



# VENTILAÇÃO MECÂNICA

**Luís Vicente Garcia**

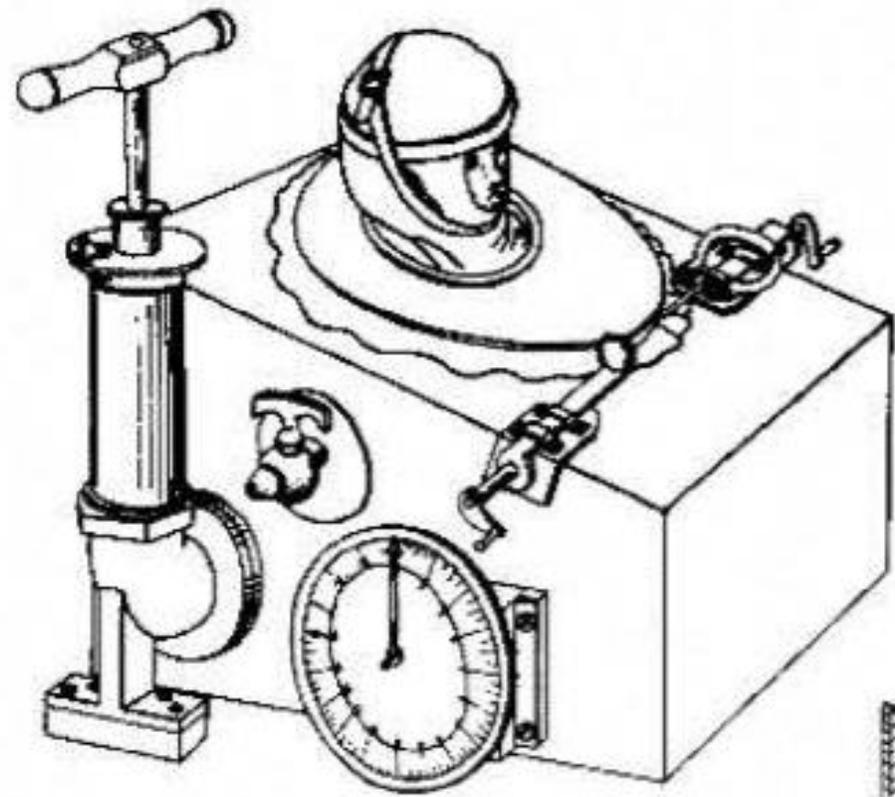
**Disciplina de Anestesiologia**

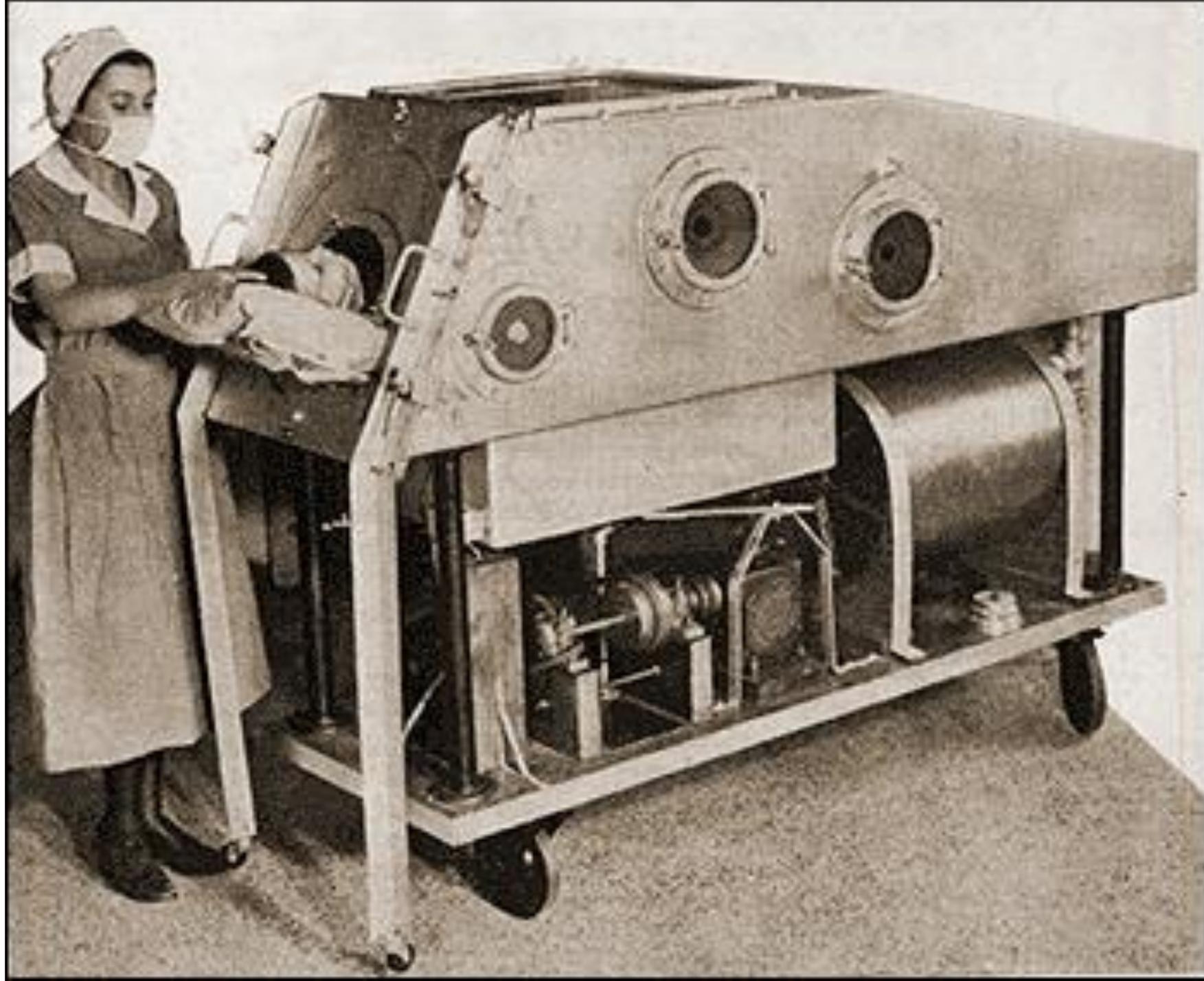
**Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP**

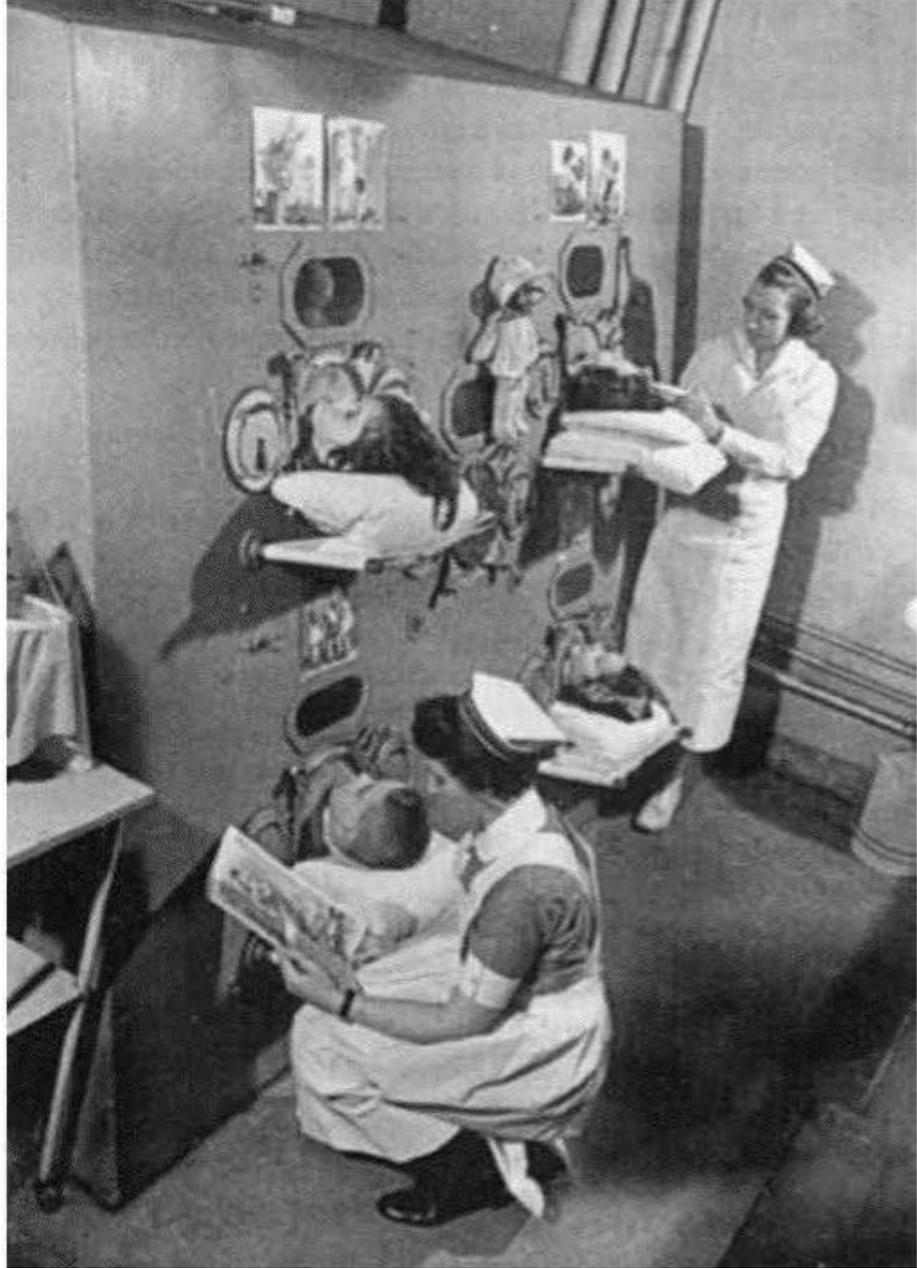
# VENTILAÇÃO ARTIFICIAL

## histórico

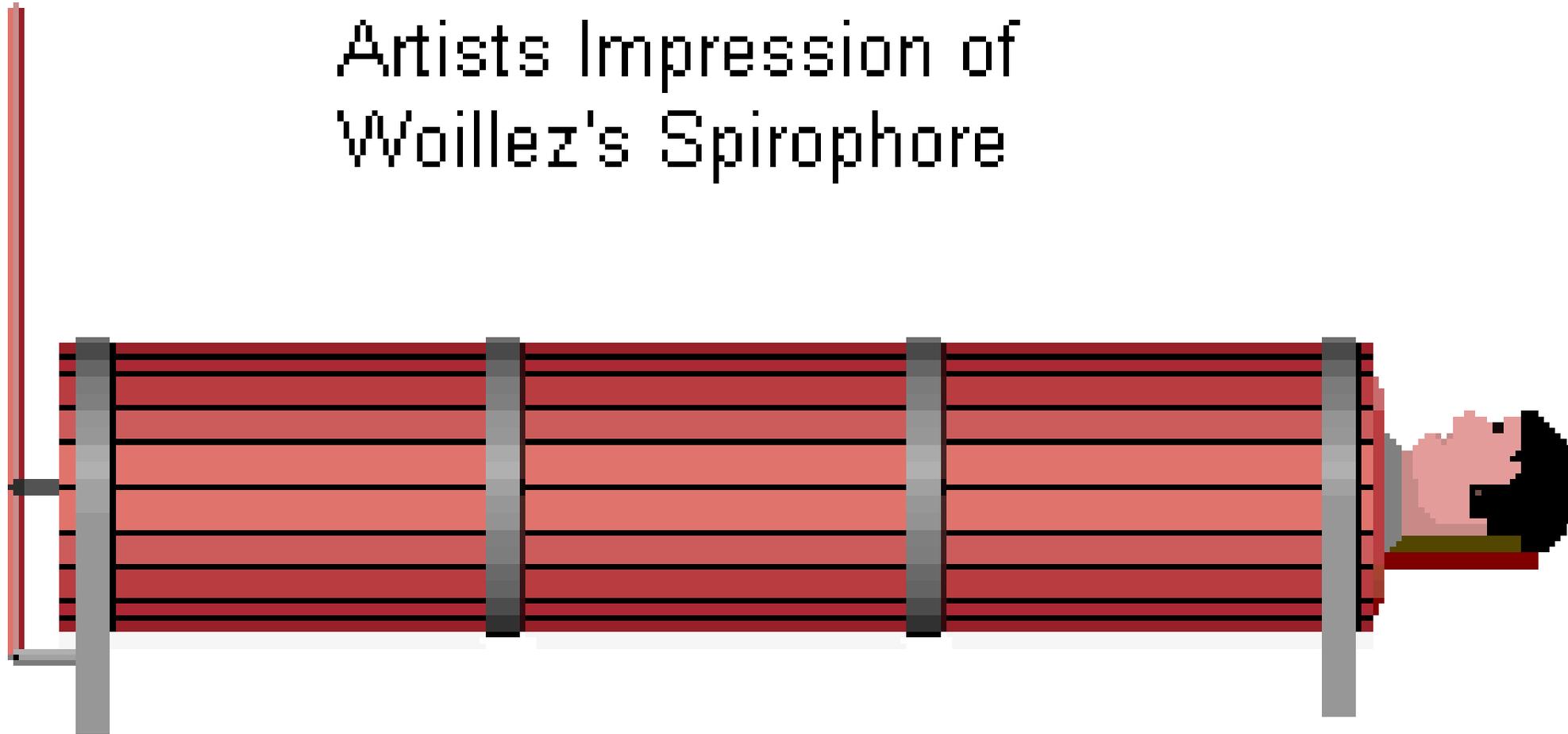
- séc. XVI Vesalius e Paracelsus
- 1943 uso do curare
- 1952 poliomielite bulbar
- 1950 explosão da indústria
- 1960 terapia intensiva





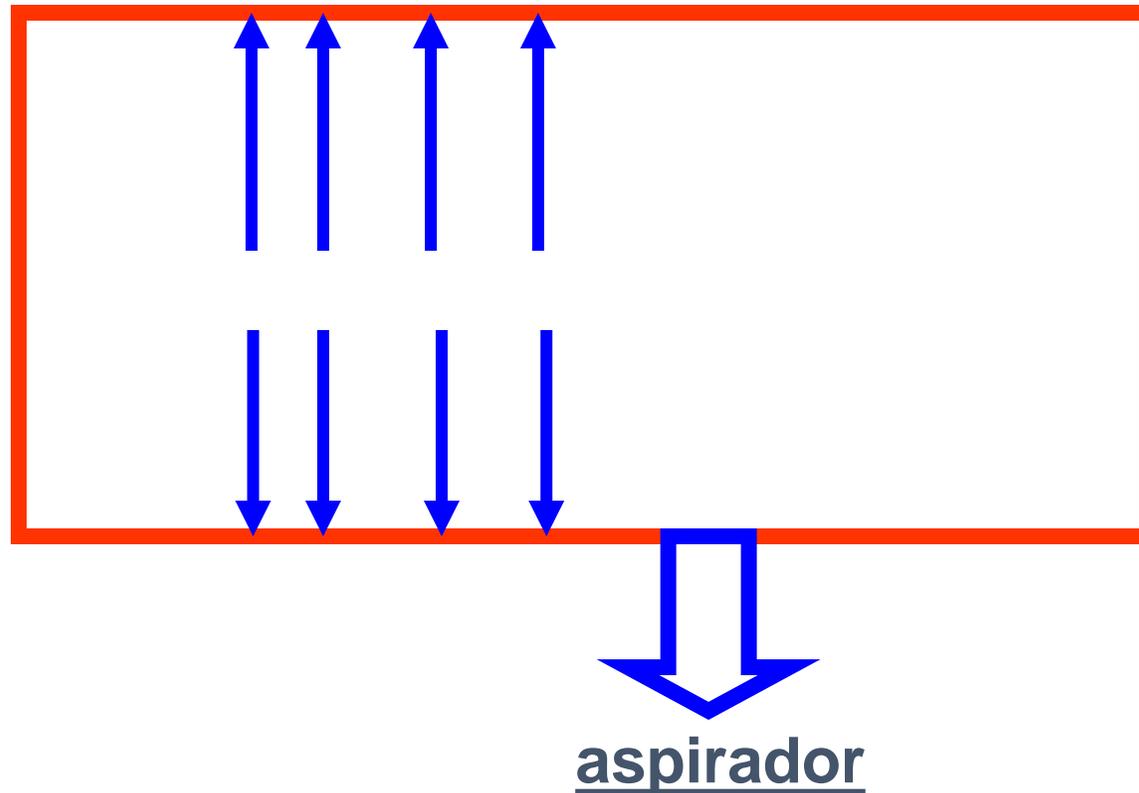


# Artist's Impression of Voillez's Spirophore



# VENTILAÇÃO ARTIFICIAL

“pulmão de aço”



# VENTILAÇÃO ARTIFICIAL

“pulmão de aço”

## Características

- \* **Fisiológico**
- \* **Tamanho**
- \* **Ruído**
- \* **Sem intubação**
- \* **Difícil acesso ao paciente**

