



FMRP - USP

# **VENTILAÇÃO ARTIFICIAL**

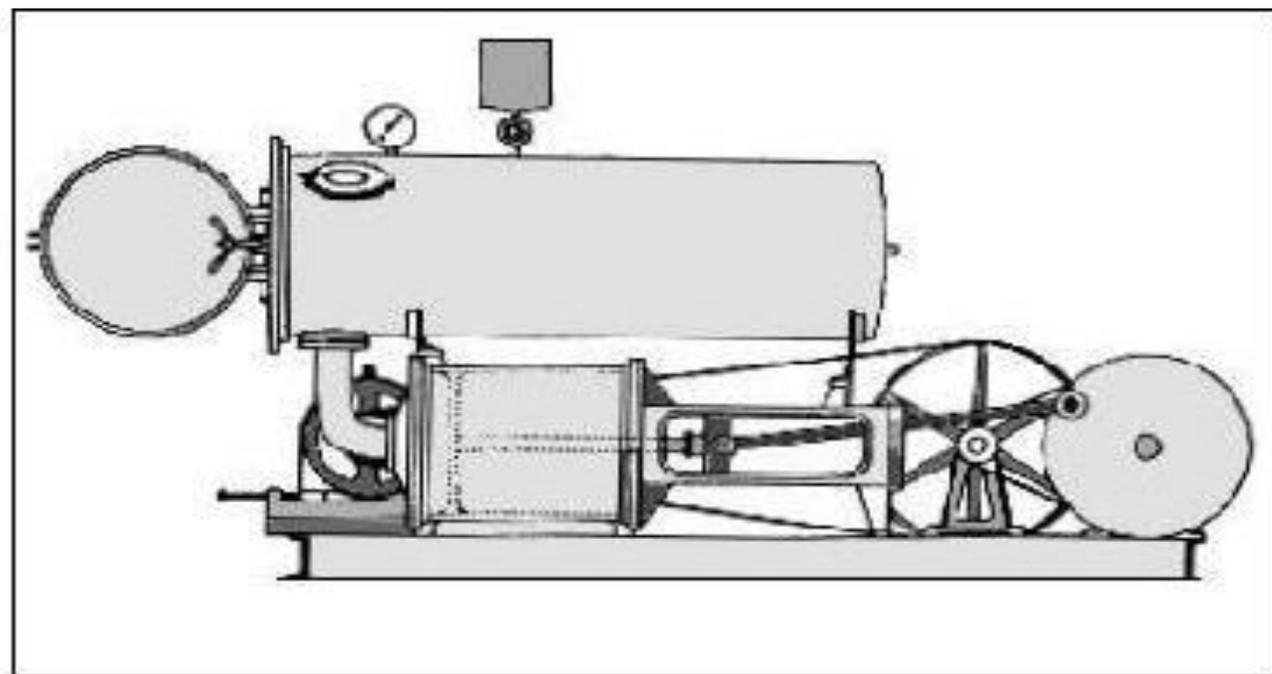
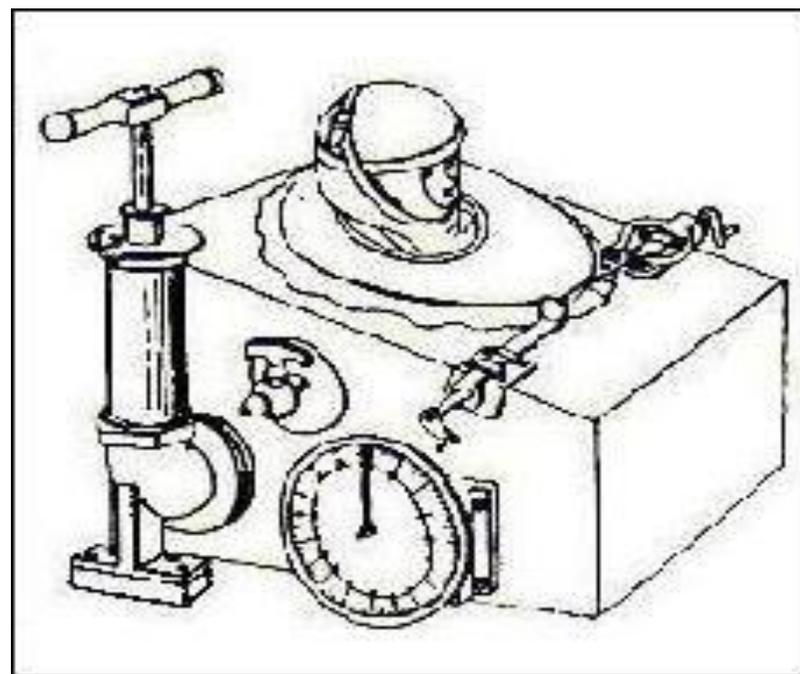
## **REGULAGEM DE VENTILADORES**

