiração

- ▶ O controle da respiração é importante para manter uma concentração adequada de O_2 e CO_2 no sangue e nos tecidos.
- ▶ No tronco encefálico, entre a ponte e o bulbo, existem regiões que juntas formam o centro respiratório:
 - **Grupo respiratório dorsal**: localizado na porção dorsal do bulbo, desencadeia, principalmente a **inspiração**.
 - **Grupo respiratório ventral**: localizado na região ventro-lateral do bulbo, desencadeia tanto a **inspiração** quanto a **expiração**.
 - **Centro pneumático**: localiza-se dorsalmente na porção superior da ponte, auxilia no controle da **freqüência respiratória**.

- ▶ Os potenciais de ação que são gerados no grupo respiratório **dorsal**, são enviados para a medula, inicialmente, com baixa frequência que aumenta com o tempo.
- ▶ Isso permite que ocorra contração do diafragma e expansão dos pulmões de forma gradual. Fazendo com que a quantidade de ar que entra nos pulmões seja homogênea.

- ▶ Os neurônios do grupo respiratório **ventral** permanecem quase totalmente inativos durante a respiração de repouso.
- ▶ Quando é necessário um aumento na ventilação, o impulso respiratório torna-se maior do que o normal e os sinais se alastram para os neurônios respiratórios ventrais.

- ▶ O centro **pneumotáxico** envia sinais inibitórios para o grupo inspiratório dorsal, modulando sua atividade.
- ▶ Isso faz com que um novo ciclo se inicie precocemente, aumentando a frequência respiratória.

- ▶ O excesso de CO_2 ou íons H^+ no sangue tem ação direta sobre o centro respiratório, alterando a inspiração e expiração.
- ▶ Por outro lado, o O_2 atua quase inteiramente sobre quimiorreceptores periféricos que se localizam nos corpos carotídeos e aórticos que transmitem sinais para o centro respiratório.

- ▶ A área quimiossível do centro respiratório localiza-se bilateralmente à superfície ventral do bulbo;
- ▶ Essa área é muito sensível a alterações na concentração de CO_2 e íons H^+ ;
- ▶ Quando essa região quimiossível é ativada, por aumento de PCO_2 , ela envia sinais para o centro respiratório aumentando a ventilação para remover o excesso de CO_2 .

- ▶ CO_2 refletido pelas mudanças no pH, é o mais importante estímulo do controle respiratório.
- ▶ Mudanças no pH por acidose metabólica também altera a ventilação.
- ▶ O_2 estimula a respiração apenas quando a PO_2 sanguínea é muito baixa.

Gasometria Arterial

Medidos (37.0C)

pH	7.36	
pCO ₂	27	mmHg
pO ₂	74	mmHg
Na ⁺	146	mmol/L
K ⁺	3.7	mmol/L
Ca ⁺⁺	0.63	mmol/L
Glu	333	mg/dL
Lac	1.4	mmol/L
Htc	30	%

Calculados

Ca ⁺⁺ (7.4)	0.62	mmol/L
HCO ₃ ⁻	15.3	mmol/L
HCO ₃ std	17.9	mmol/L
TCO ₂	16.1	mmol/L
BE _{ecf}	-10.1	mmol/L
BE(B)	-9.0	mmol/L
S _O 2c	94	%
THbc	9.3	g/dL
A-aD _O 2	-----	
pA _O 2	-----	
pa _O 2/pA _O 2	-----	
RI	-----	

=Revisar

PA 86.93/55.69

Referências

- ▶ West, J. Fisiologia Respiratória Moderna. 5 ed. São Paulo: Manole, 1996;
 - ▶ Klinke, R; Silbernagl, S. Tratado de Fisiologia. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006;
 - ▶ Guyton, A; Hall, J. Tratado de Fisiologia Médica. 11 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- 