*BASEADO EM UMA  
INSPIRADORA  
HISTÓRIA REAL*

02:34

00:38 / 02:36



Pesquisar qualquer coisa



11:09  
27/11/2020



# unidade manual de respiração artificial



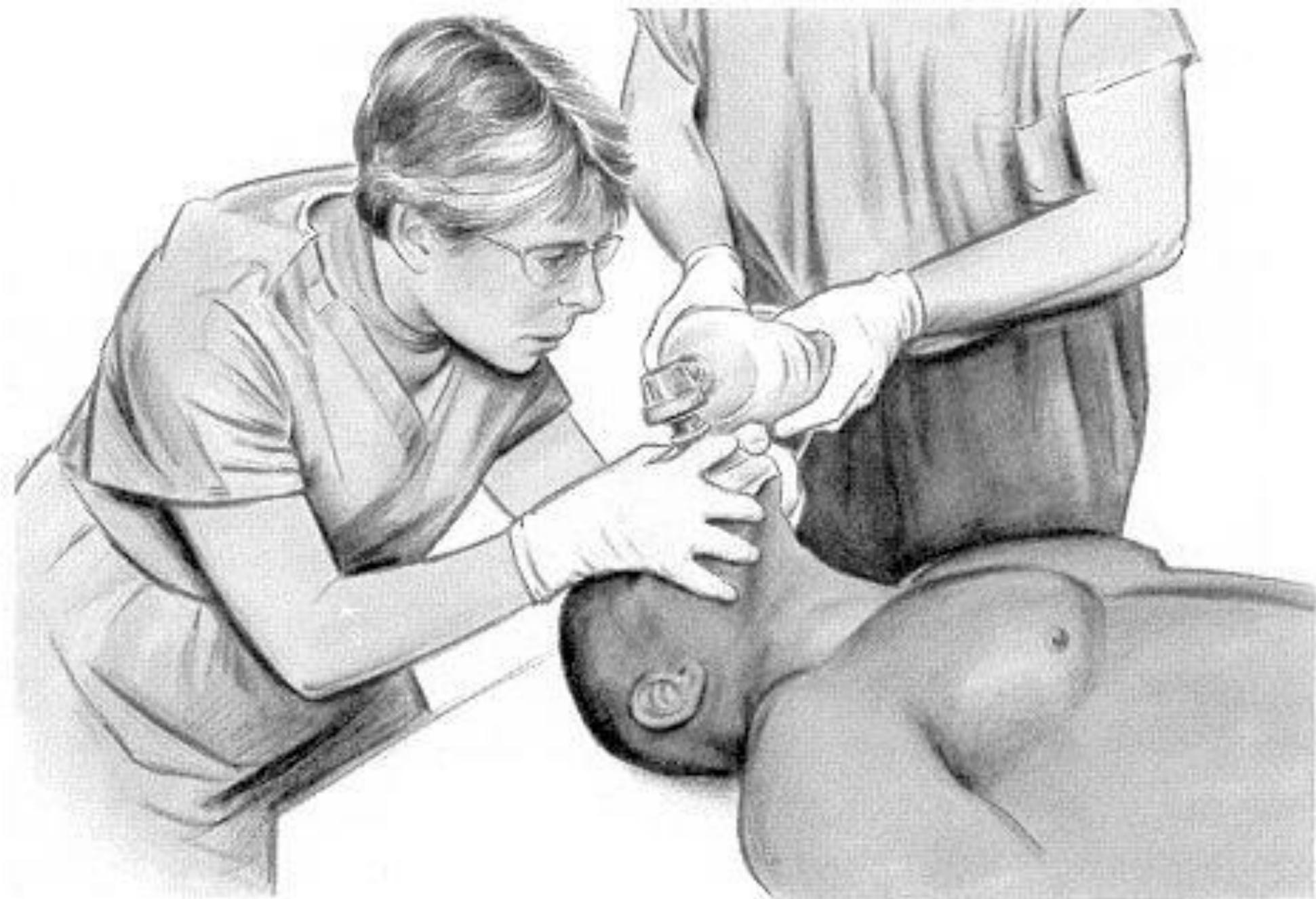
# AMBU com Máscara

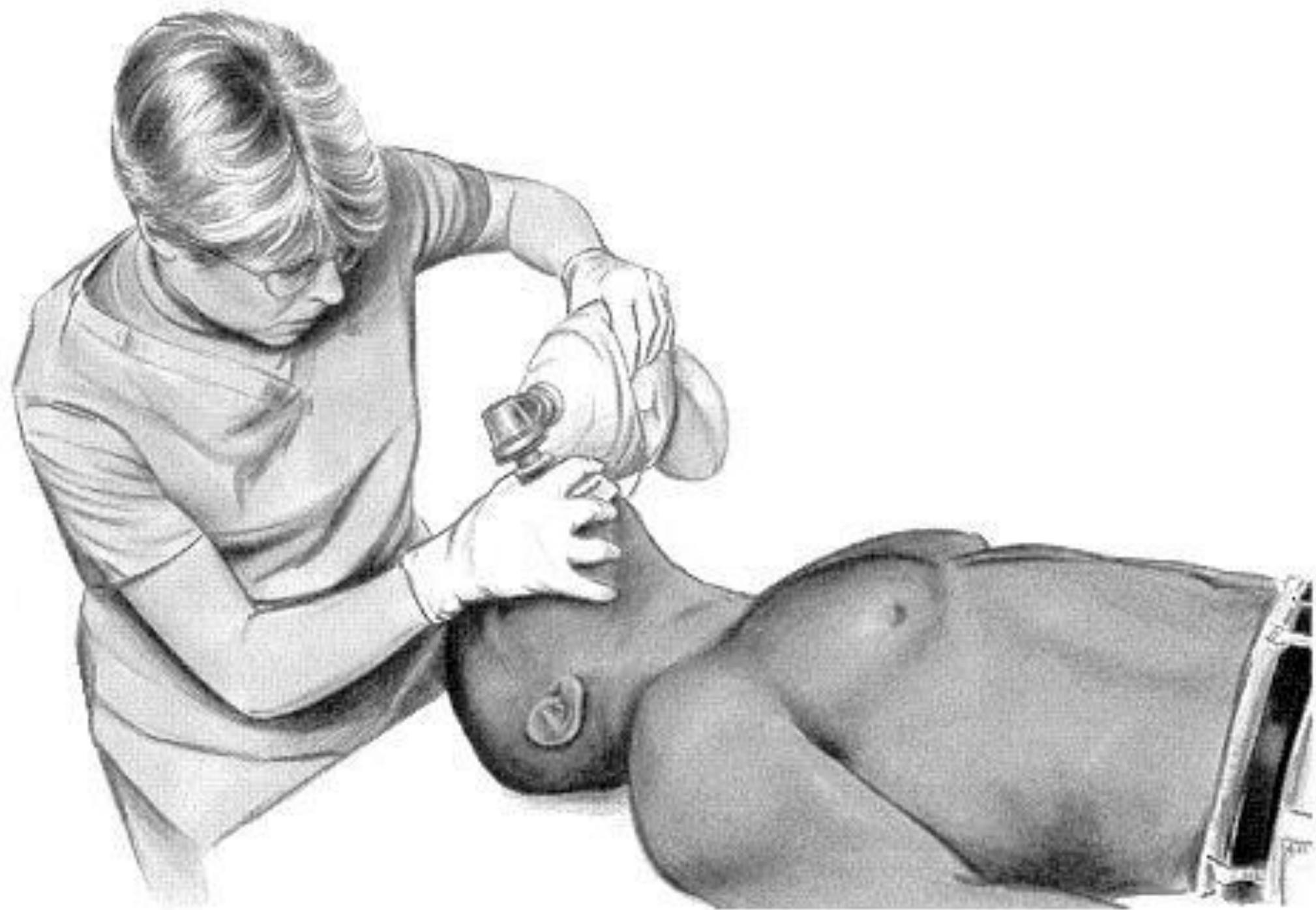


# Bolsa p/ Ventilação













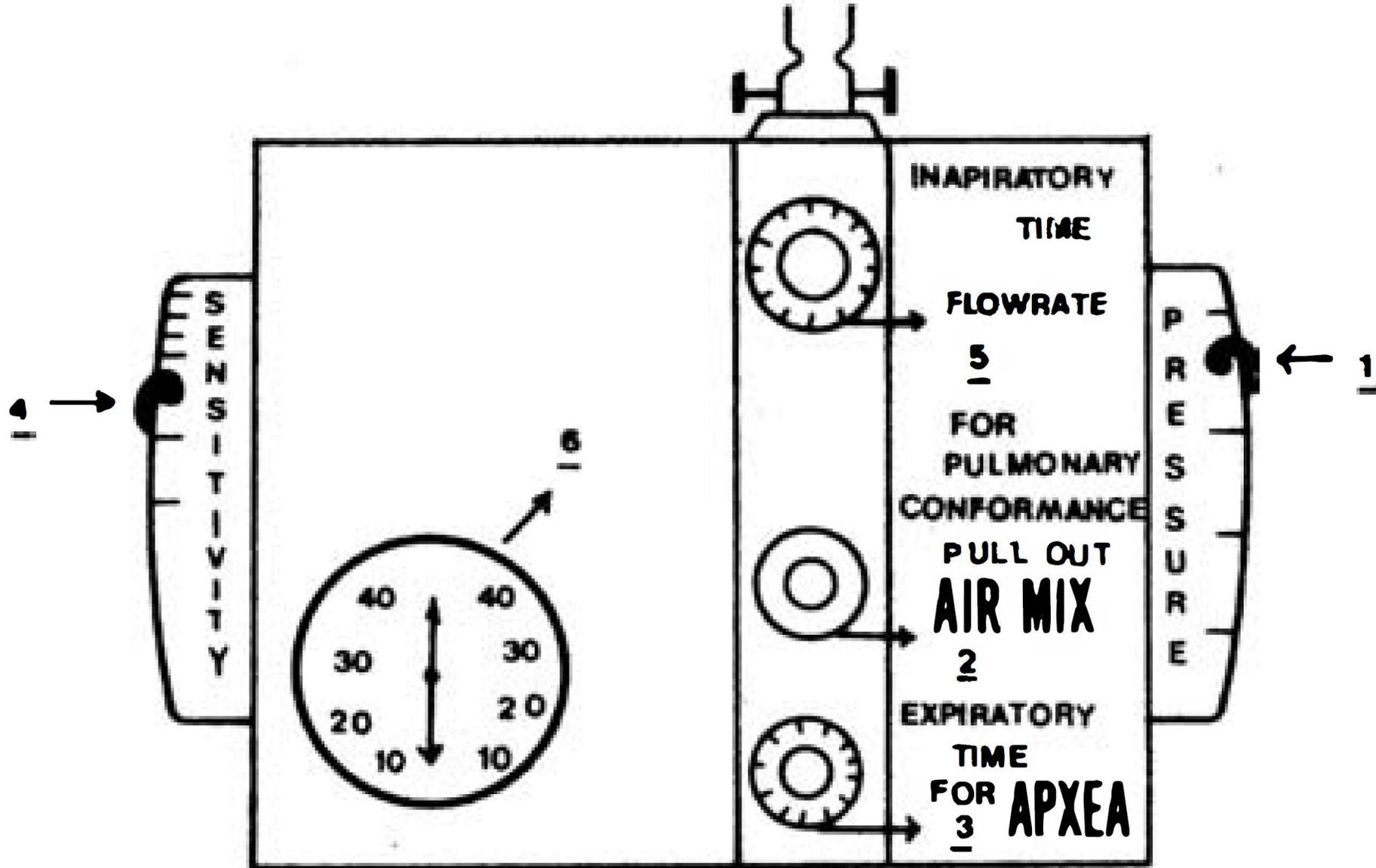


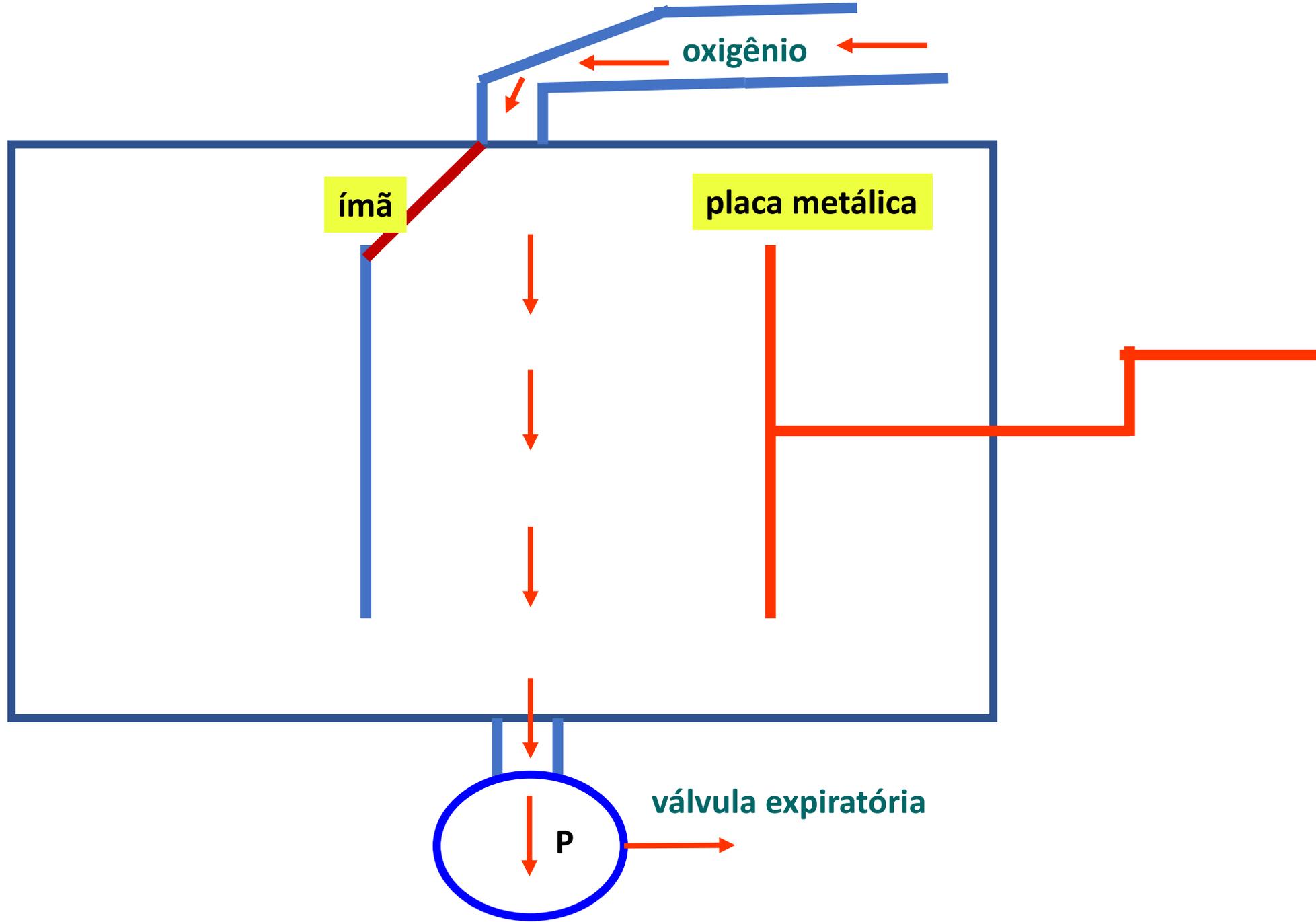
© British Medical Auctions

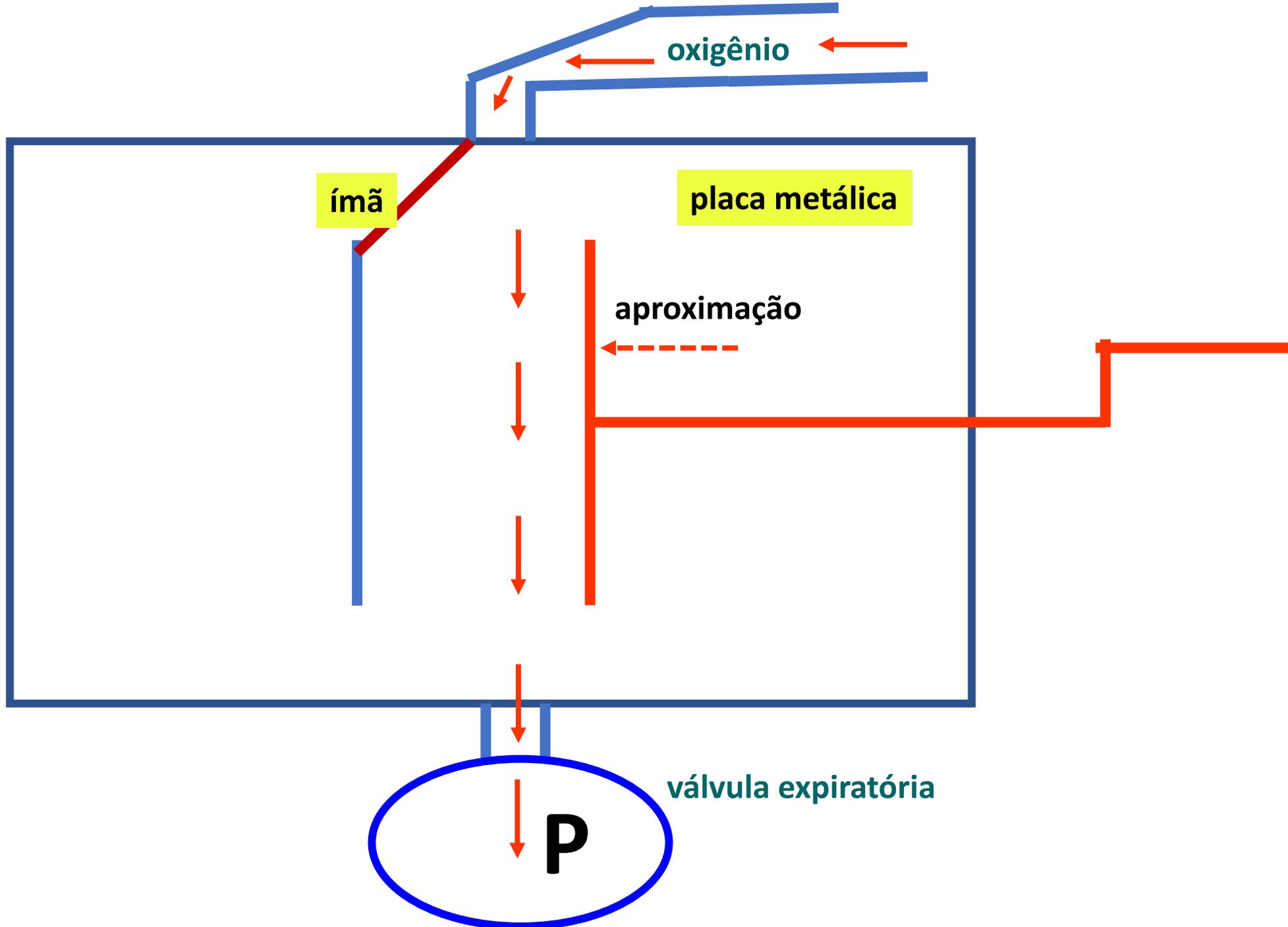