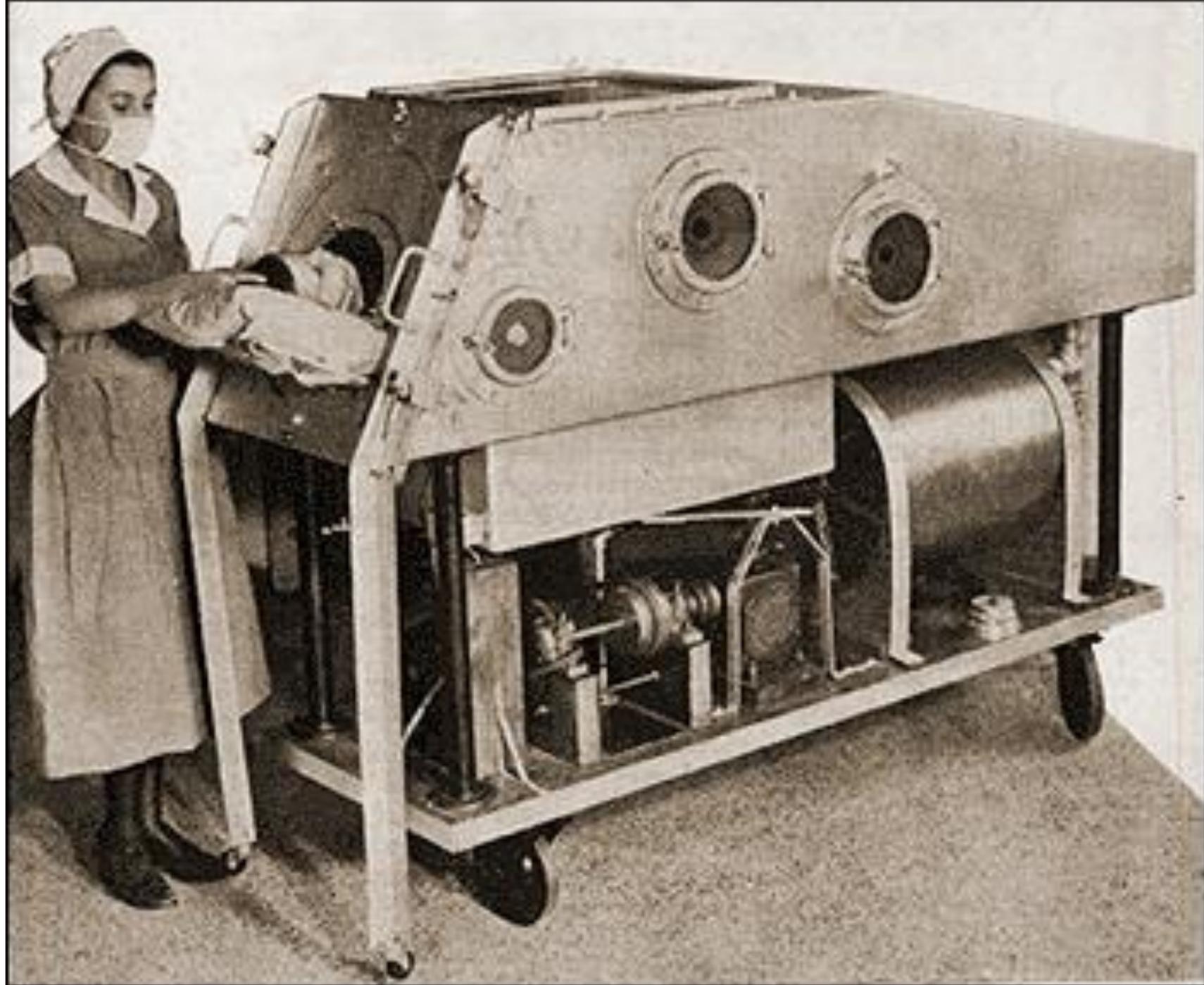
**LUÍS VICENTE GARCIA**

**DISCIPLINA DE ANESTESIOLOGIA**

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



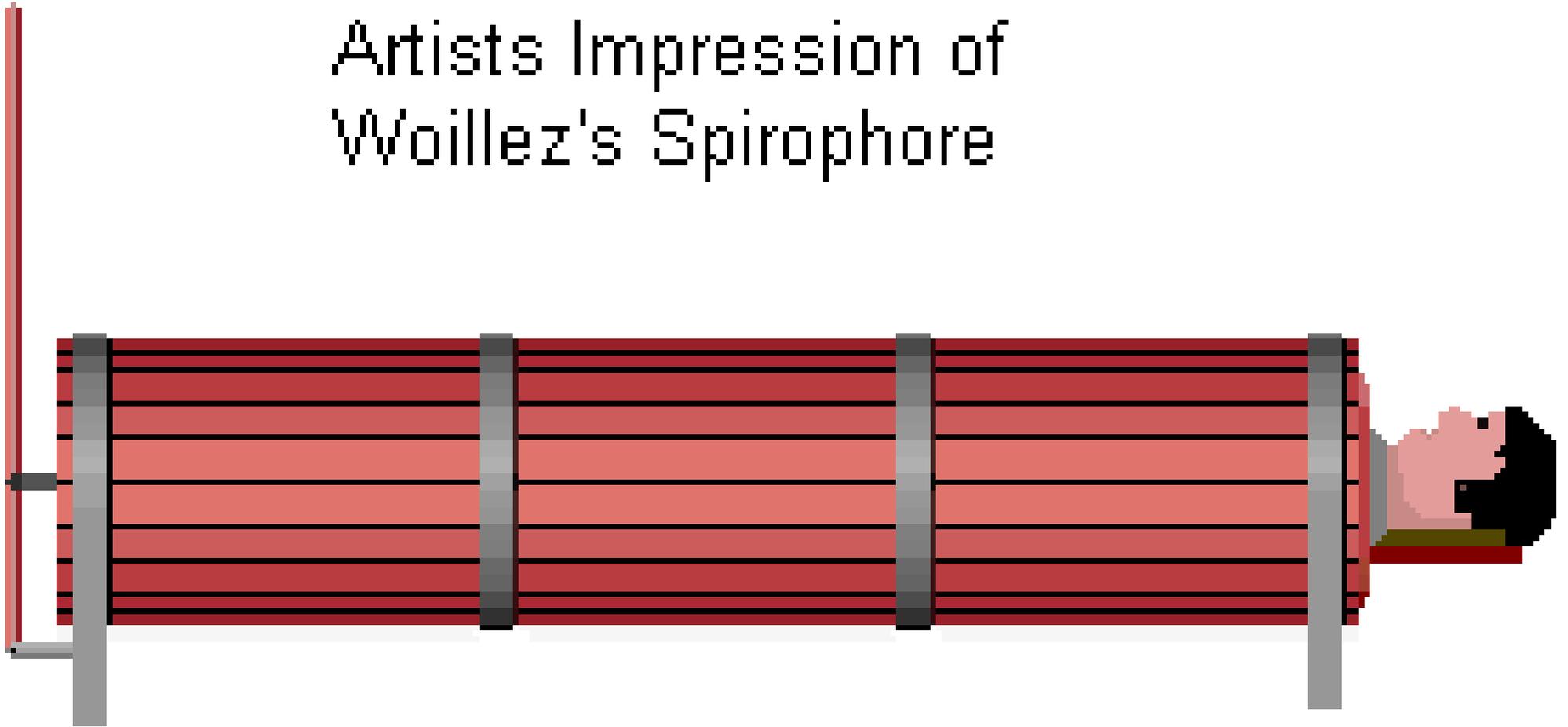






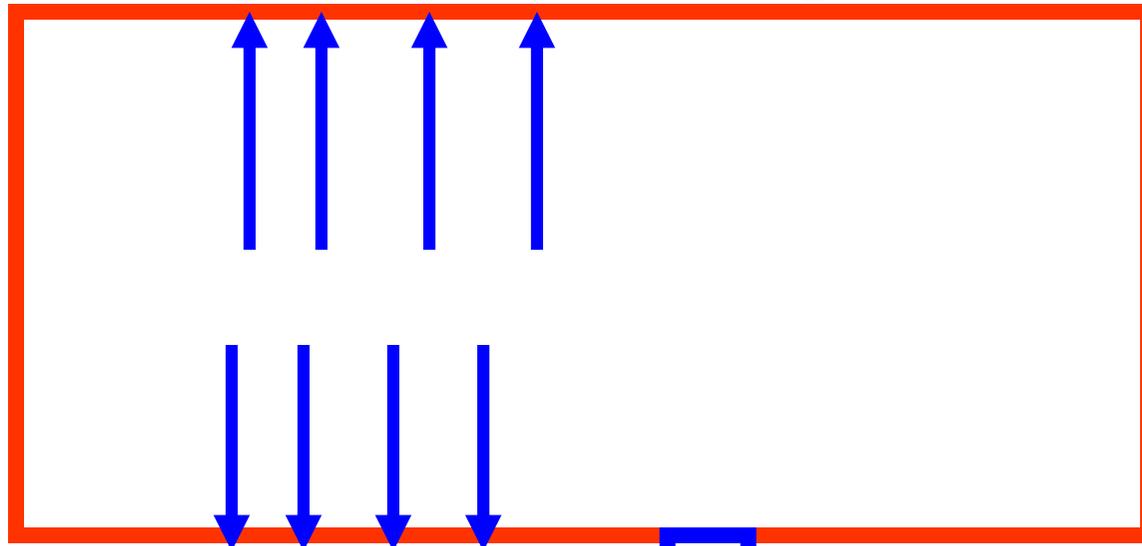
Phipps Respiratory Unit - South Western Hospital - London

# Artists Impression of Voillez's Spirophore



# VENTILAÇÃO ARTIFICIAL

“pulmão de aço”



aspirador

# VENTILAÇÃO ARTIFICIAL

“pulmão de aço”

## Características

- ❖ Fisiológico
- ❖ Tamanho
- ❖ Ruído
- ❖ Sem intubação
- ❖ Difícil acesso ao paciente

# VENTILADORES

## CLASSIFICAÇÃO

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

# VENTILADORES

## CLASSIFICAÇÃO

➔ FONTES DE ENERGIA

❖ SISTEMAS DE PROPULSÃO

❖ TIPO DE CICLAGEM

# VENTILADORES

## CLASSIFICAÇÃO

### FONTES DE ENERGIA

 **ELÉTRICA**

 **PNEUMÁTICA**

# VENTILADORES

## CLASSIFICAÇÃO

❖ FONTES DE ENERGIA

➔ SISTEMAS DE PROPULSÃO

❖ TIPO DE CICLAGEM

# VENTILADORES

## CLASSIFICAÇÃO

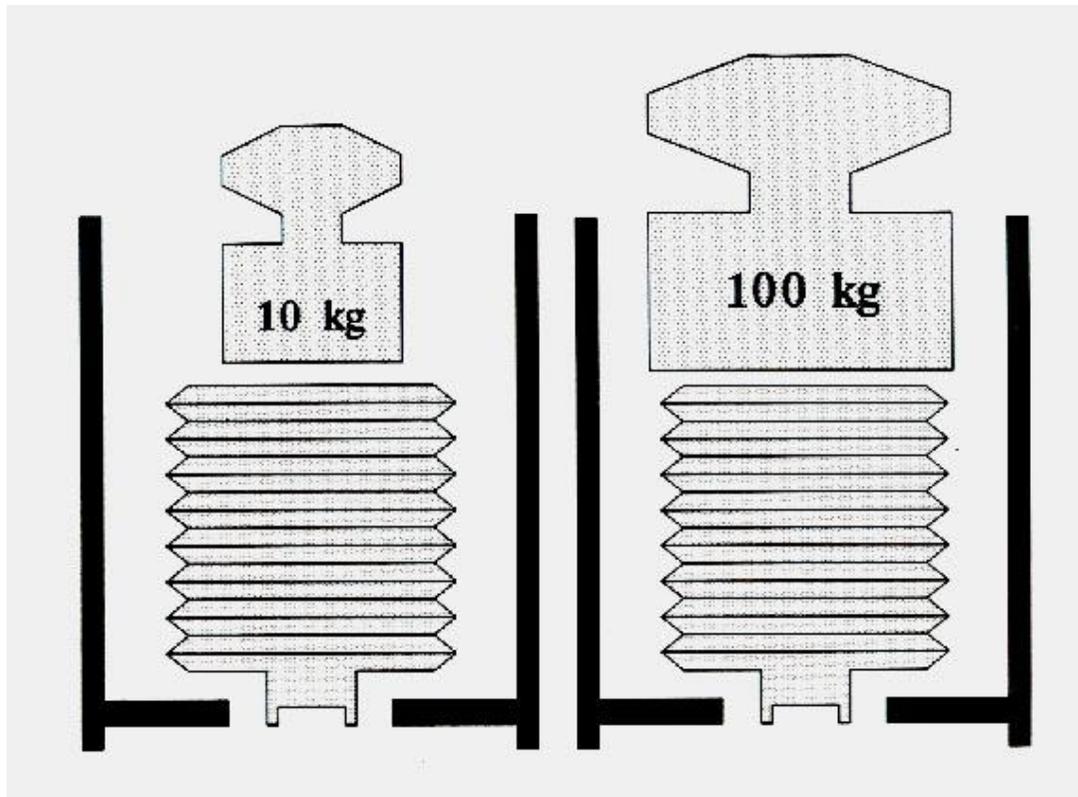
## SISTEMAS DE PROPULSÃO

Gerador de força

Gerador de fluxo

# VENTILADORES MECÂNICOS

 gerador de força



**Exemplo:**  
**Respirador de Takaoka**  
**Modelo 670-675**



# VENTILADORES MECÂNICOS

 gerador de força constante

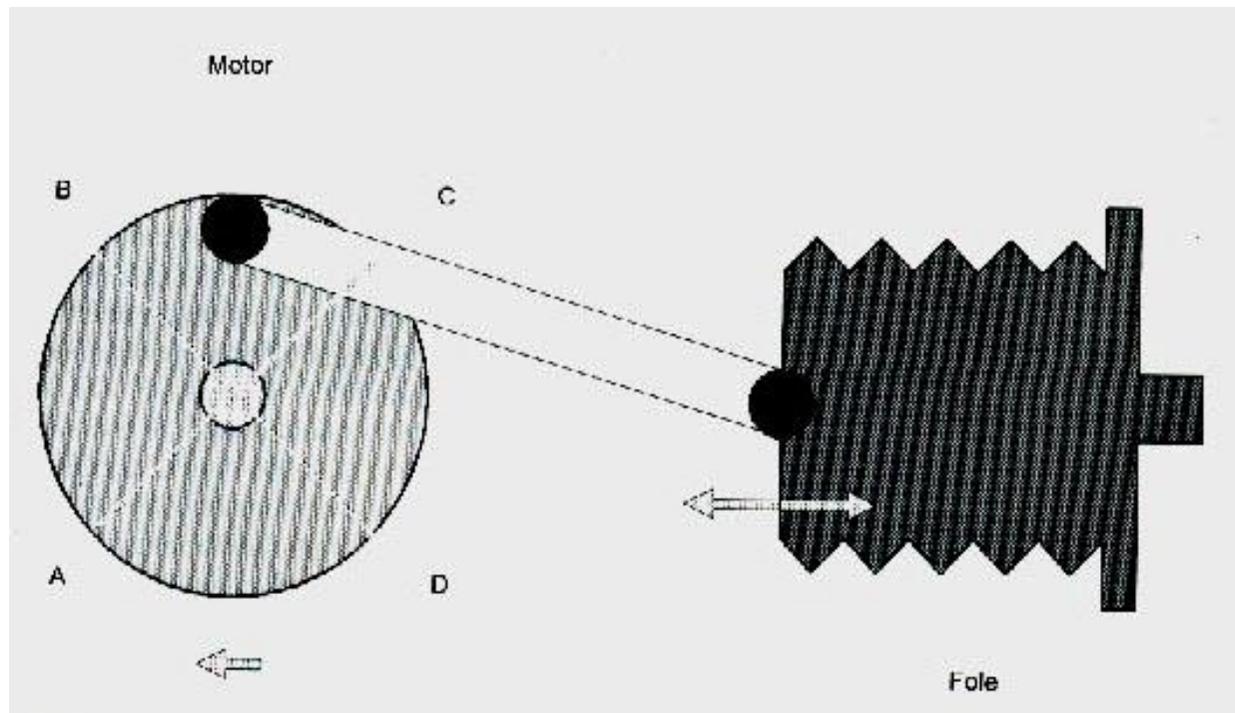


Exemplo:  
Respirador de Takaoka  
Modelo 670-675

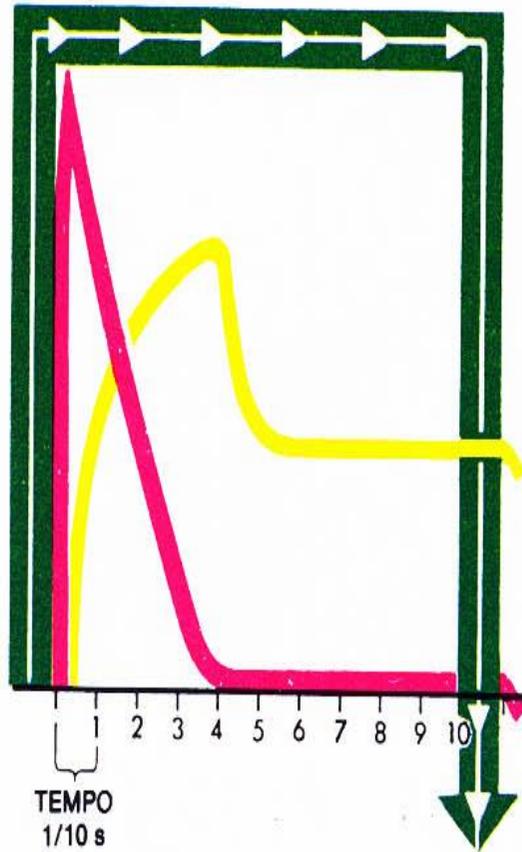
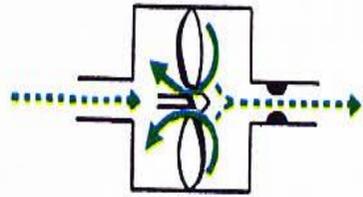


# VENTILADORES MECÂNICOS

 gerador de fluxo

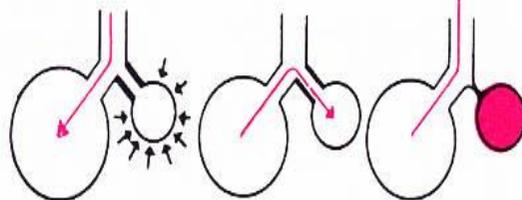


VENTILADORES TIPO VENTONINHA  
GERADOR DE FORÇA CONSTANTE



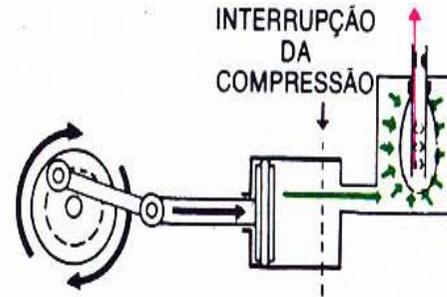
DISTRIBUIÇÃO GASOSA INTRAPULMONAR

DESIGUAL

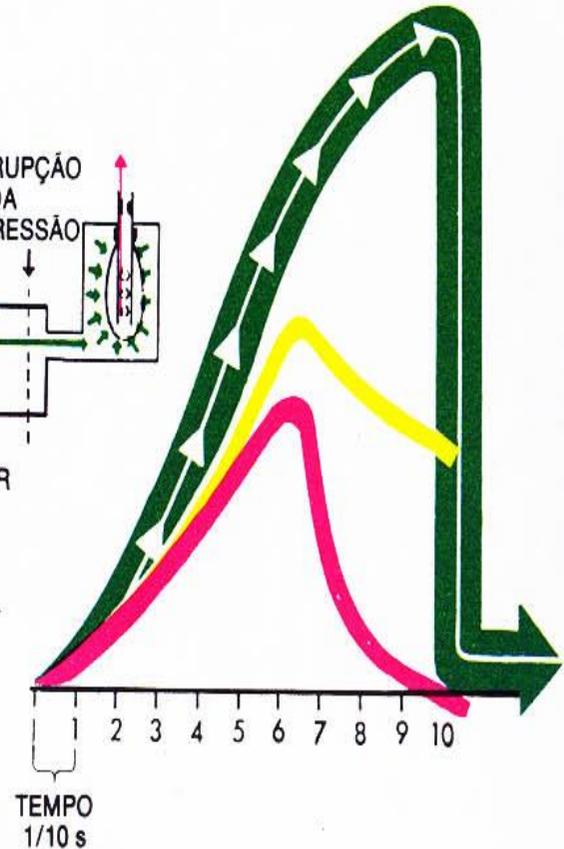


HIPER-VENTILAÇÃO    HIPO-VENTILAÇÃO    AR PENDULAR    ENCARCERAMENTO DE AR (EXPIRAÇÃO)

RESPIRADOR DE VOLUME  
GERADOR DE FORÇA CRESCENTE

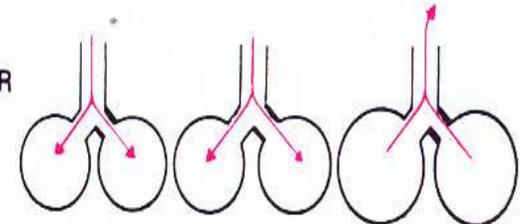


- FORÇA DE IMPULSO DO RESPIRADOR SOBRE OS GASES RESPIRATÓRIOS
- VELOCIDADE DO FLUXO GASOSO
- RESISTÊNCIA TOTAL CONTRA INSUFLAÇÃO (PRESSÃO)