# VENTILADORES

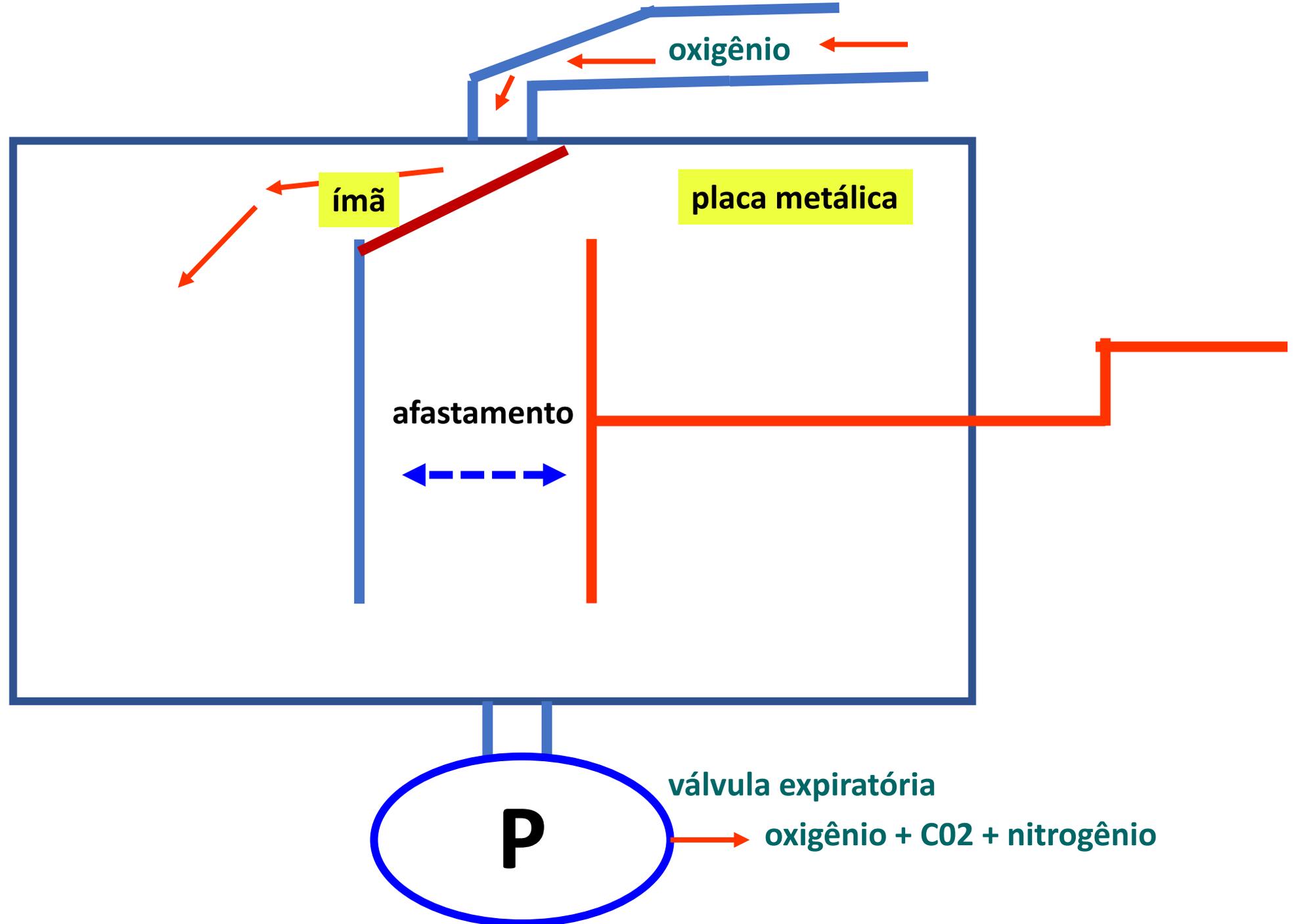


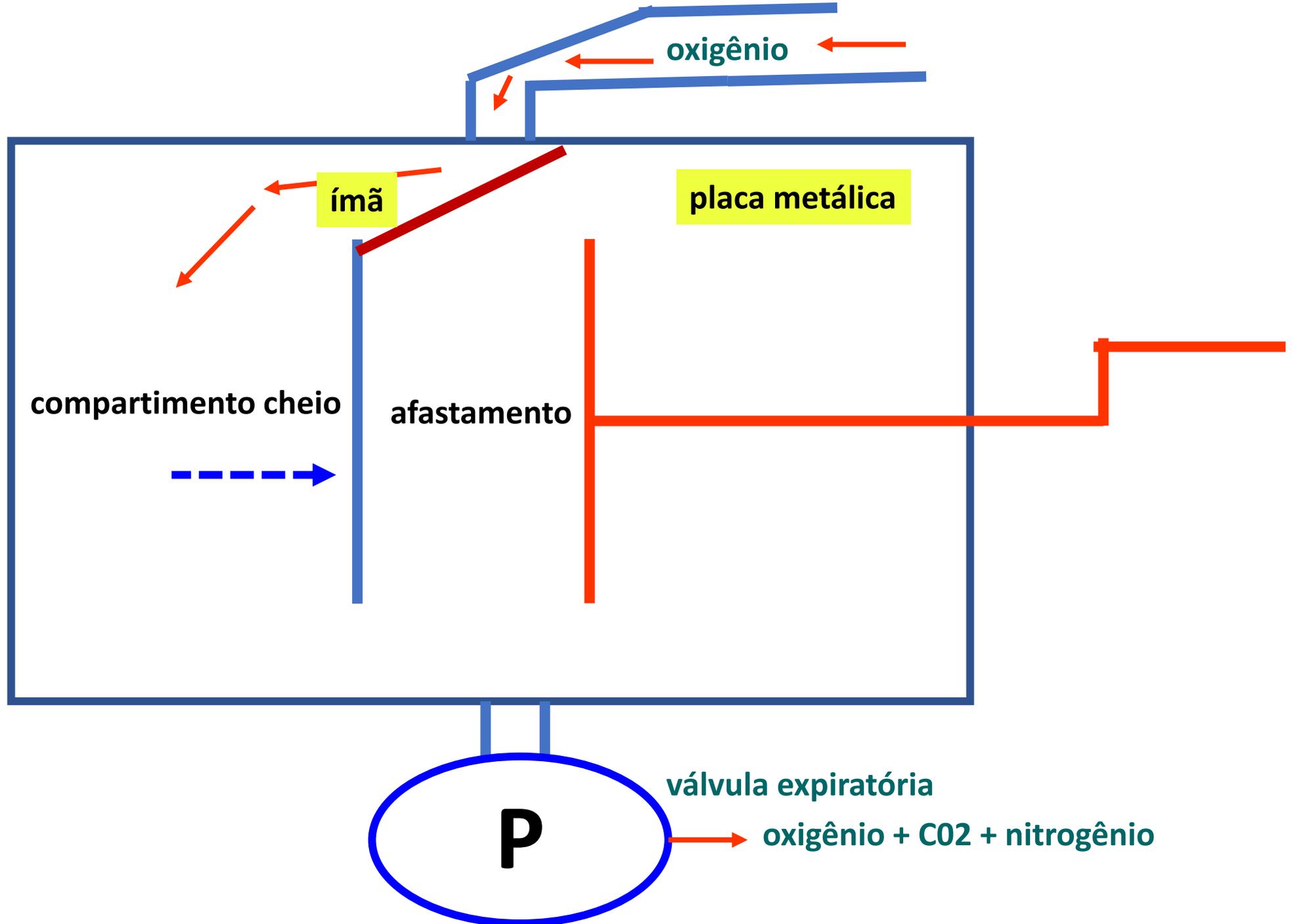
# VENTILADORES

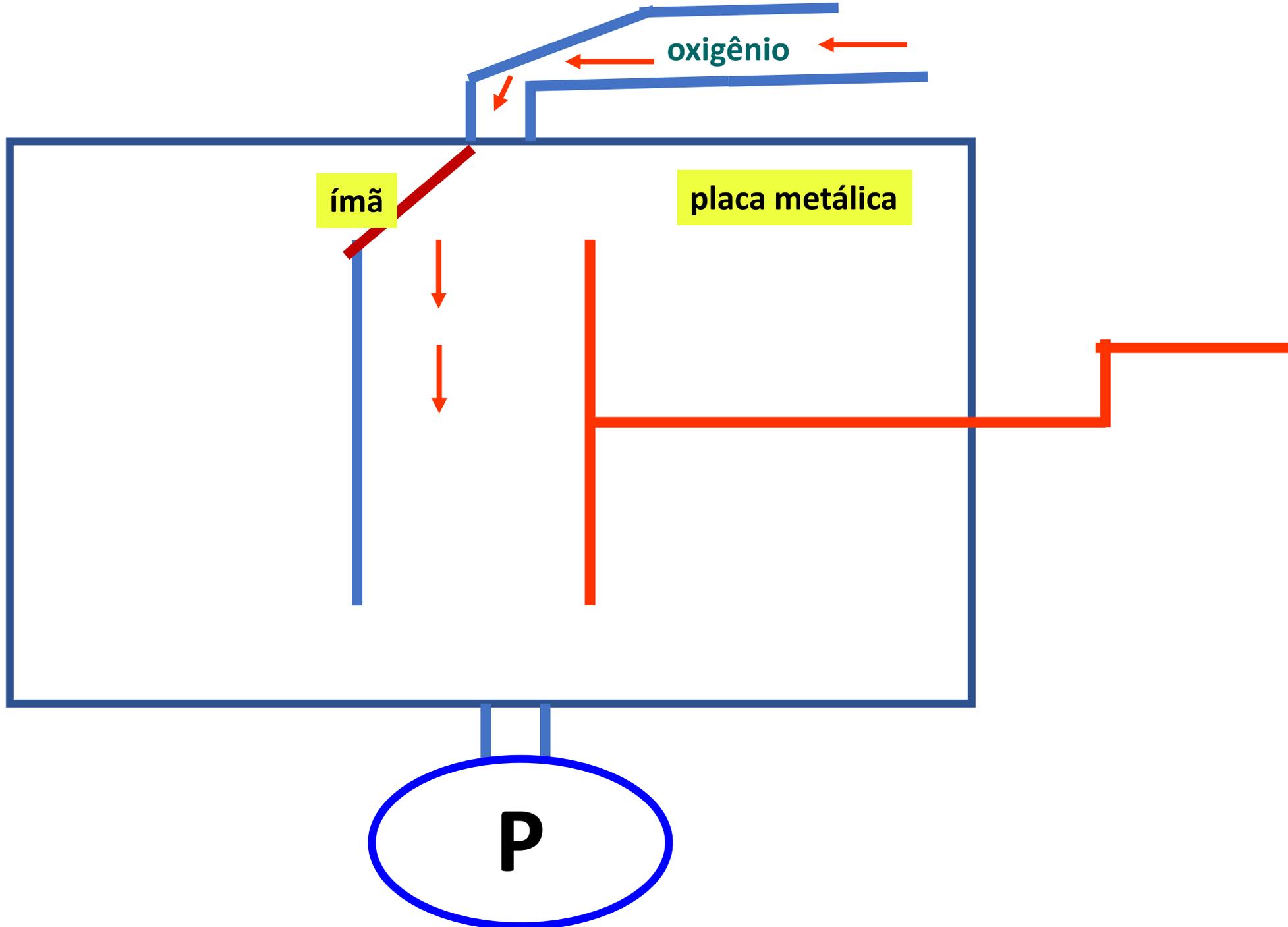






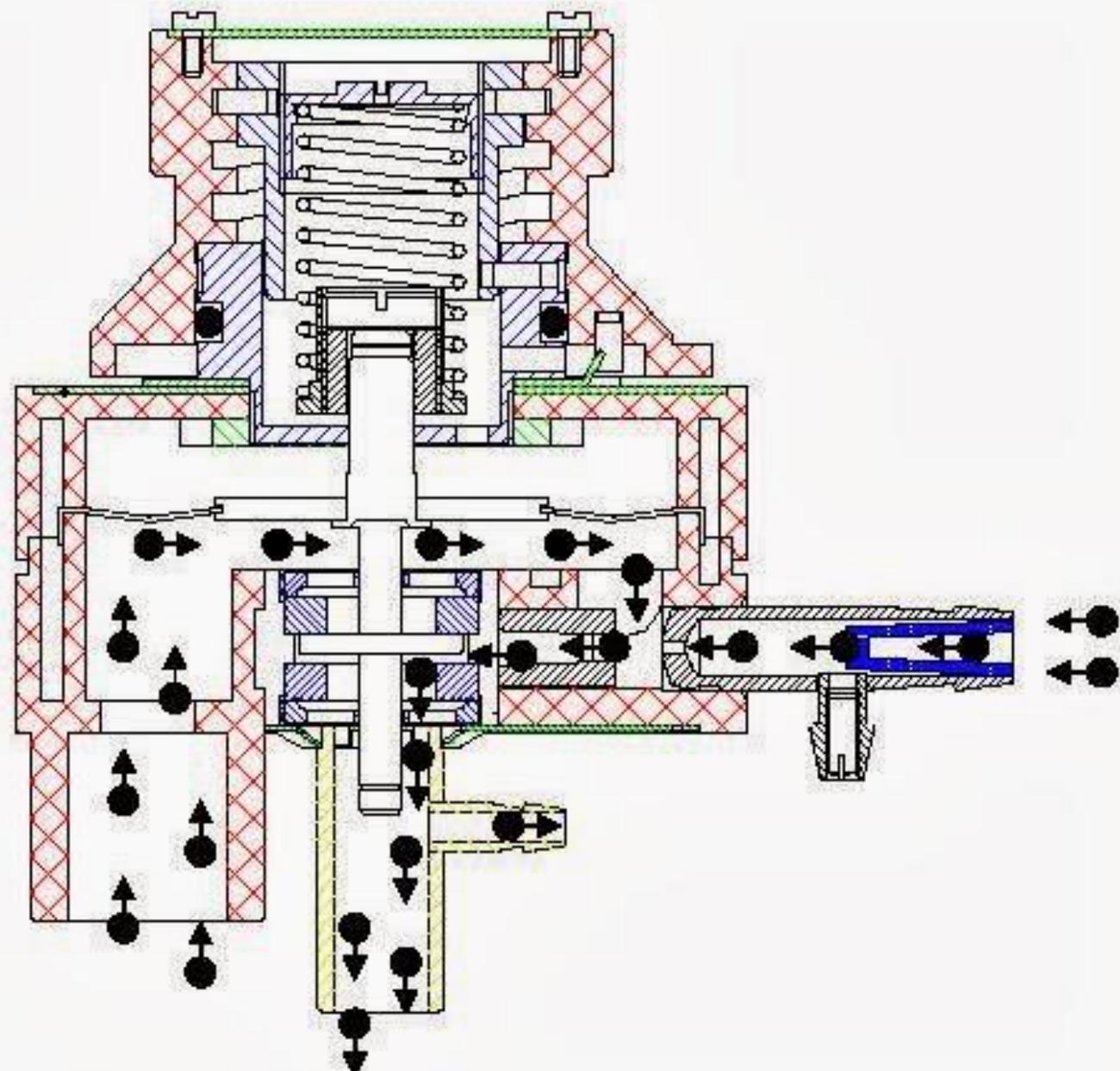












# VENTILADORES

## CLASSIFICAÇÃO

- ❖ fontes de energia
- ❖ sistemas de propulsão
- ❖ tipo de ciclagem

# VENTILADORES

## CLASSIFICAÇÃO

- fontes de energia  elétrica
- fontes de energia  pneumática
- ❖ sistemas de propulsão
- ❖ tipo de ciclagem

# VENTILADORES

## CLASSIFICAÇÃO

❖ fontes de energia

• sistemas de propulsão

❖ tipo de ciclagem

 gerador de força

 gerador de fluxo

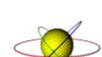
# VENTILADORES

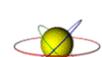
## CLASSIFICAÇÃO

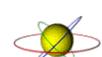
❖ fontes de energia

❖ sistemas de propulsão

• tipo de ciclagem

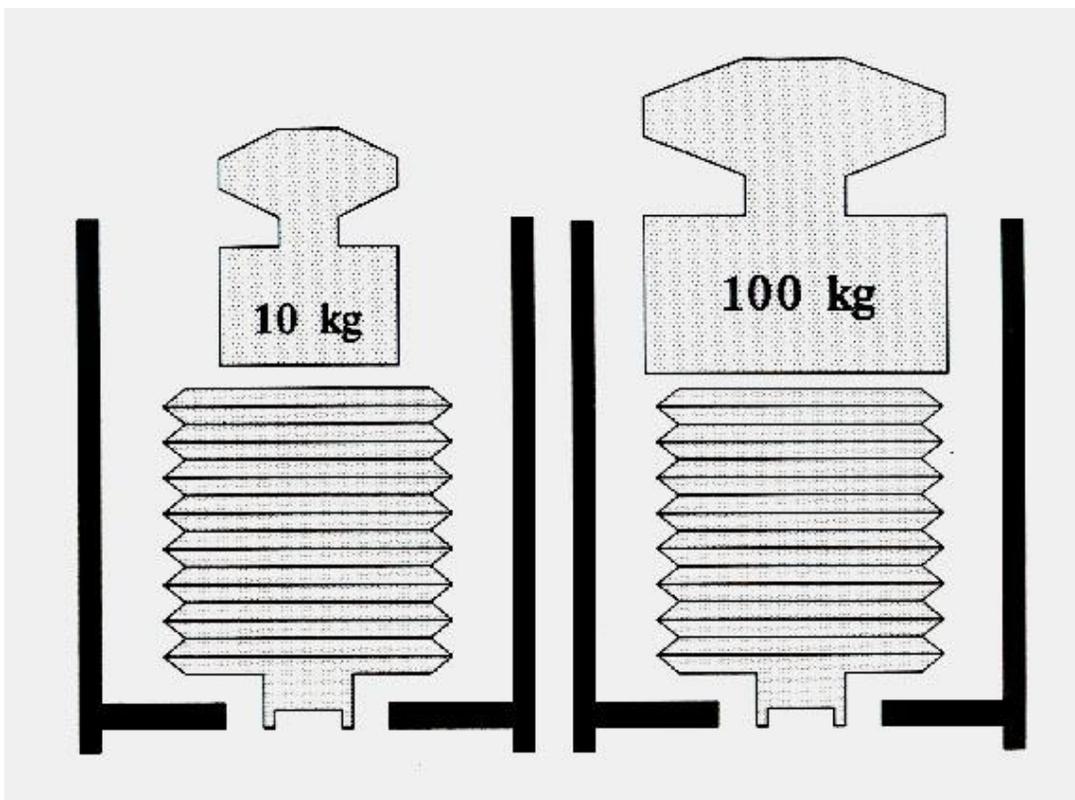
 pressão

 volume

 tempo

# ventiladores

- gerador de força constante



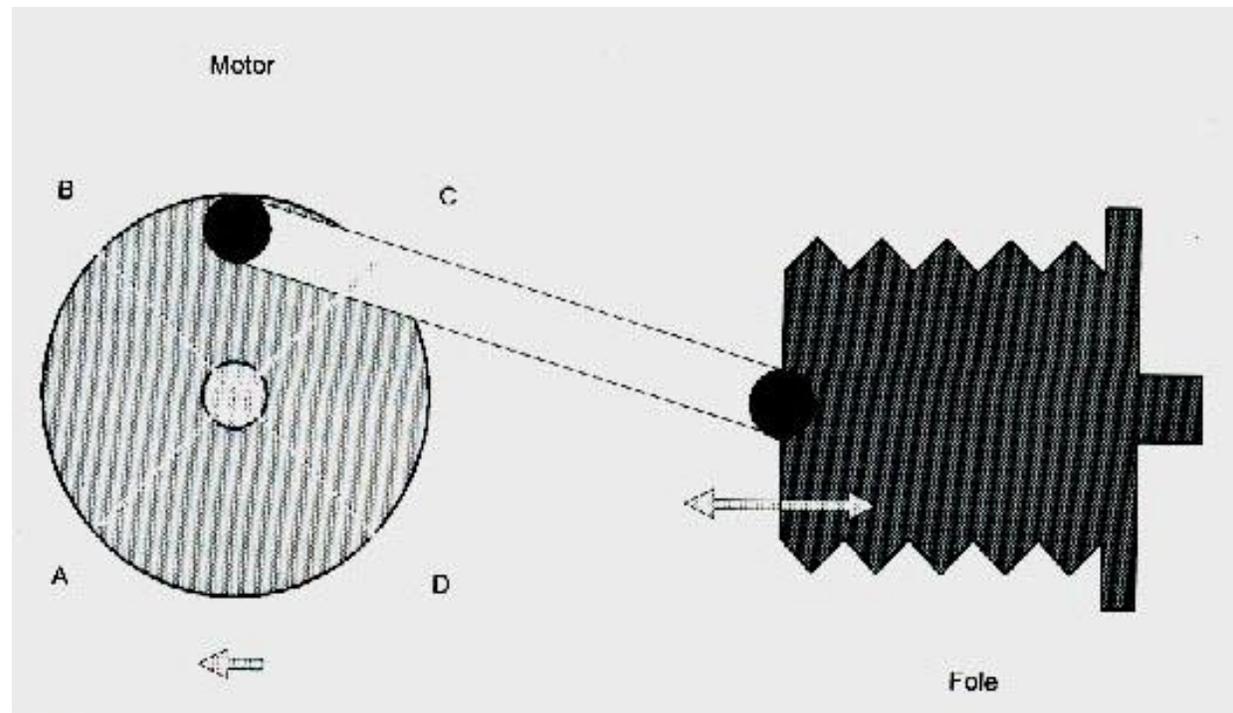
# ventiladores

- gerador de força constante

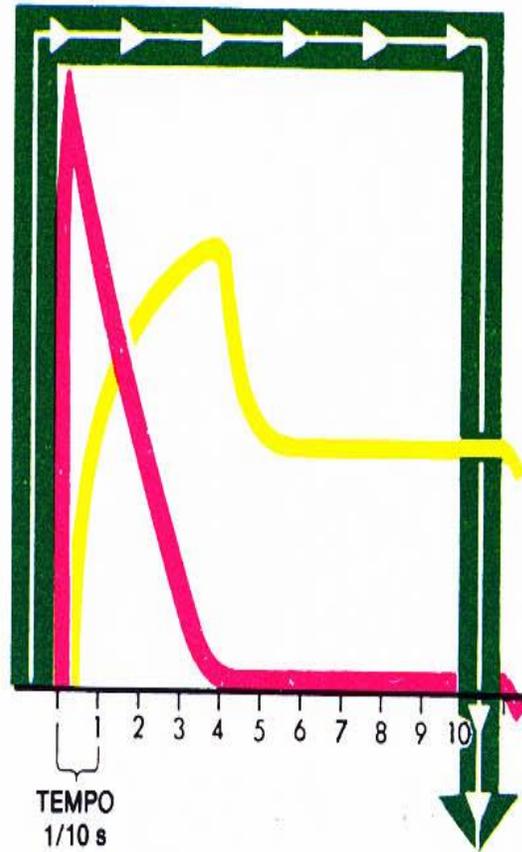
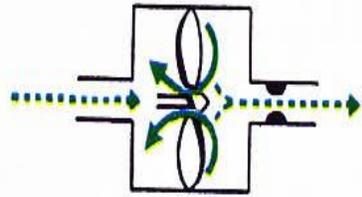


# ventiladores

- gerador de força crescente

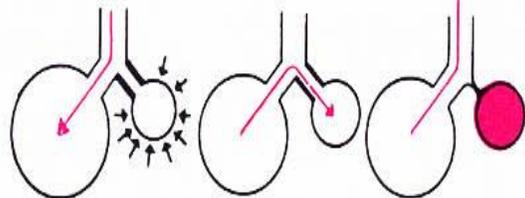


VENTILADORES TIPO VENTONHA  
GERADOR DE FORÇA CONSTANTE



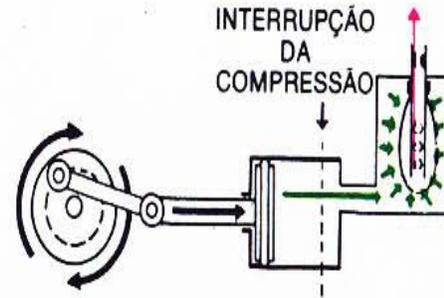
DISTRIBUIÇÃO GASOSA INTRAPULMONAR

DESIGUAL

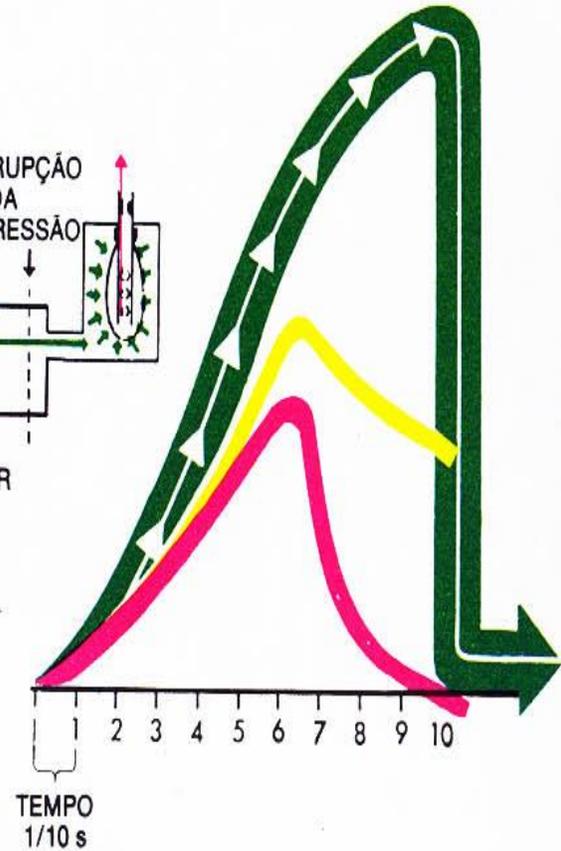


HIPER-VENTILAÇÃO    HIPO-VENTILAÇÃO    AR PENDULAR    ENCARCERAMENTO DE AR (EXPIRAÇÃO)

RESPIRADOR DE VOLUME  
GERADOR DE FORÇA CRESCENTE

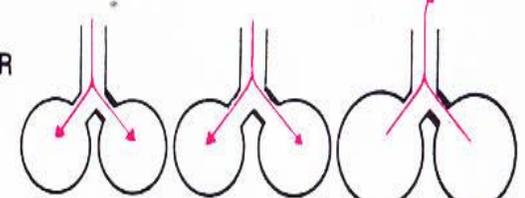


 FORÇA DE IMPULSO DO RESPIRADOR SOBRE OS GASES RESPIRATÓRIOS  
 VELOCIDADE DO FLUXO GASOSO  
 RESISTÊNCIA TOTAL CONTRA INSUFLAÇÃO (PRESSÃO)



DISTRIBUIÇÃO GASOSA INTRAPULMONAR

HOMOGÊNEO



EXPIRAÇÃO (SEM ENCARCERAMENTO DE AR)

# VENTILADORES

## CLASSIFICAÇÃO

- ❖ fontes de energia
- ❖ sistemas de propulsão
- ❖ tipo de ciclagem

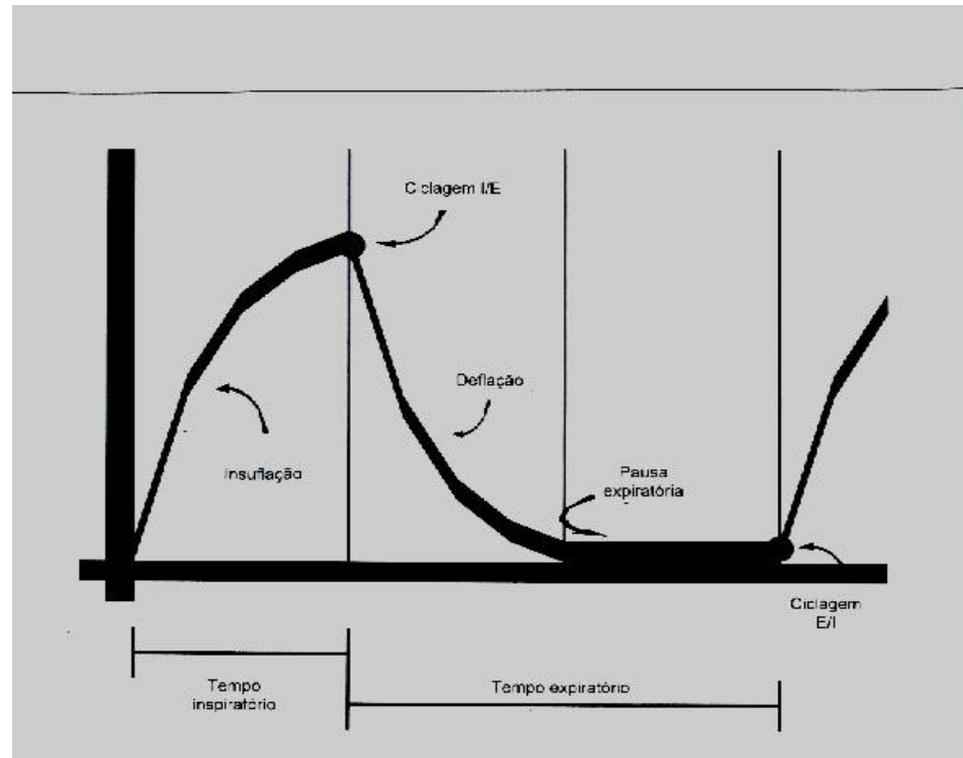
# VENTILADORES

## classificação

- **CICLAGEM I/E**
  - **pressão**
  - **volume**
  - **tempo**
- **CICLAGEM E/I**
  - **controlador**
  - **assistor**
  - **misto**

# VENTILADORES

## ciclagem insp/exp



# ventiladores

## ciclagem insp/exp



# ventiladores mecânicos

## ciclagem insp/exp

$\phi$  pressão

$\phi$  volume

$\phi$  tempo

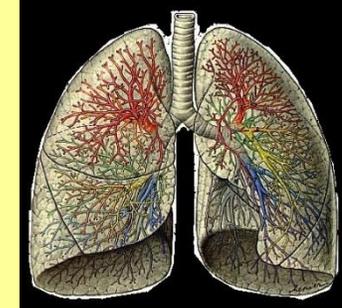


# complacência

é a relação entre a variação de volume e a pressão necessária para promover esta mudança de volume