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

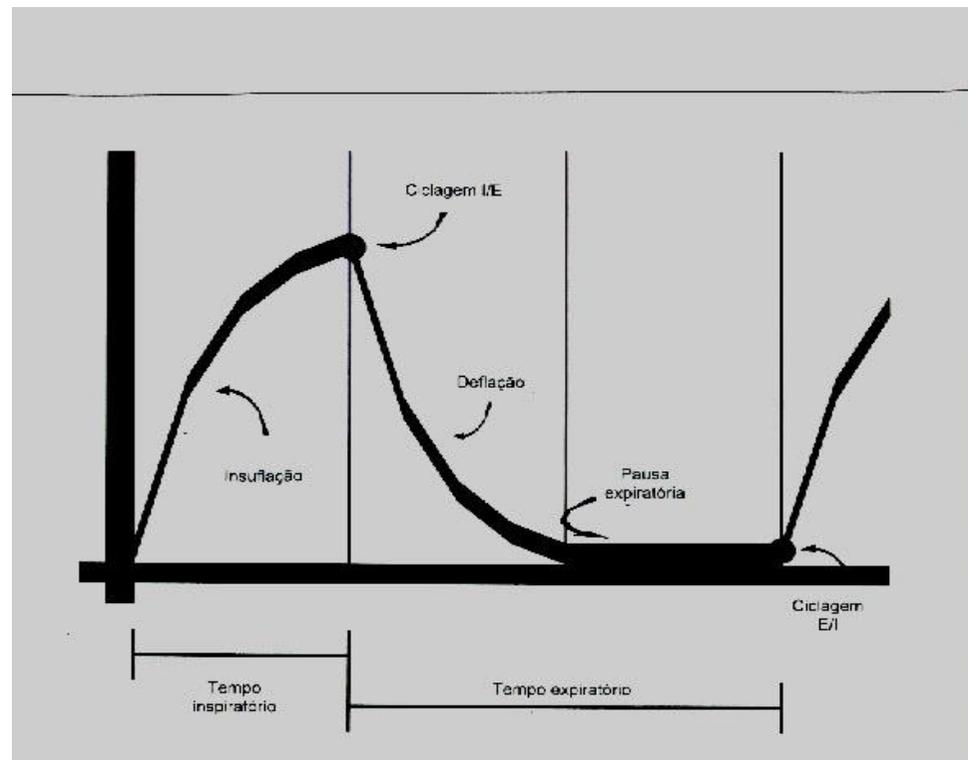
 **CONTROLADOR**

 **ASSISTOR**

 **MISTO**

# VENTILADORES MECÂNICOS

## CICLAGEM INSP/EXP



# VENTILADORES MECÂNICOS

## CICLAGEM INSP/EXP



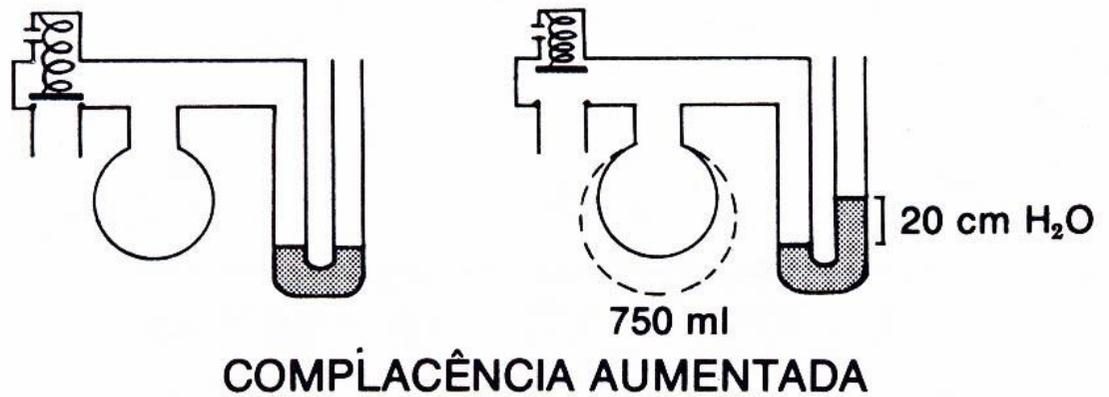
# VENTILADORES MECÂNICOS

## CICLAGEM INSP/EXP

- PRESSÃO
- VOLUME
- TEMPO

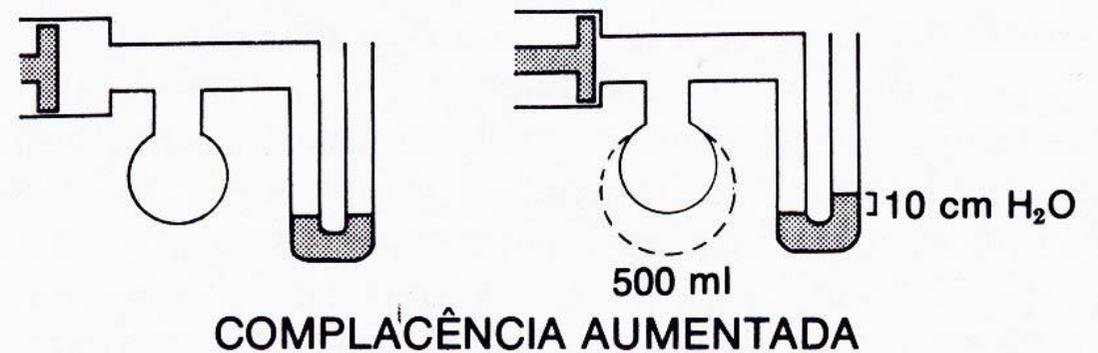
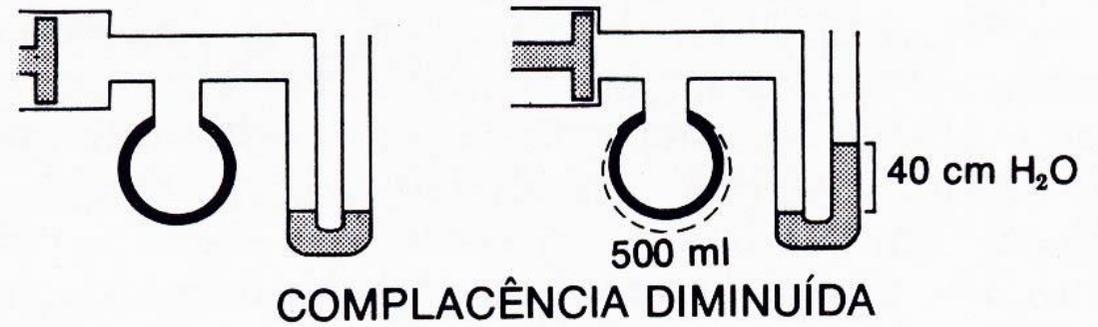
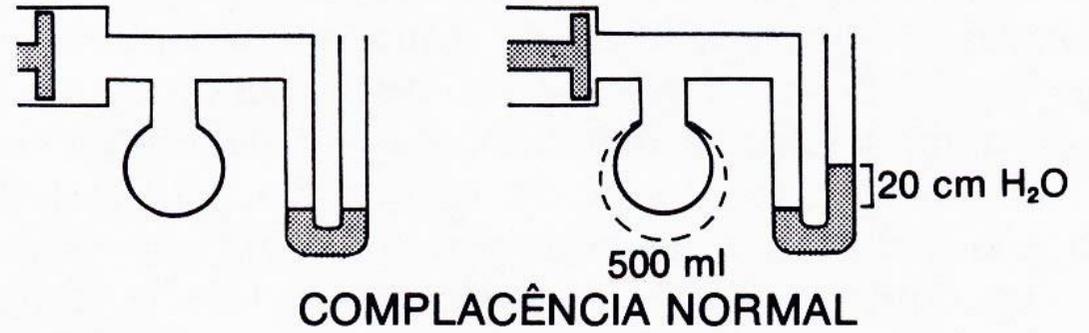


# PRESSÃO PRÉ-FIXADA



# VOLUME PRÉ-FIXADO

## VOLUME PREFIXADO — PRESSÃO VARIÁVEL



# VENTILADORES MECÂNICOS

## Ventilação:

Processo de eliminação  
do gás carbônico  
do interior dos pulmões



# VENTILADORES MECÂNICOS

## Funções do Ventilador:

- 🌐 Ventilação
- 🌐 Oxigenação
- 🌐 Umidificação



# VENTILADORES MECÂNICOS

# REGULAGEM DE RESPIRADORES



# REGULAGEM

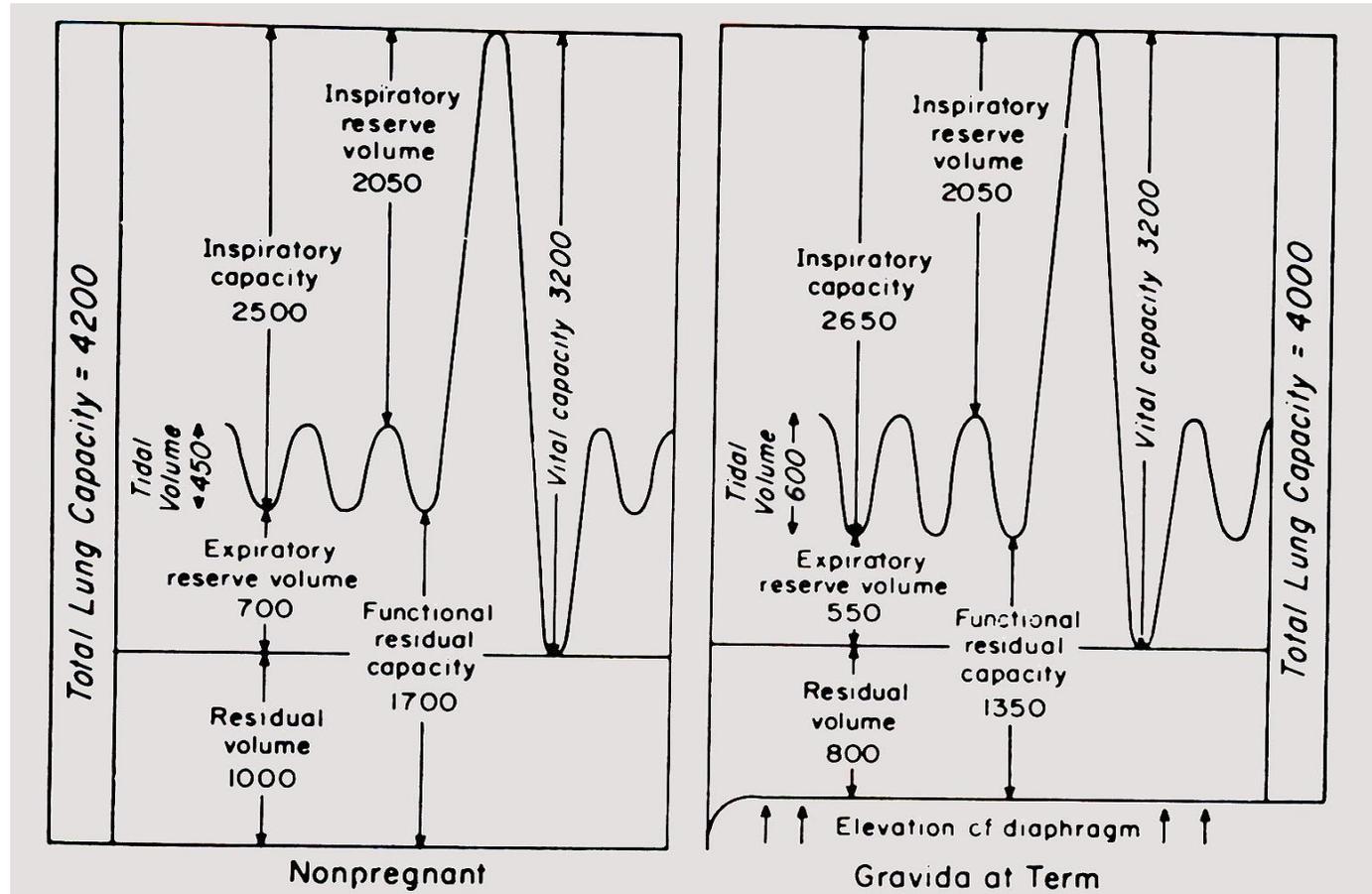
## PARÂMETROS FUNDAMENTAIS

- ★ Volume corrente
- ★ Frequência Resp.
- ★ 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 Resp.**