é o inverso da elastância

# complacência

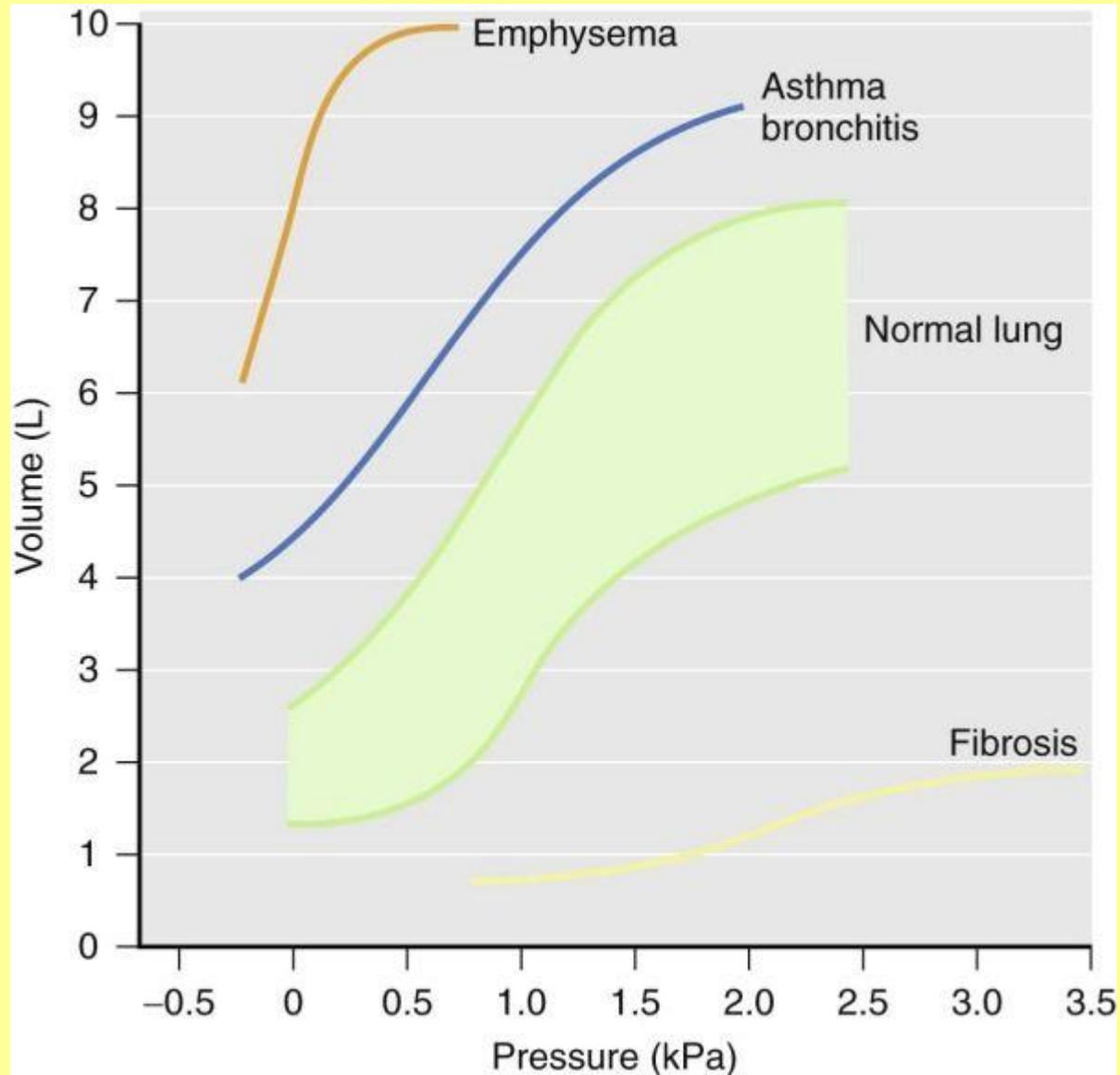
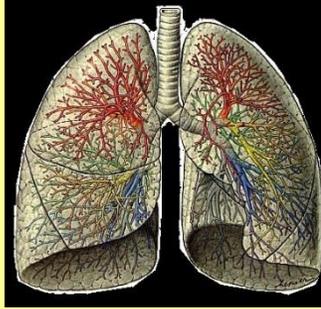


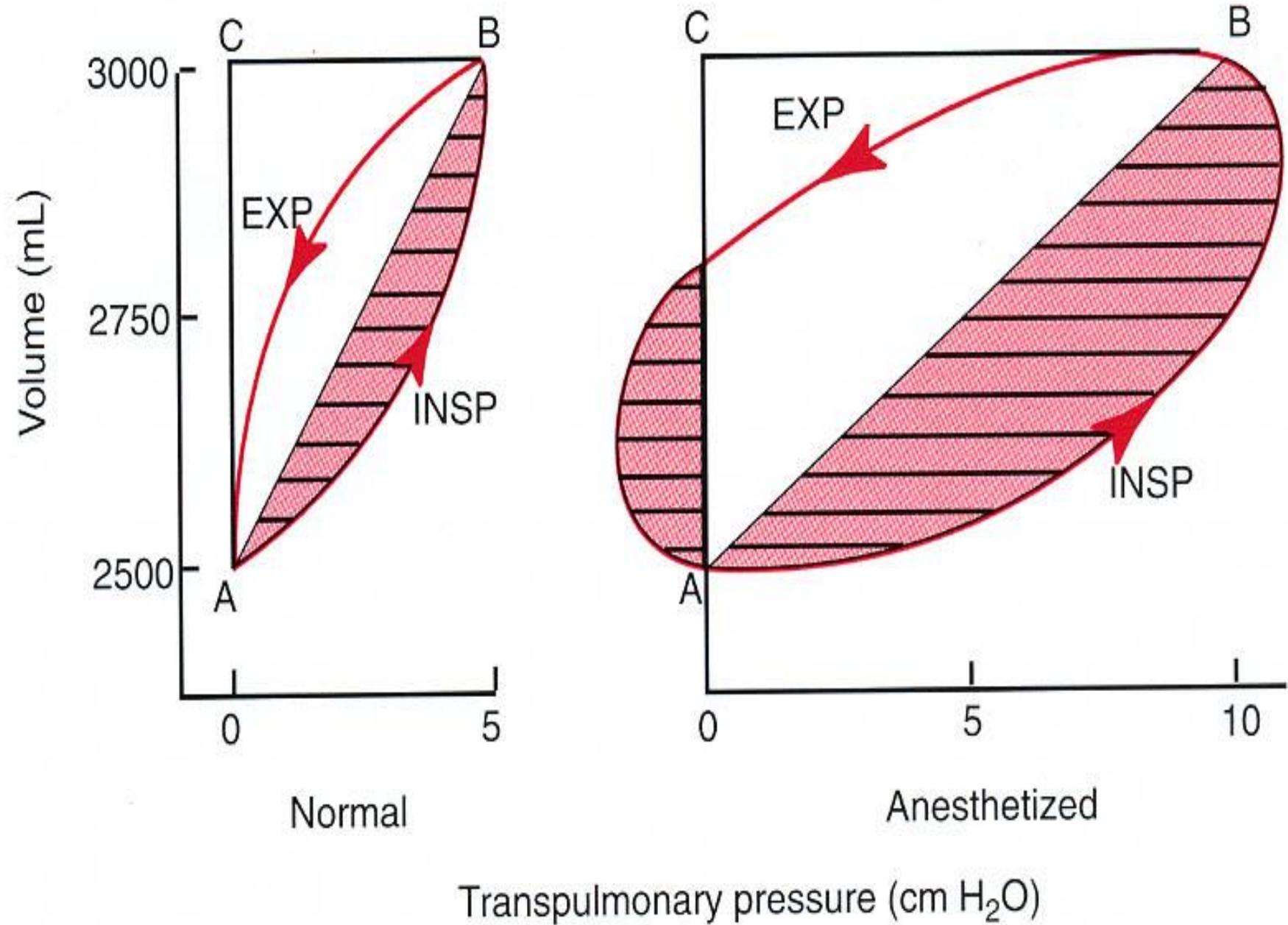
$$C = V/P$$

mL/cmH<sub>2</sub>O

é o inverso da elastância

# complacência



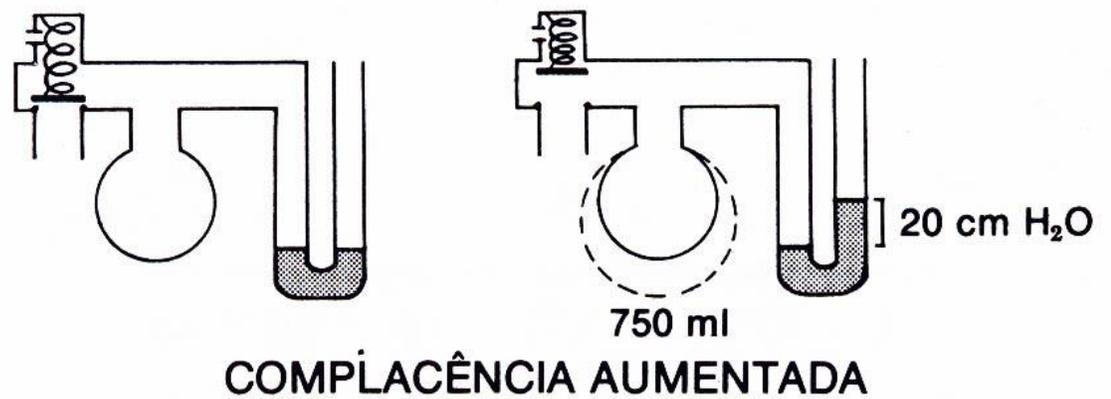
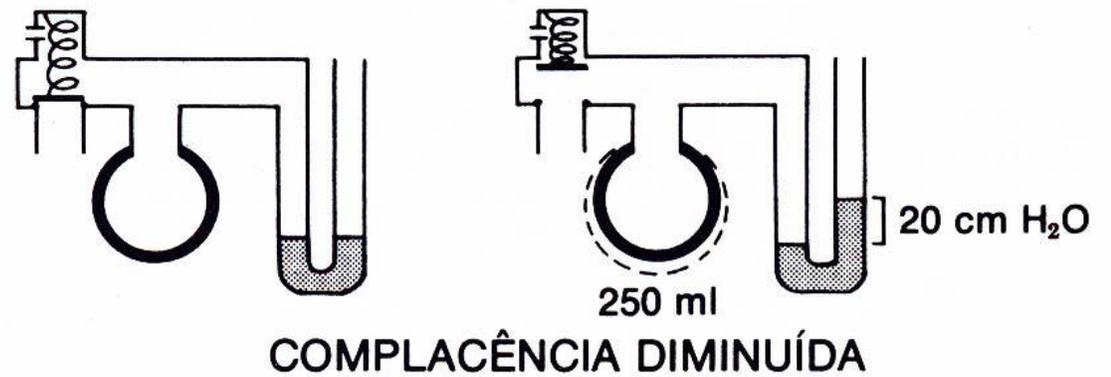


Normal

Anesthetized

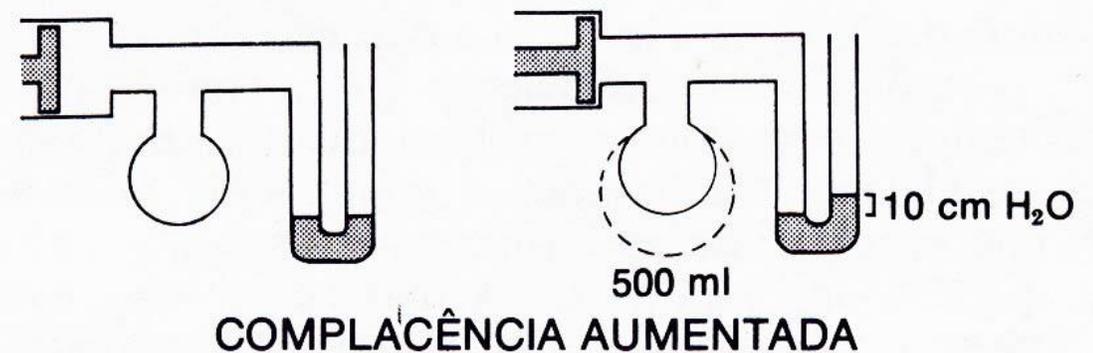
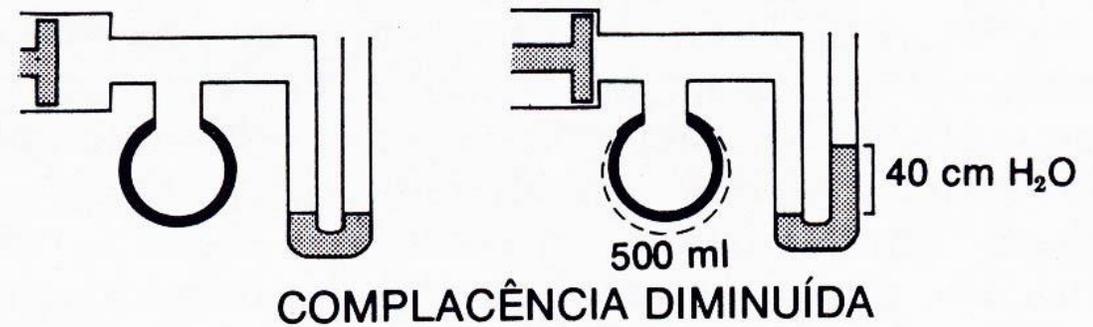
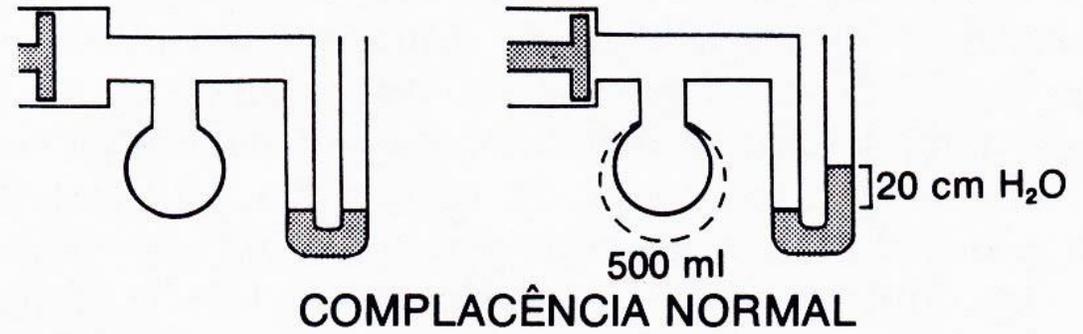
Transpulmonary pressure (cm H<sub>2</sub>O)

# pressão pré-fixada



**volume pré-fixado**

# VOLUME PREFIXADO — PRESSÃO VARIÁVEL



# **ventilação mecânica**

## **Ventilação:**

**Processo de eliminação  
do gás carbônico  
do interior dos pulmões**

# ventilação mecânica

## Funções do Ventilador:

- ⚙ Ventilação
- ⚙ Oxigenação
- ⚙ Umidificação



# unidade manual de respiração artificial



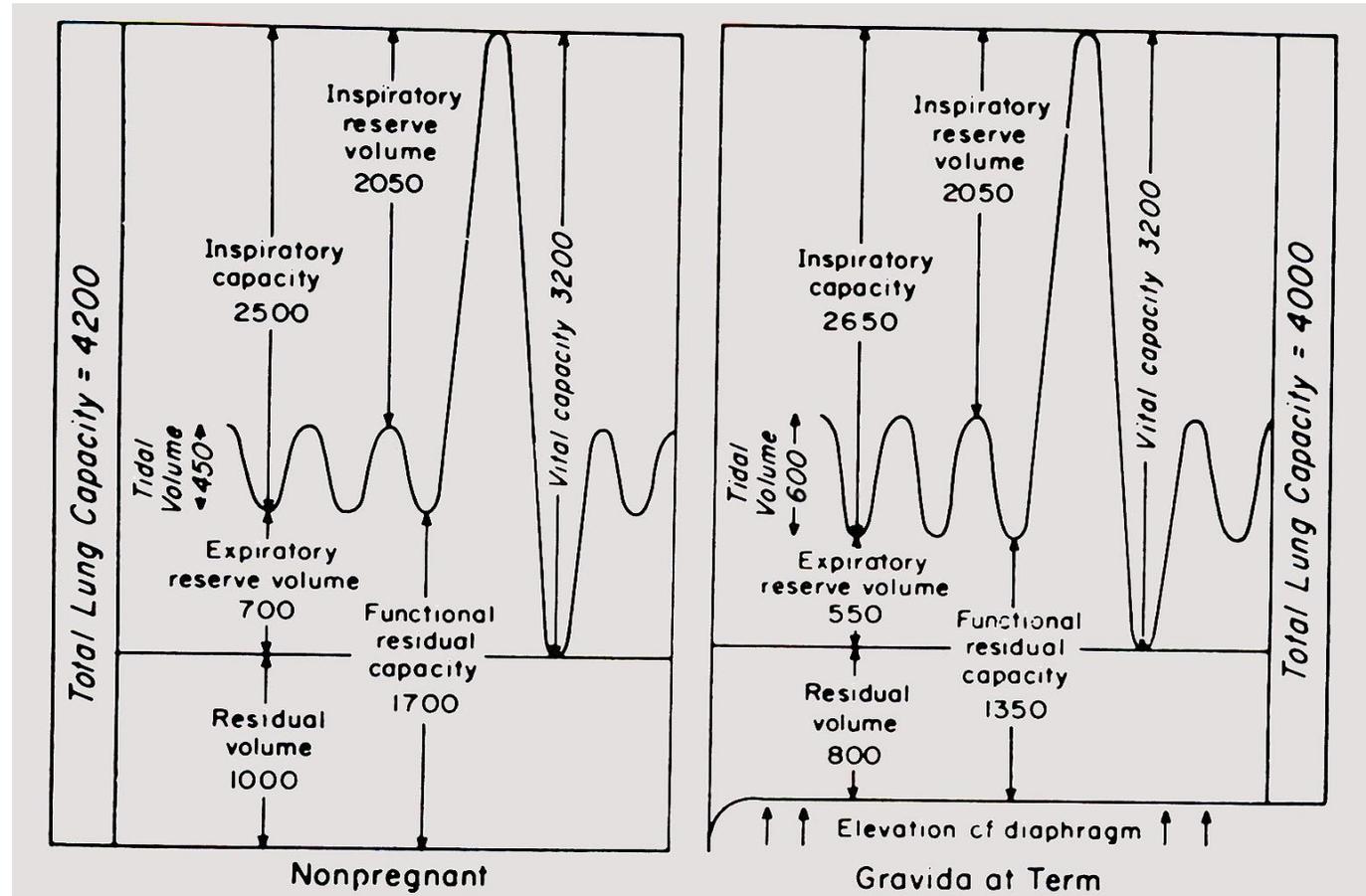
# ventiladores

## parâmetros fundamentais

- ★ Volume corrente
- ★ Frequência Respiratória
- ★ Relação Insp/exp.