**Número de  
incursões  
respiratórias  
por minuto**





# PARÂMETROS FUNDAMENTAIS

---

**Faixa Etária**

**Frequência respiratória**

---

**Neonatos**

**40 a 60**

**Lactentes**

**30 a 40**

**Crianças**

**20 a 30**

**Adultos**

**10 a 20**

**i.p.m.**



# PARÂMETROS FUNDAMENTAIS

Ventilação depende do V.M.R.

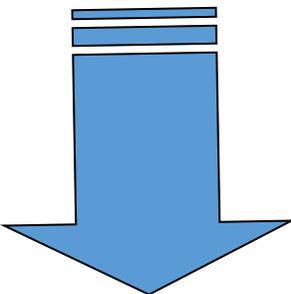
$$VMR = V_t \cdot f$$

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



# PARÂMETROS FUNDAMENTAIS

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



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



10 ml/Kg



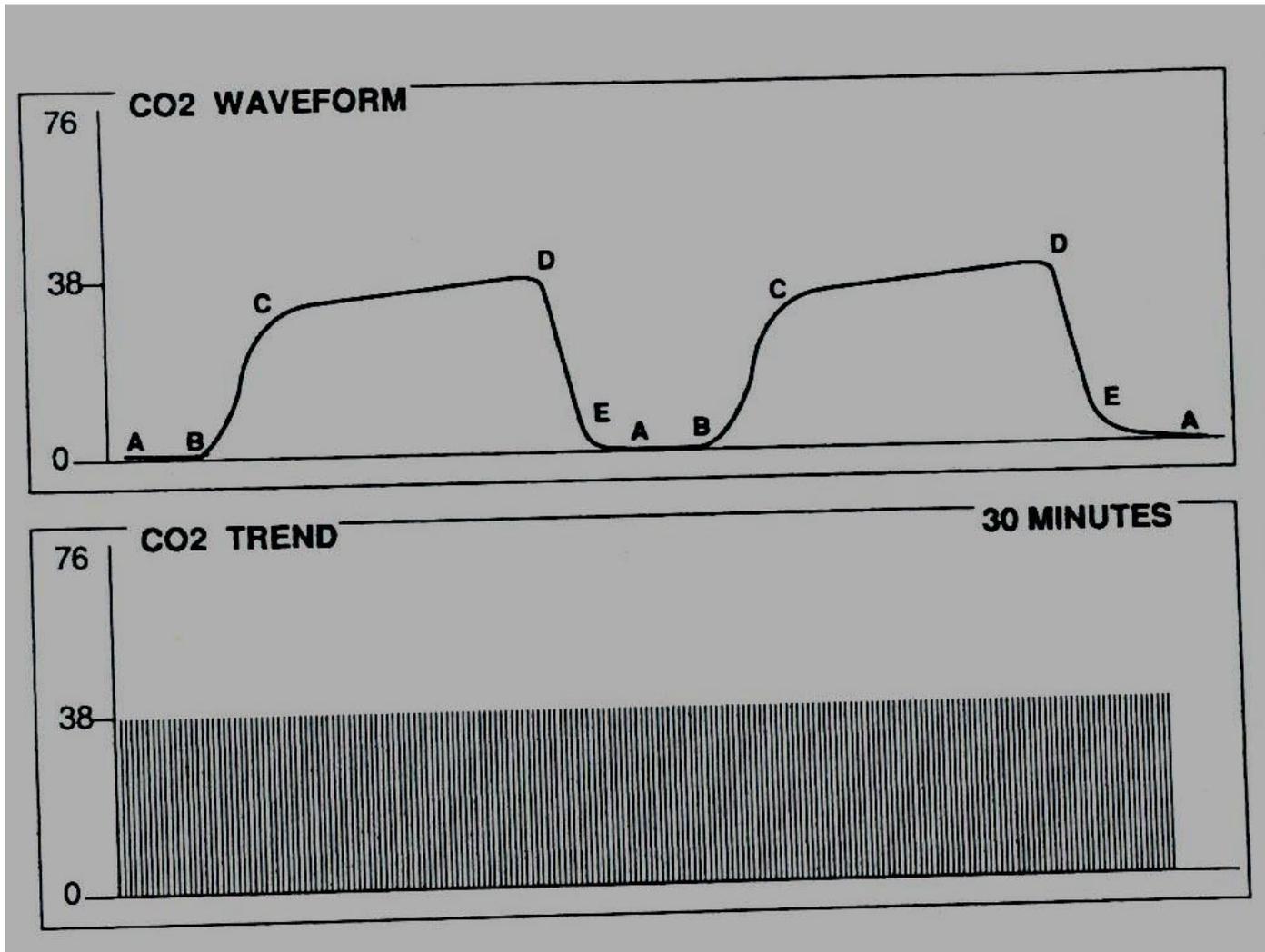
2,2 ml/Kg



# PARÂMETROS FUNDAMENTAIS



# PARÂMETROS FUNDAMENTAIS



# PARÂMETROS FUNDAMENTAIS

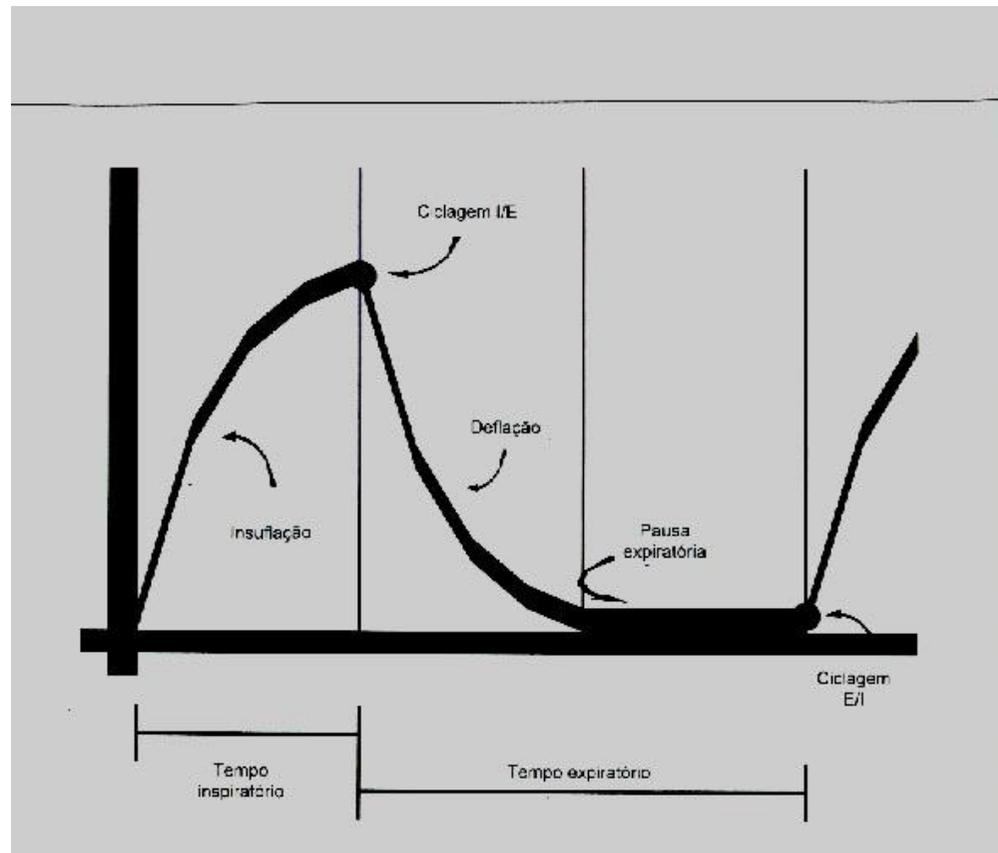