# parâmetros fundamentais

## ★ Volume corrente



# parâmetros fundamentais

## ★ Volume corrente

**Volume de ar que entra  
ou que sai do pulmão  
em cada movimento respiratório**

# parâmetros fundamentais

## ★ Volume corrente

**Média populacional: 6 a 8 ml/ Kg**

**Ventilação Mecânica: 10 ml/Kg**

# parâmetros fundamentais



# parâmetros fundamentais

## ★ **Frequência Respiratória**

**Número de  
incursões  
respiratórias  
por minuto**

# parâmetros fundamentais



# parâmetros fundamentais

---

## Faixa Etária

---

## FreqUência respiratória

---

Neonatos

40 a 60

Lactentes

30 a 40

Crianças

20 a 30

i.p.m.

Adultos

10 a 20

---

# parâmetros fundamentais

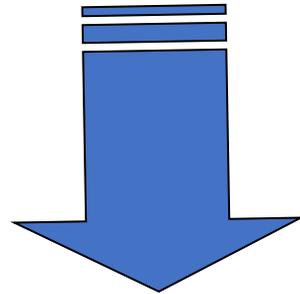
Ventilação depende do V.M.R. e da ventilação alveolar

$$VMR = V_t \cdot f$$

$$\text{Ventilação Alveolar} = (V_t - EM) \cdot f$$

# parâmetros fundamentais

$$\text{Ventilação Alveolar} = (V_t - EM) f$$



**paCO<sub>2</sub>**

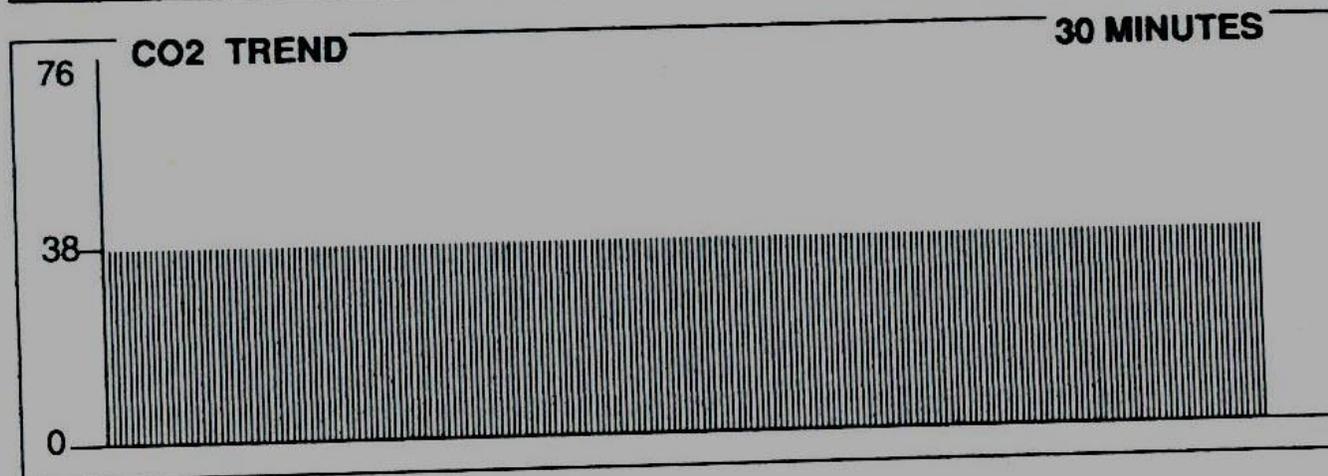
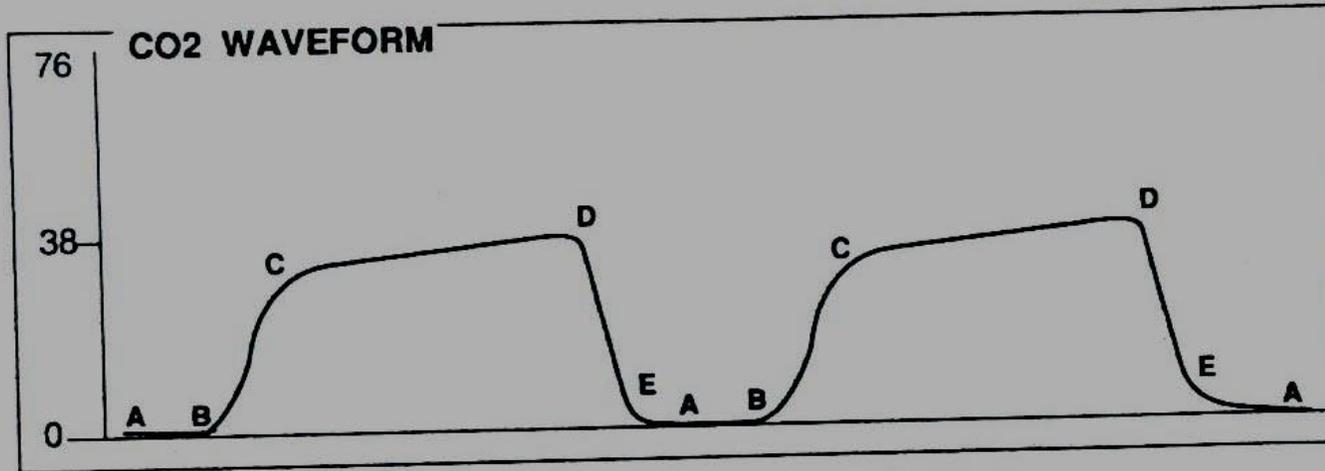


10 ml/Kg



2,2 ml/Kg

# parâmetros fundamentais



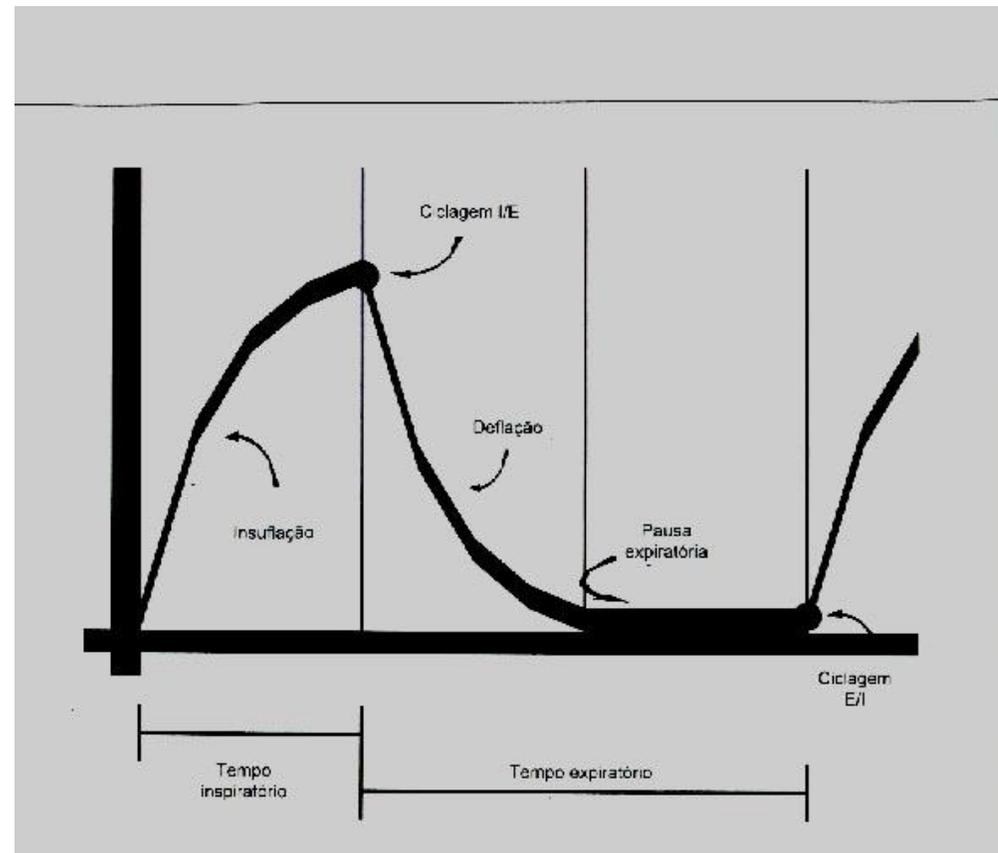
# parâmetros fundamentais

## ★ Relação insp/exp

**Relação entre o tempo inspiratório  
e o tempo expiratório**

# parâmetros fundamentais

## ★ Relação insp/exp



# parâmetros fundamentais



# parâmetros fundamentais

- ★ **Volume corrente**  
10 ml/Kg
- ★ **Frequência Resp.**  
10 i.p.m.
- ★ **Relação Insp/exp.**  
 $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{4}$



# parâmetros indiretos



# parâmetros indiretos



**Pressão de insuflação**



**Fluxo**



**Tempo Inspiratório**



**Tempo Expiratório**

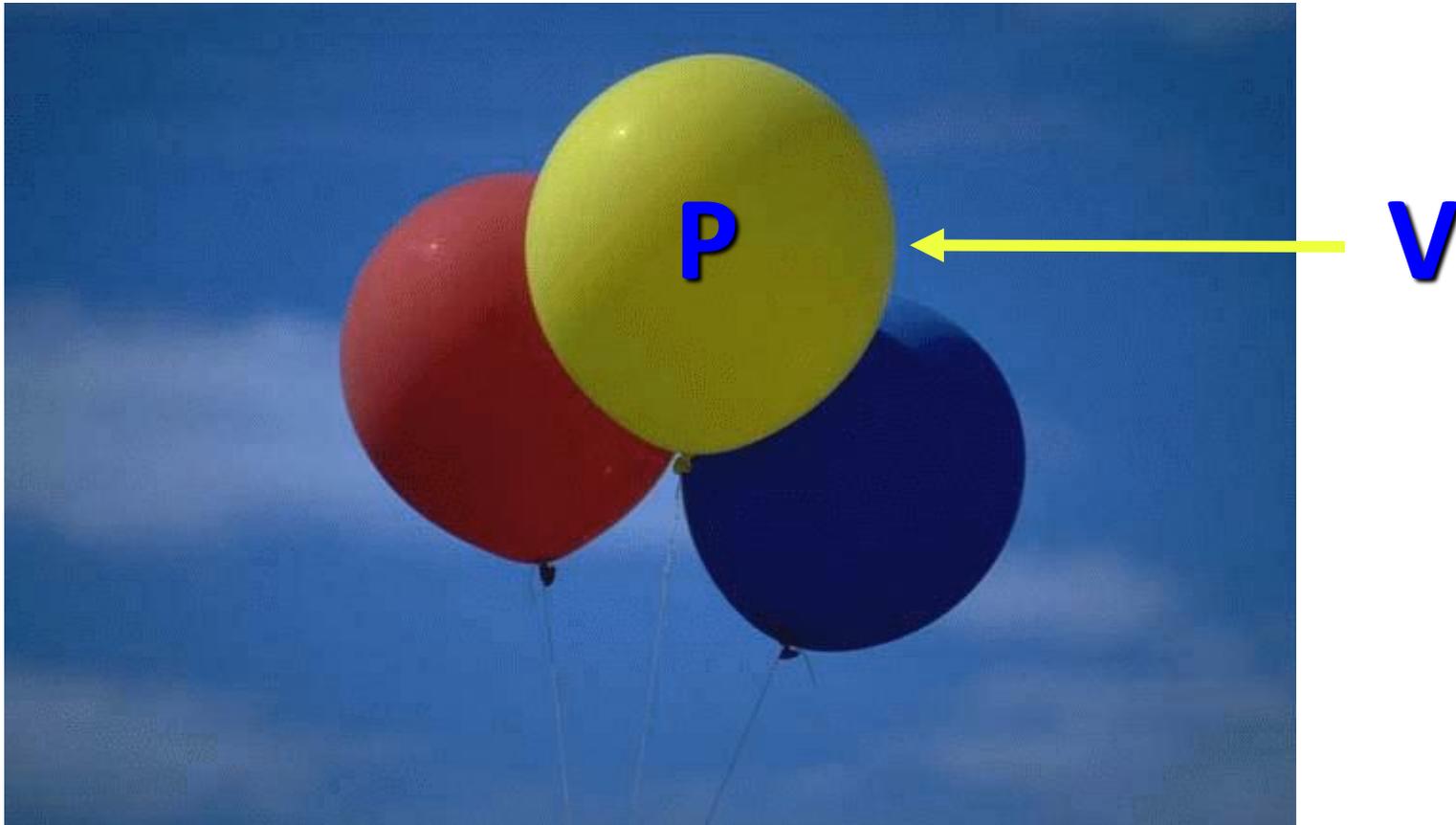
# parâmetros indiretos

- **Pressão de insuflação**

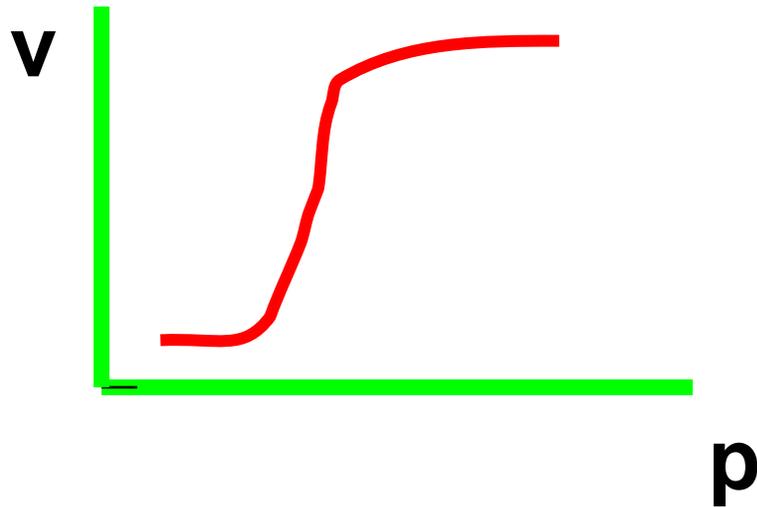
**Pressão necessária para insuflar  
um volume igual ao volume corrente**

# parâmetros indiretos

- Pressão de insuflação



- **Pressão de insuflação**



$$y = ax + b$$

$$a = y/x$$

$$C = V/P \quad \text{ml/cm água}$$

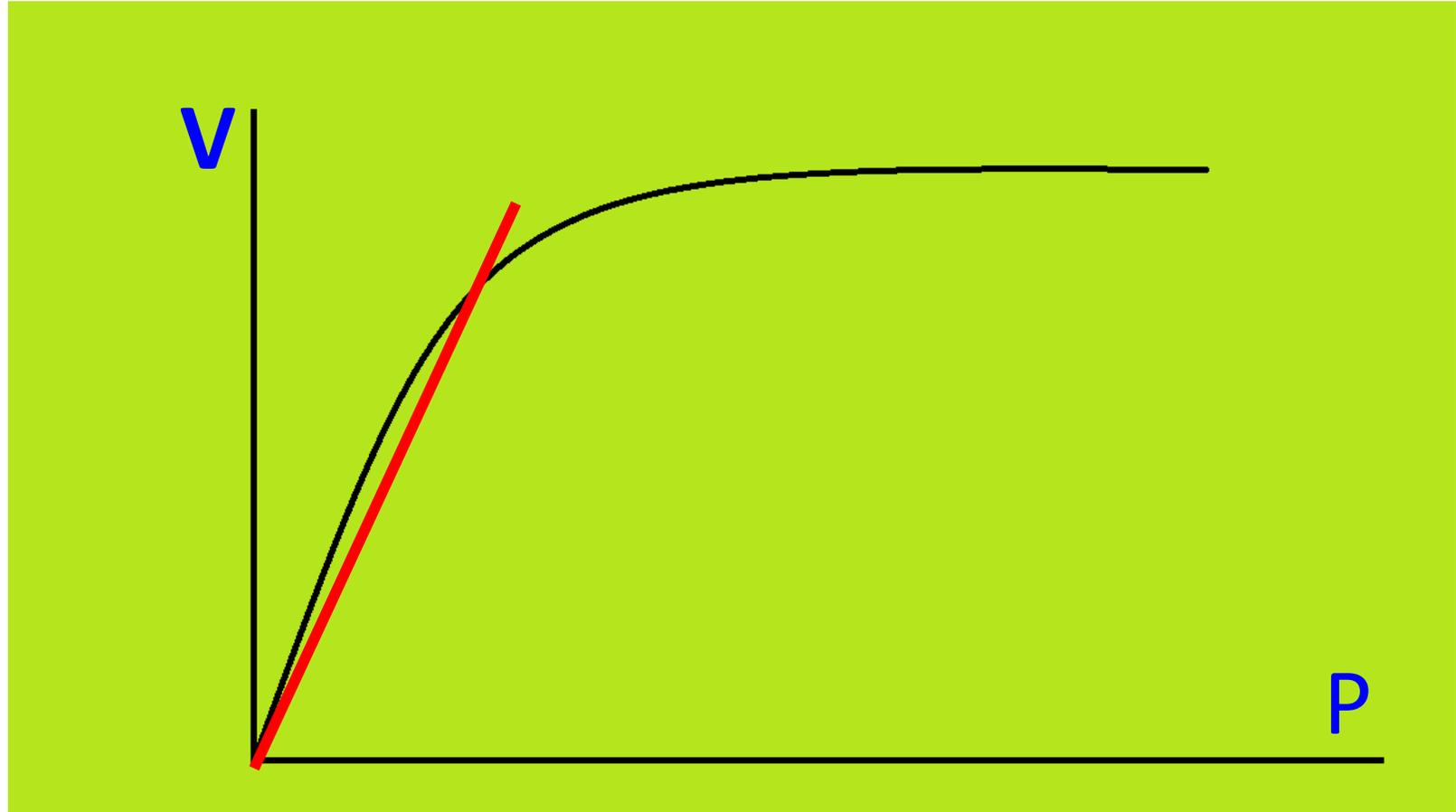
**complacência normal = 50 ml/cm de água**

- **Pressão de insuflação**

$$Y = aX + b$$

$$Y = aX$$
$$a = Y/X$$

**V/P = Complacência**

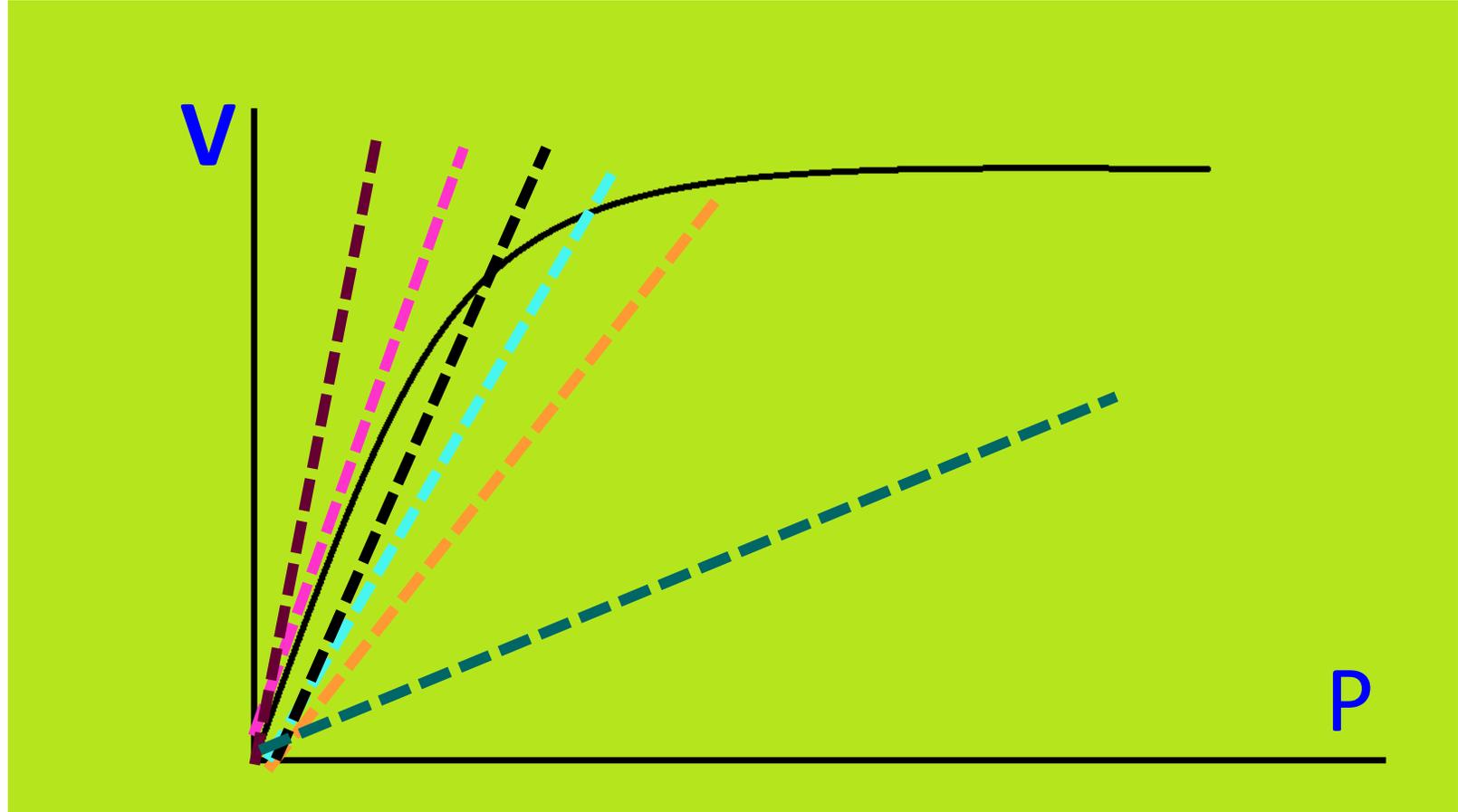


- **Pressão de insuflação**

$$Y = aX + b$$

$$Y = aX$$
$$a = Y/X$$

**V/P = Complacência**



- **Pressão de insuflação**

**Complacência Normal = 50 ml/cm de água**

$$C = V/P$$

**Para se administrar 700 ml de ar em um pulmão normal  
são necessários 14 cm de água de pressão**

- **Pressão de insuflação**



- **Parâmetros indiretos**

**$\Omega$  Fluxo**

**É a relação entre o volume e o tempo**

# FLUXO

$$F = \frac{\text{volume}}{\text{tempo}}$$

- **Parâmetros indiretos**



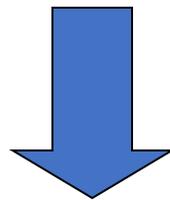
$$F = V/t_i$$

- **Parâmetros indiretos**

**Fluxo**

**Respirador Volumétrico**

**Respirador Pressométrico**

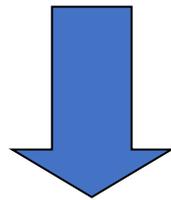


**tempo inspiratório**

- **Parâmetros indiretos**

**Fluxo**

**Respirador Cronométrico**



**volume corrente**

- **Parâmetros indiretos**

- **Tempo Inspiratório**
- **Tempo Expiratório**

$$T_i + T_e = DUC$$

$$DUC = 60/f$$

$$T_i + T_e = 60/f$$

- Tempo Inspiratório
- Tempo Expiratório



$$DUC = 60/f$$
$$DUC = T_i + T_e$$

# **Regulagem de Aparelhos**

- **Planejamento**
- **Respirador Ideal**
- **Parâmetros Indiretos**





IE

2. CICLAGEM A VOLUME  
FP VIR IE

# VENTILADOR 675

RAQUEAL

LIGA  
DESL.



RELAÇÃO I/E



FREQUENCIA

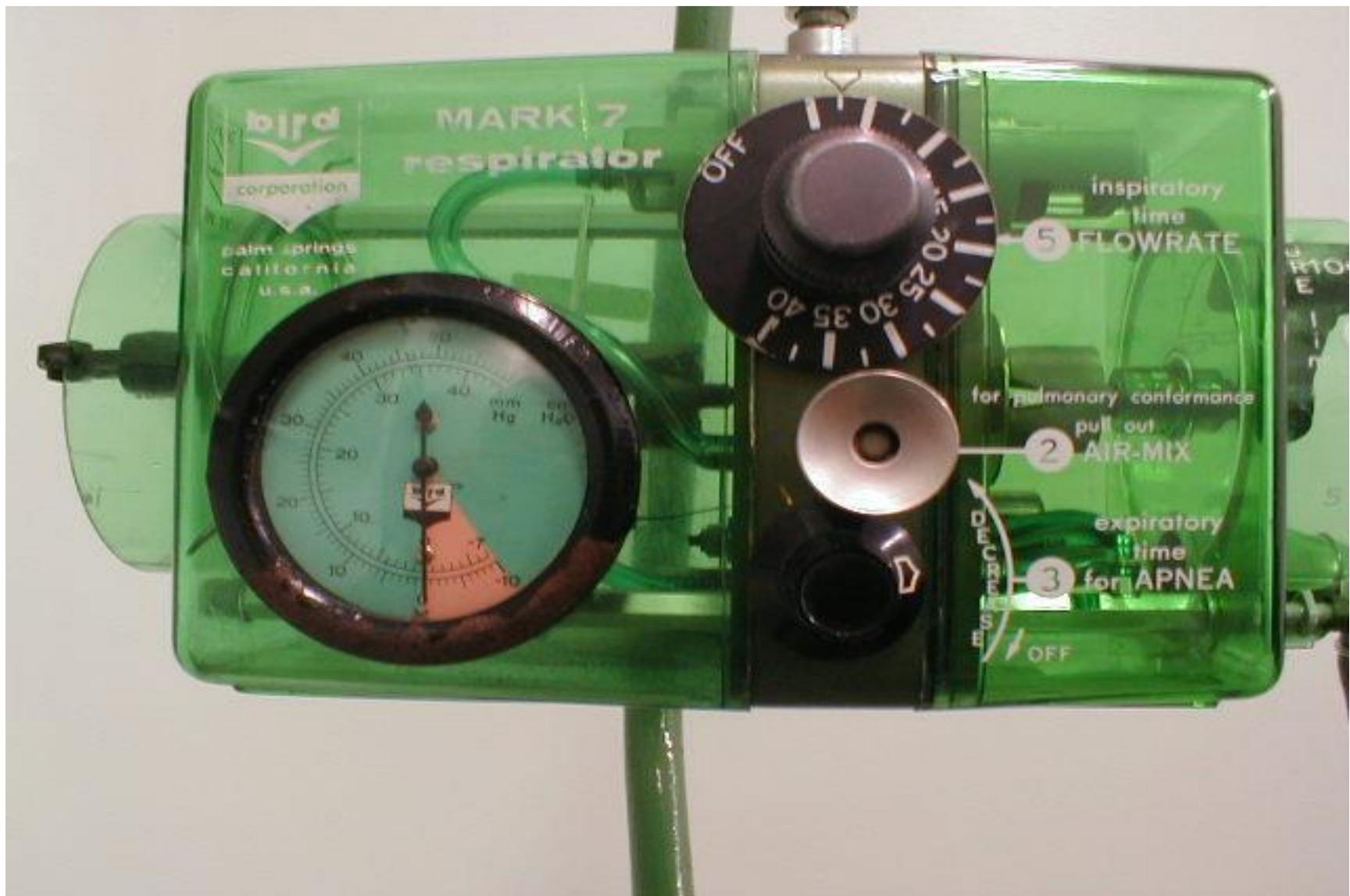


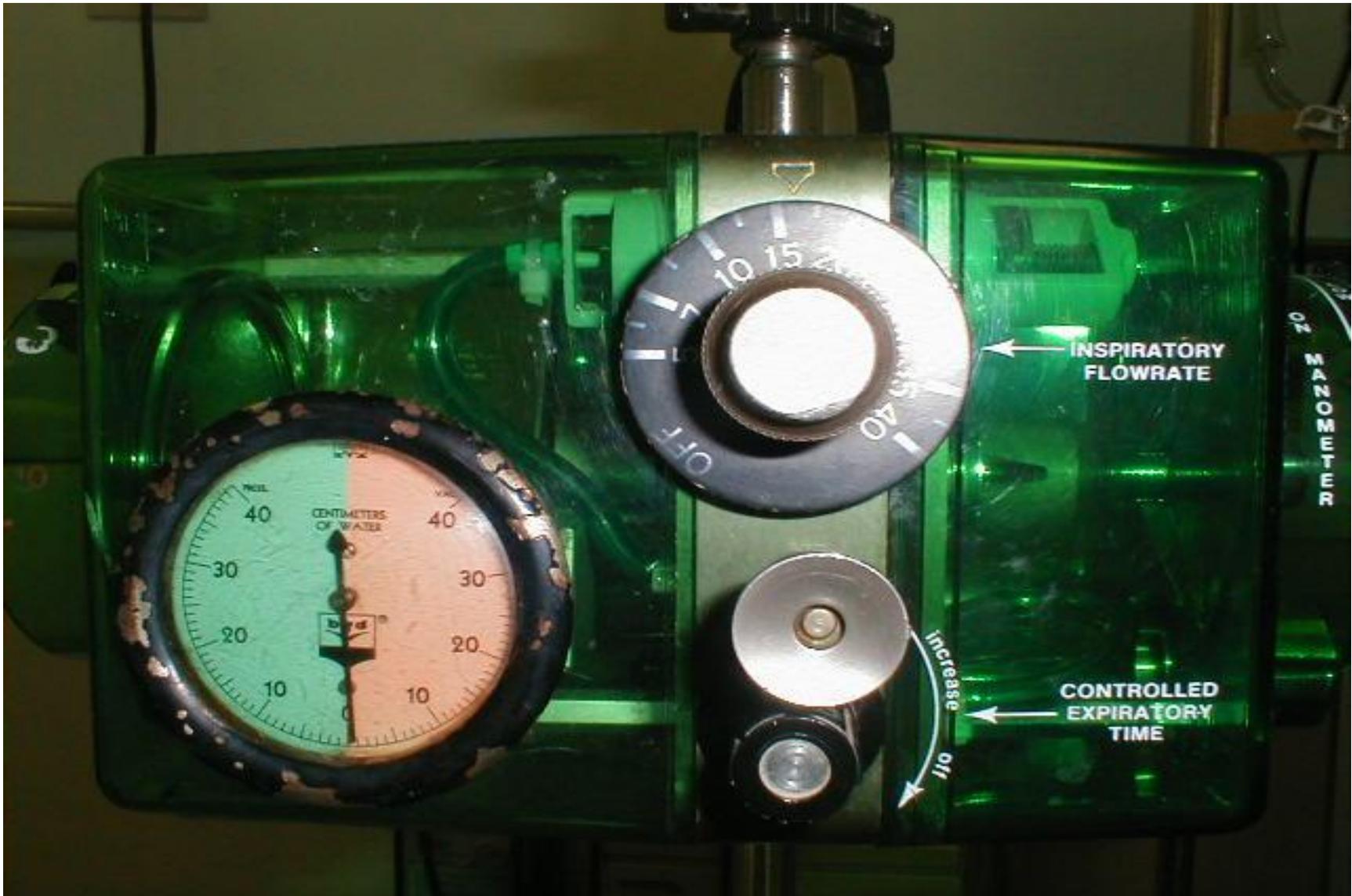
DESL.