## ★ Relação insp/exp

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

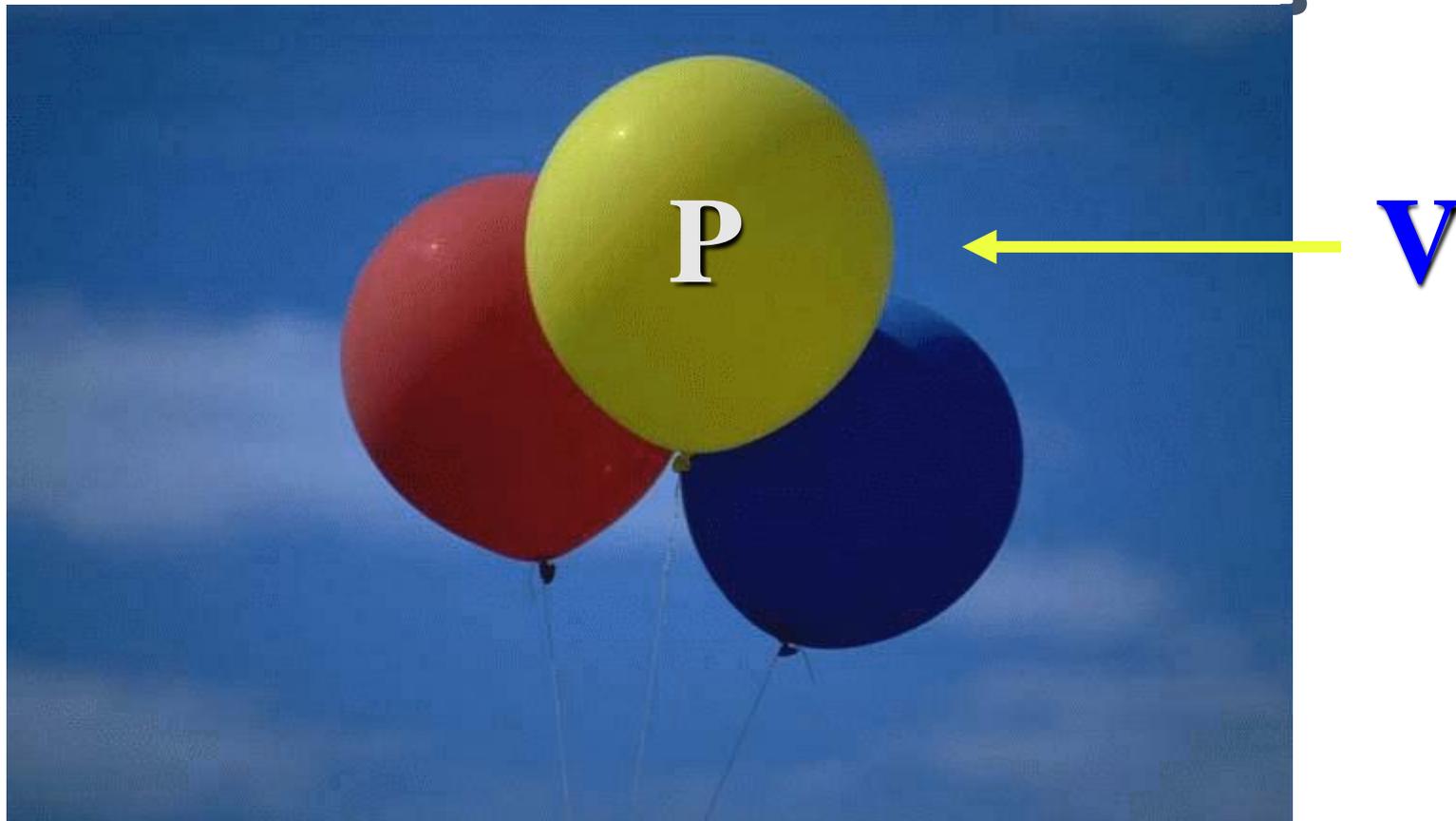
## 😊 Pressão de insuflação

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

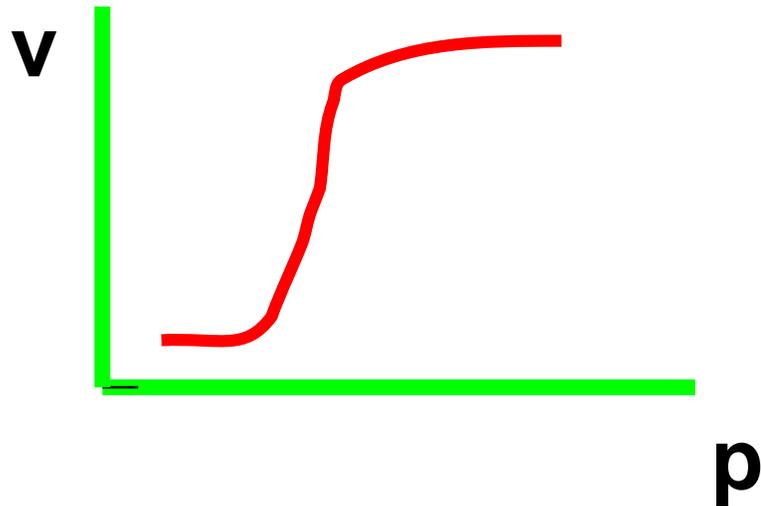


# PARÂMETROS INDIRETOS

😊 Pressão de insuflação



# PARÂMETROS INDIRETOS



$$y = ax + b$$

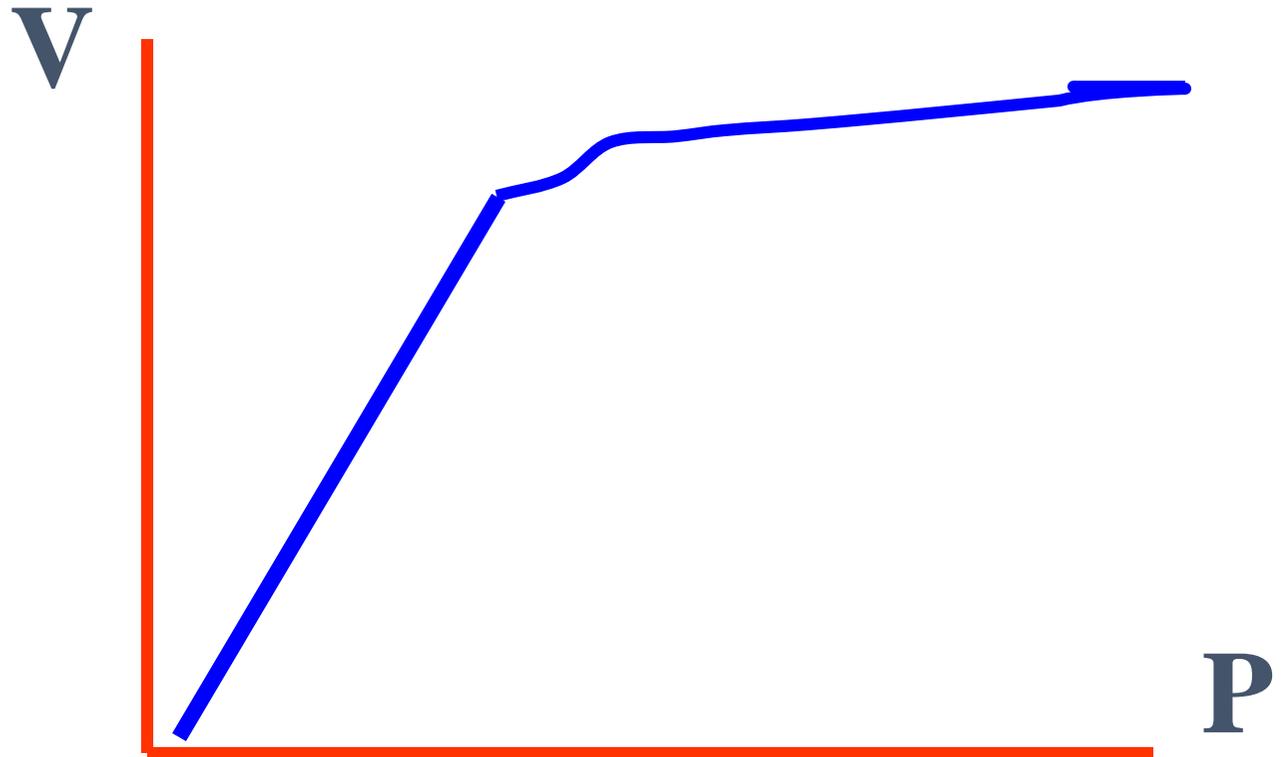
$$a = y/x$$

$$C = V/P \quad \text{ml/cm}^2\text{água}$$

complacência normal = 50 ml/cm de água

# PARÂMETROS INDIRETOS

## 😊 Pressão de insuflação



# PARÂMETROS INDIRETOS

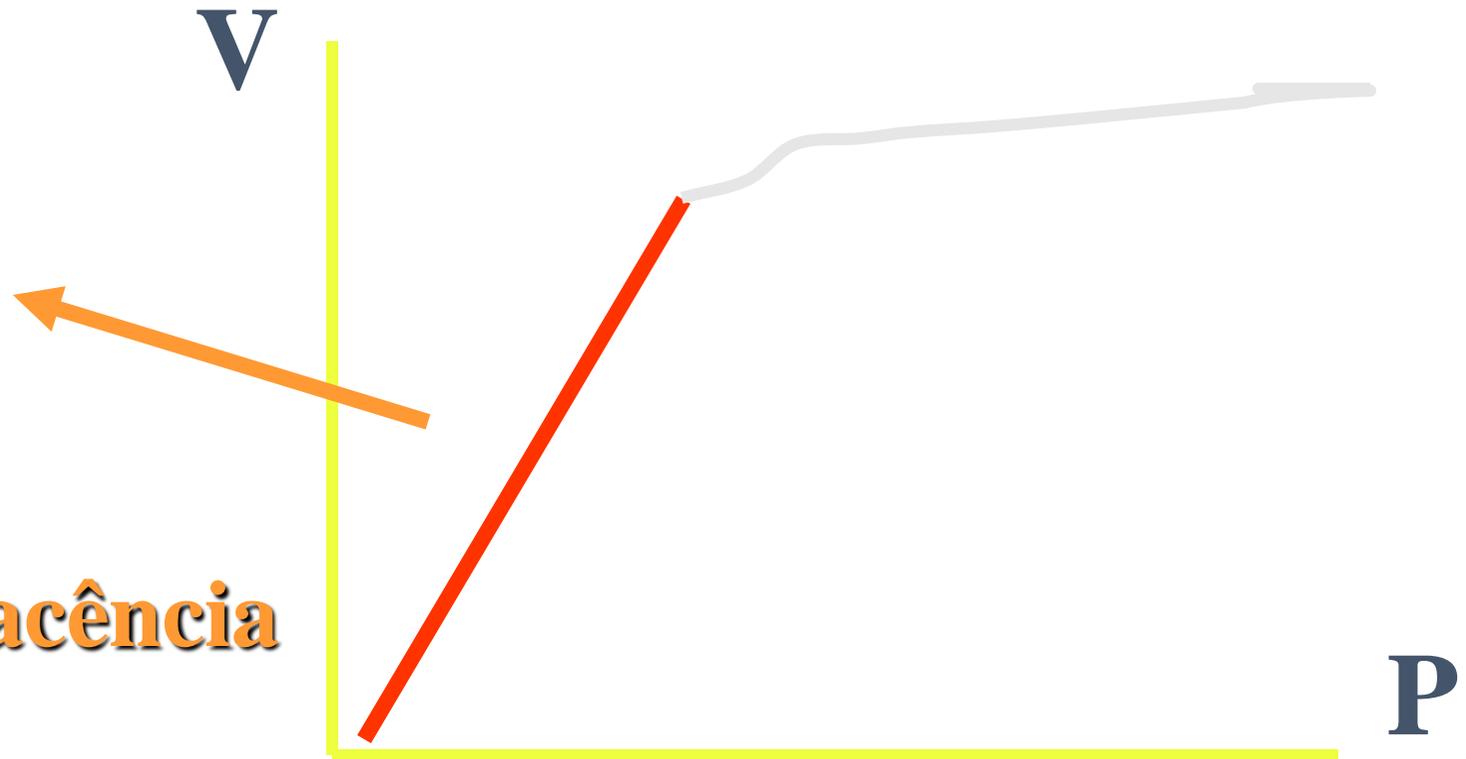


## Pressão de insuflação

$$Y = aX + b$$

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

$V/P = \text{Complacência}$



# PARÂMETROS INDIRETOS

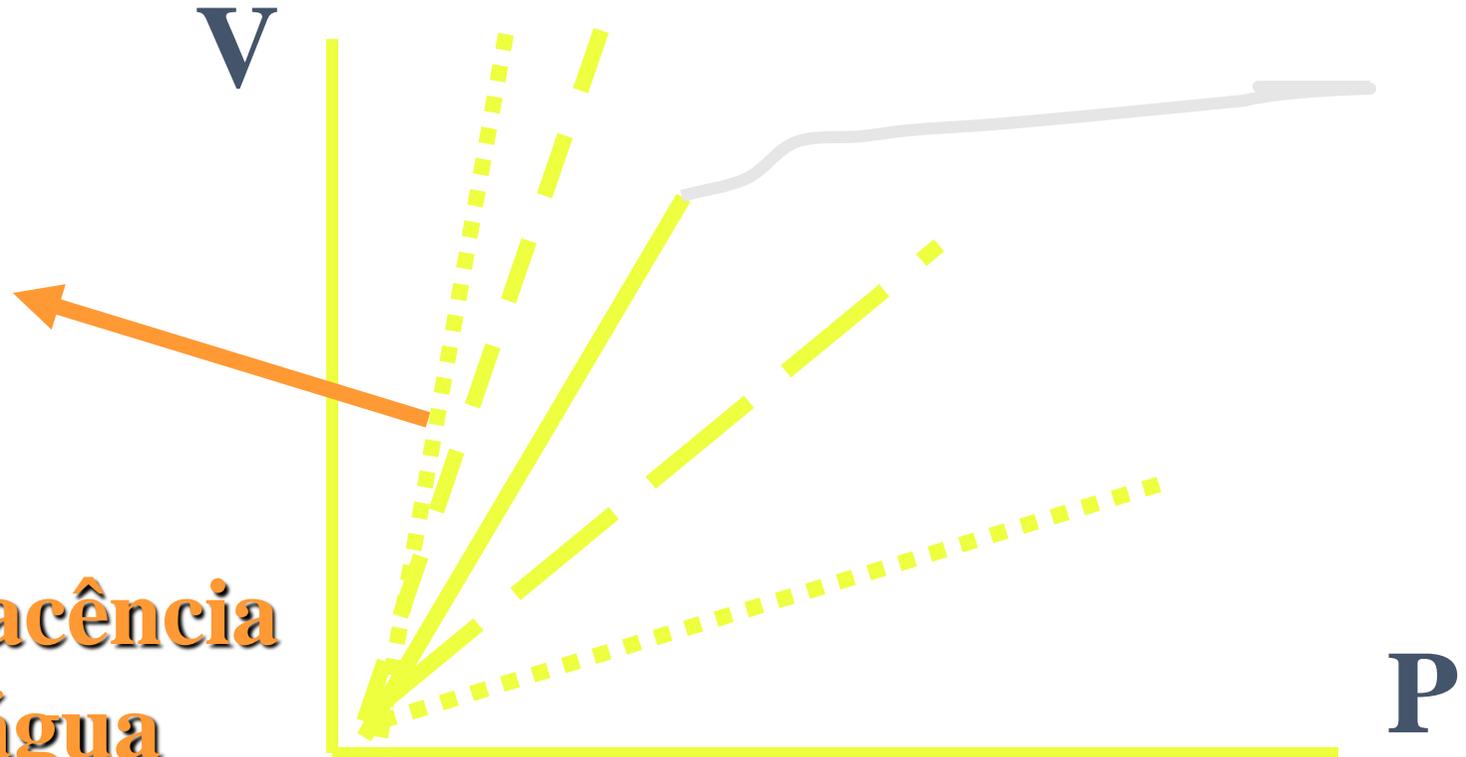


## Pressão de insuflação

$$Y = aX + b$$

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

$V/P =$  Complacência  
ml/cm de água



# PARÂMETROS INDIRETOS

## 😊 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

 Fluxo

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



# FLUXO

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



# Fluxo



$$F = V/t_i$$



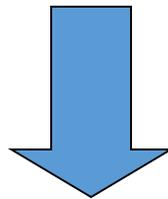
# PARÂMETROS INDIRETOS



## Fluxo

Respirador Volumétrico

Respirador Pressométrico



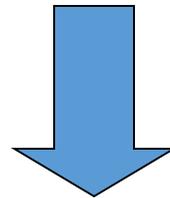
**Tempo Inspiratório**



# 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**







# VENTILADOR



RELAÇÃO I/E



FREQUÊNCIA



92

FC

113/ 68

PAI 65  
87 / 51

PVC 7  
99  
TA 35.7  
TB

IE

2. CICLAGEM A VOLUME

FP

VIR

IE

# VENTILADOR 675

RAQUEAL

LIGA

DESL.