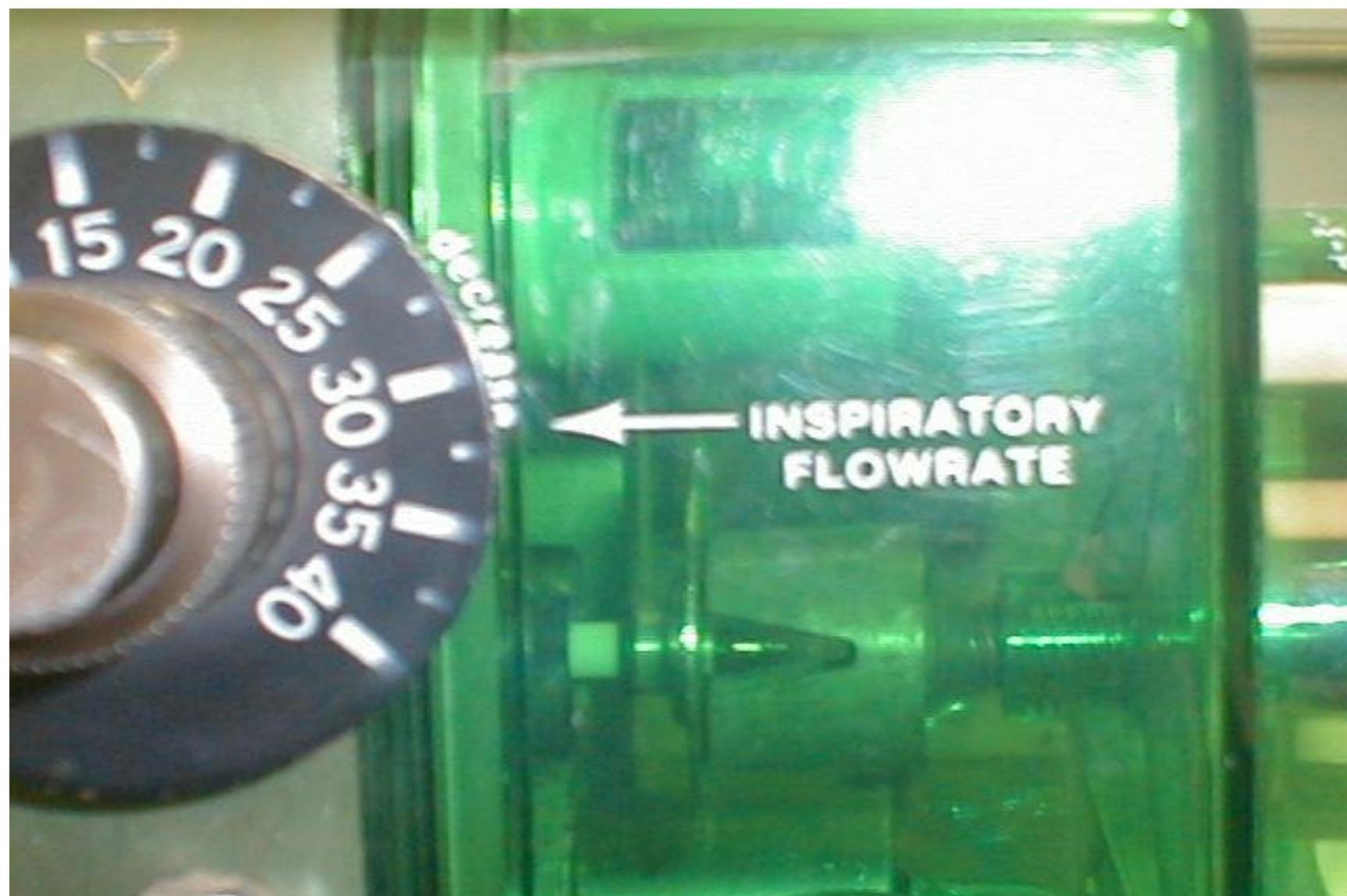
CONTROLE DE PRESSÃO











15 20

25

30

35

40

percent

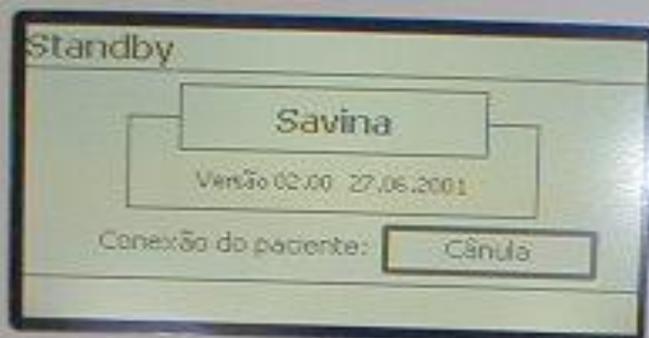
INSPIRATORY  
FLOWRATE



Dräger

Trigger

Savina



700 VT  
mL/L

14 T<sub>exp</sub>  
s

12 f<sub>resp</sub>  
1/min

100 O<sub>2</sub>  
Vol %

P<sub>EEP</sub>  
cmH<sub>2</sub>O

CPAP  
cmH<sub>2</sub>O

3 PEEP  
cmH<sub>2</sub>O



IPPV

SIMV

CPAP ASB

BiPAP



700 VT  
mL L

P<sub>insp.</sub>  
mbar

14 T<sub>insp.</sub>  
s

$\Delta P_{ASB}$   
sobre PEEP

12 f  
rpm

3 PEEP  
mbar

100 O<sub>2</sub>  
Vol. %











MANUAL  
CYCLE



### Ventilation Control

INSP. TIME      I/E RATIO      RATE      EXP. TIME      RATE

The panel features two large black sliders. The top slider is labeled 'I/E RATIO' and the bottom slider is labeled 'EXP. TIME'. To the left of the sliders is a black knob labeled 'INSP. TIME' and to the right is another black knob labeled 'EXP. TIME'. The entire control area has a light blue background.

INSP. FLOW



PEEP / CPAP



INSP. PRESSURE



Made in Brazil

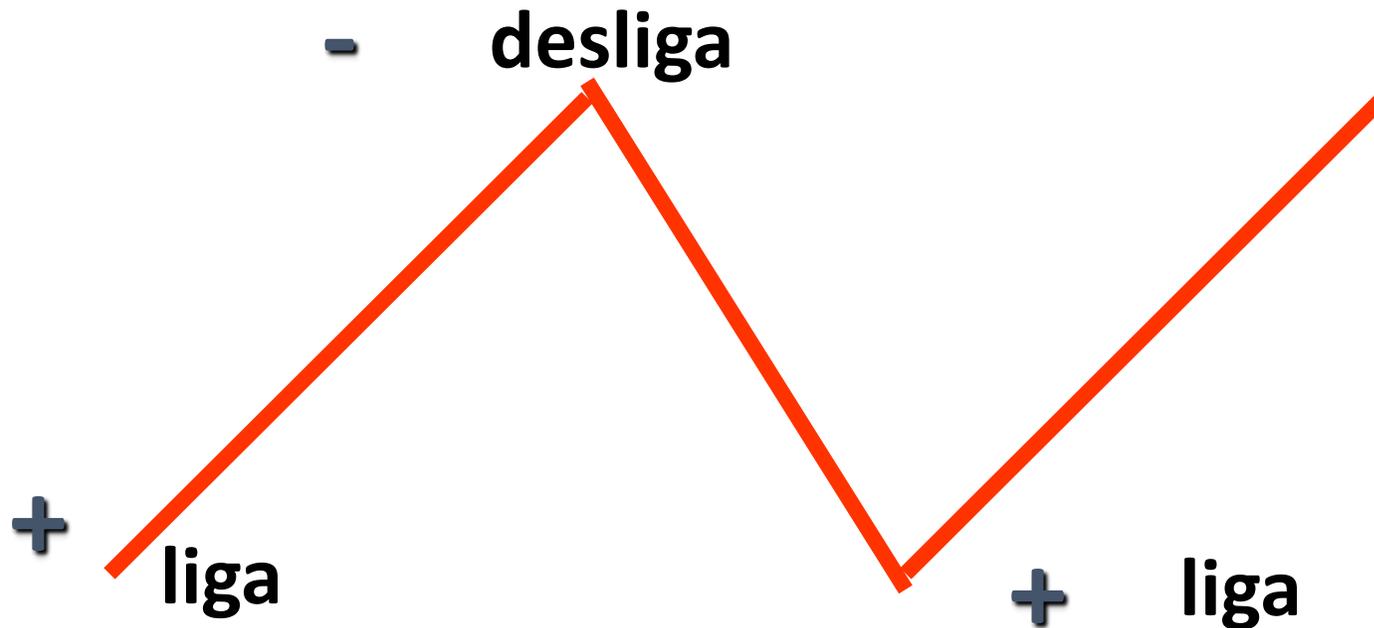
# ventiladores mecânicos

## CLASSIFICAÇÃO

- **CICLAGEM EXP/INSP**

# ventiladores mecânicos

## ciclagem exp/ins



# VENTILADORES

## CLASSIFICAÇÃO

### CICLAGEM I/E

- **pressão**
- **volume**
- **tempo**

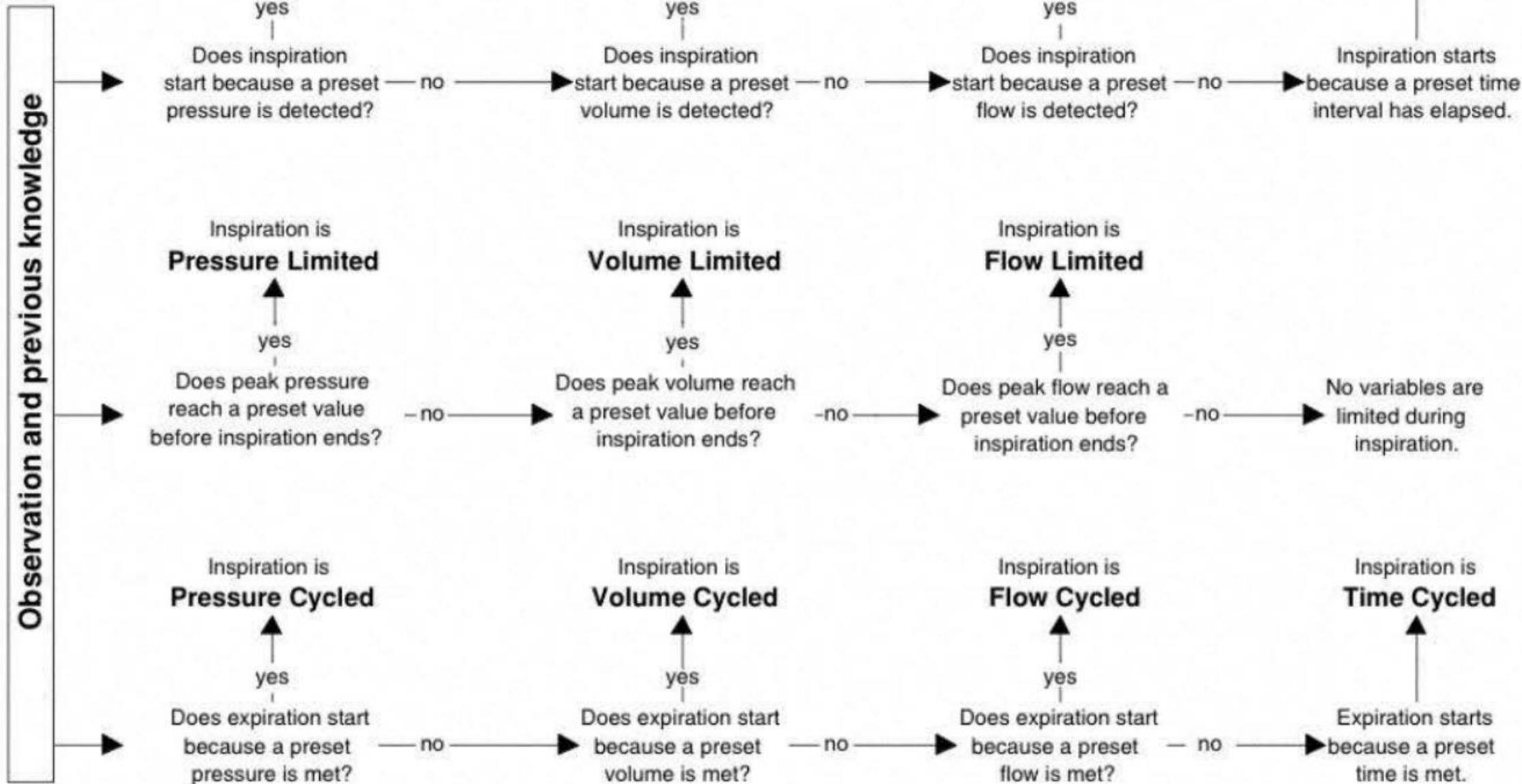
### CICLAGEM E/I

- **controlador**
- **assistor**
- **misto**

# VENTILADORES

**ciclagem e/i**

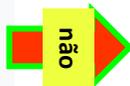
- **controlador**
- **assistor**
- **misto**



inspiração é disparada  
por **pressão**



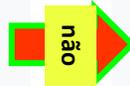
a inspiração começa  
porque uma pressão  
predefinida é detectada?



inspiração é disparada  
por **volume**



a inspiração começa  
porque um volume  
predefinido é detectado?



inspiração é disparada  
por **fluxo**



a inspiração começa  
porque um fluxo  
predefinido foi detectado?



inspiração é disparada  
por **tempo**

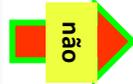


a inspiração começa  
porque um intervalo  
de tempo  
definido transcorreu

inspiração é limitada  
por **pressão**



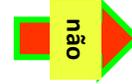
o pico da pressão  
atinge um  
valor pré-definido antes do  
término da inspiração ?



inspiração é limitada  
por **volume**



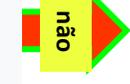
o pico do volume atinge  
um valor  
pré-definido antes  
do término da  
inspiração?



inspiração é limitada  
por **fluxo**



o pico do fluxo  
atinge um  
valor pré-definido  
antes do  
término da inspiração ?

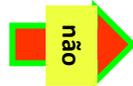


nenhuma variável  
é limitada durante  
a inspiração

inspiração é **cyclada**  
por **pressão**



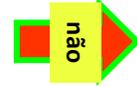
A expiração começa  
porque  
uma  
**pressão** predefinida  
foi contemplada?



inspiração é **cyclada**  
por **volume**



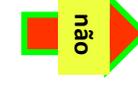
A expiração começa  
porque  
um  
**volume** pré-definido  
foi contemplado?



inspiração é **cyclada**  
por **fluxo**



A expiração começa  
porque  
um  
**fluxo** pré-definido  
foi contemplado?



inspiração é **cyclada**  
por **tempo**



A expiração começa  
porque  
um  
**tempo** pré-definido  
foi contemplado?

inspiração é disparada por **pressão**



a inspiração começa porque uma pressão predefinida é detectada?



inspiração é disparada por **volume**



a inspiração começa porque um volume predefinido é detectado?



inspiração é disparada por **fluxo**



a inspiração começa porque um fluxo predefinido foi detectado?



inspiração é disparada por **tempo**



a inspiração começa porque um intervalo de tempo definido transcorreu

inspiração é limitada por **pressão**



o pico da pressão atinge um valor pré-definido antes do término da inspiração?



inspiração é limitada por **volume**



o pico do volume atinge um valor pré-definido antes do término da inspiração?



inspiração é limitada por **fluxo**



o pico do fluxo atinge um valor pré-definido antes do término da inspiração?



nenhuma variável é limitada durante a inspiração

inspiração é **cyclada** por **pressão**



A expiração começa porque uma **pressão** predefinida foi contemplada?



inspiração é **cyclada** por **volume**



A expiração começa porque um **volume** pré-definido foi contemplado?



inspiração é **cyclada** por **fluxo**



A expiração começa porque um **fluxo** pré-definido foi contemplado?



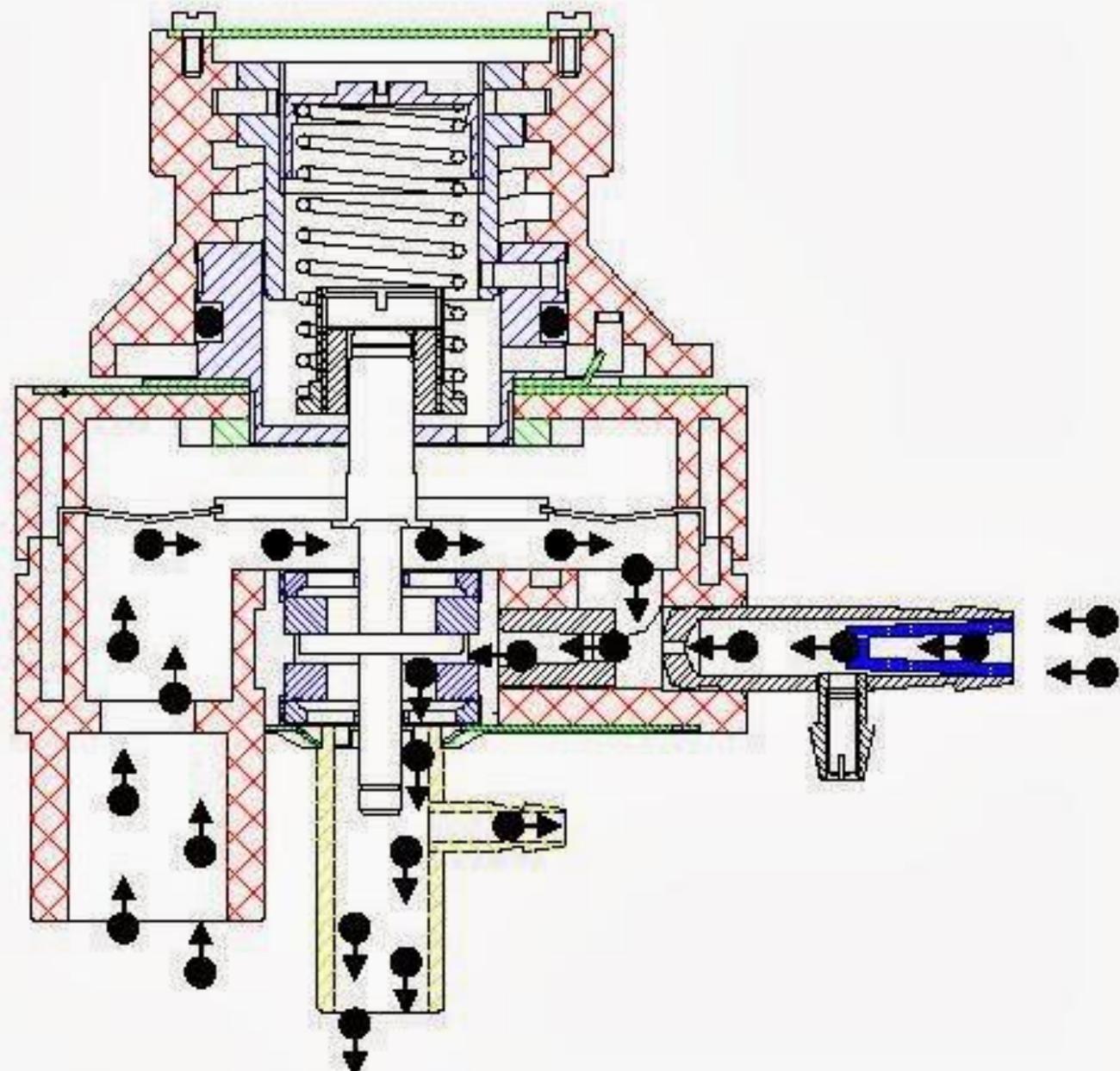
inspiração é **cyclada** por **tempo**



A expiração começa porque um **tempo** pré-definido foi contemplado?



Ventilador Pulmonar  
MINI 600



# VENTILADORES