RELAÇÃO I/E



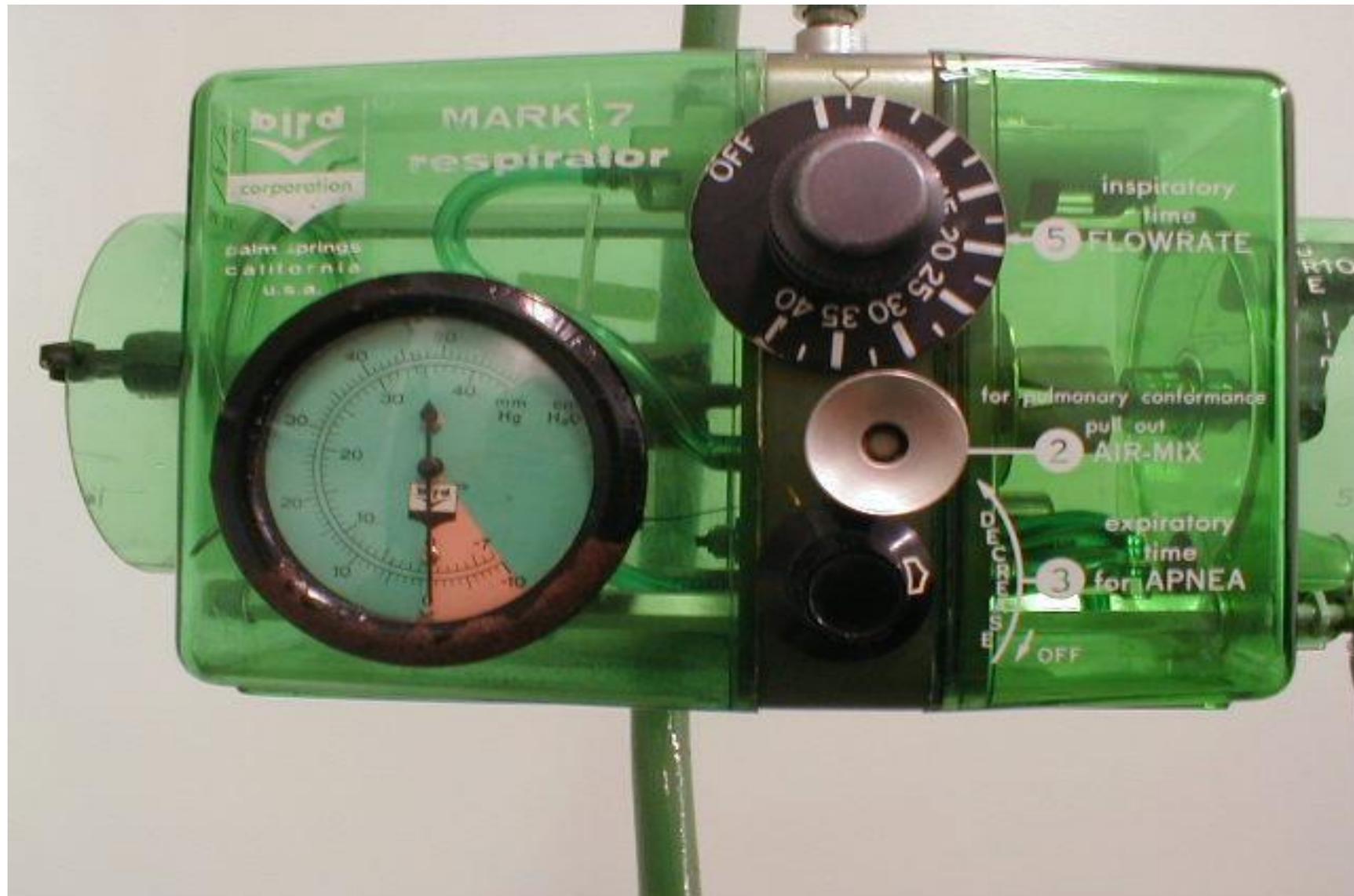
FREQUENCIA

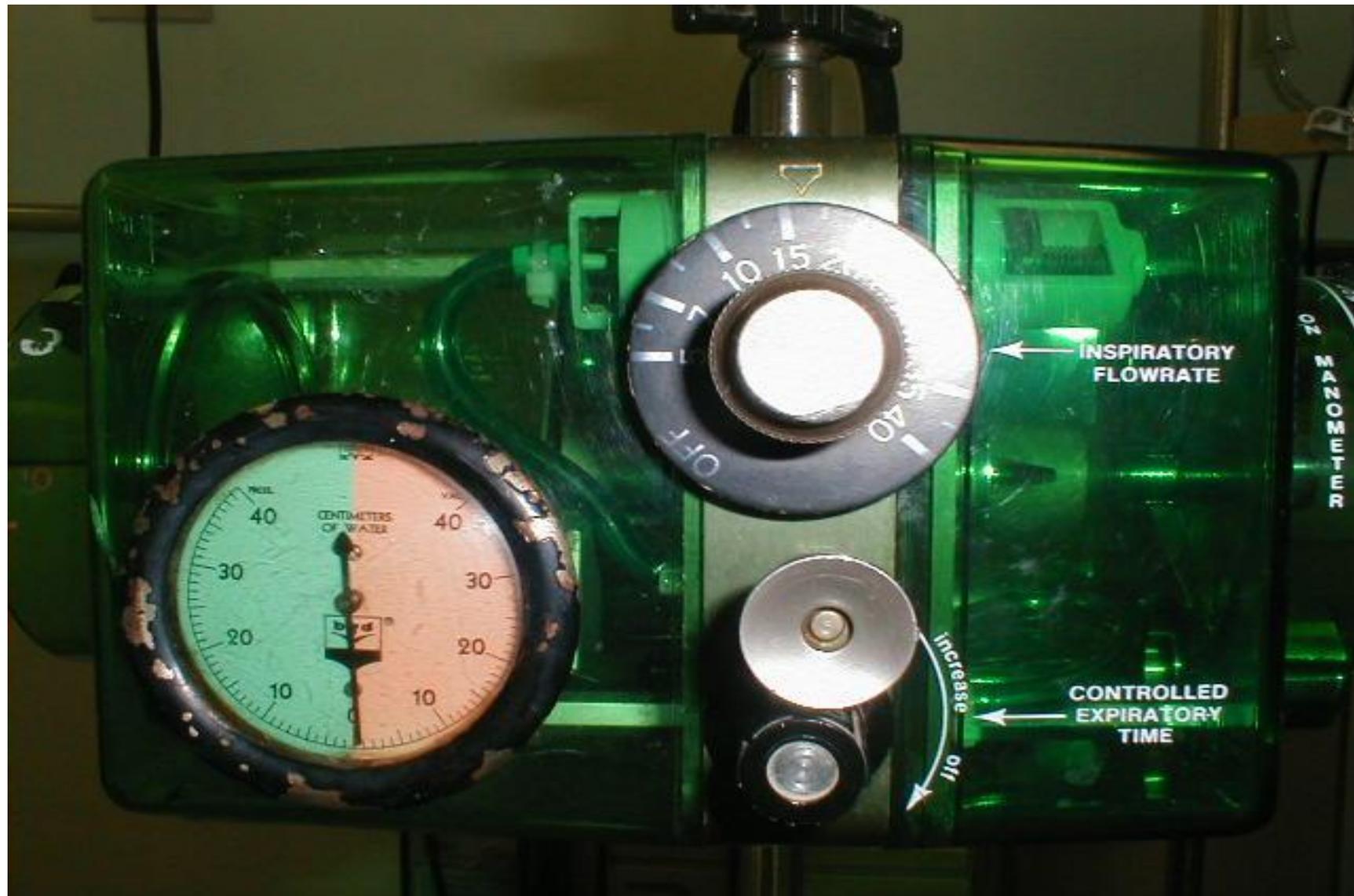


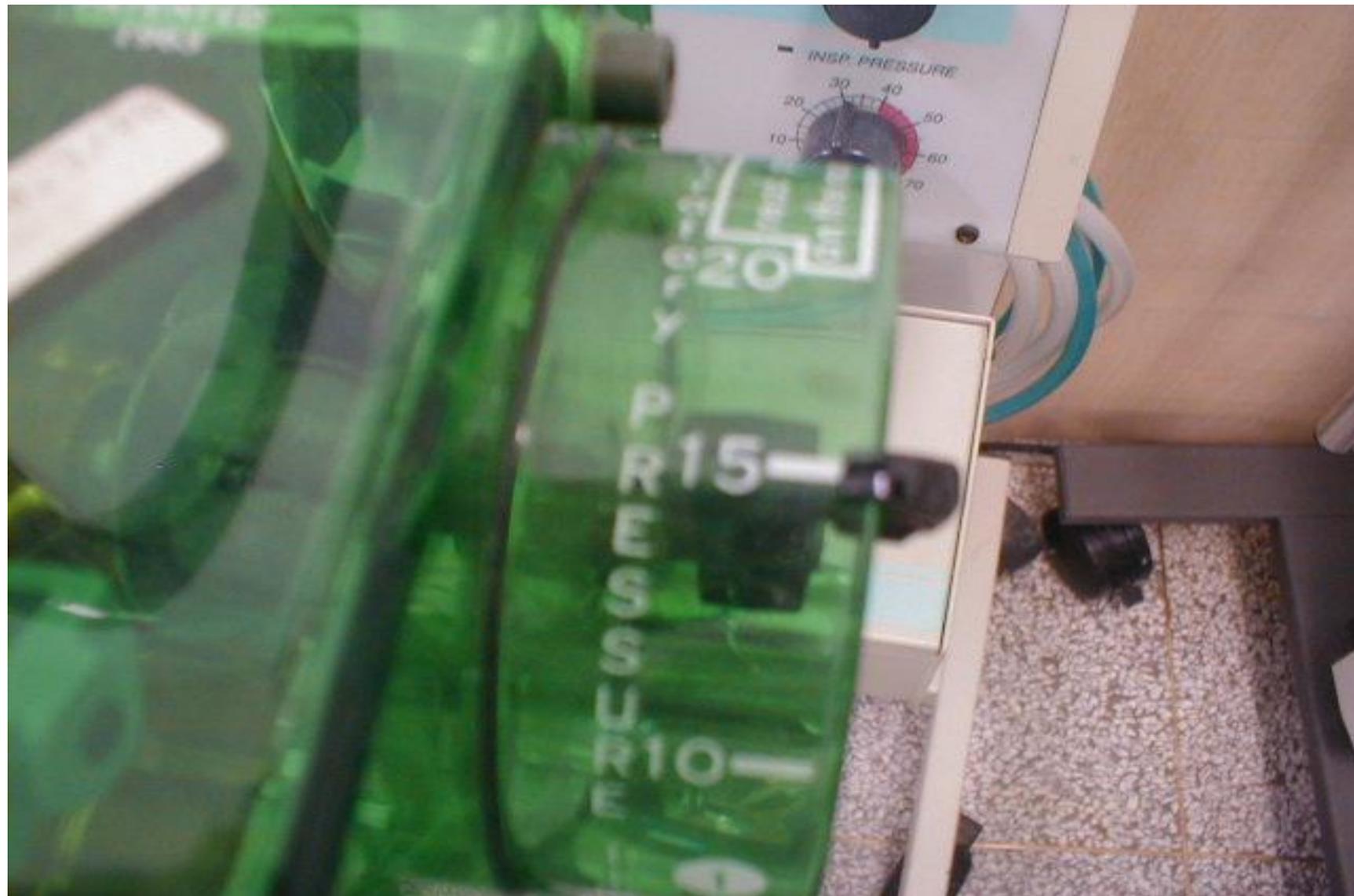
DESL.

CONTROLE DE PRESSÃO













15 20 25 30 35 40

INSPIRATORY  
FLOWRATE





700

VT  
mL L

14

T<sub>insp.</sub>  
s

12

f  
rpm

100

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

P<sub>insp.</sub>  
mbar

$\Delta$ P<sub>ASB</sub>  
sobre PEEP

3

PEEP  
mbar





CERA  
707702

EXHALED VOLUME  
LITERS

RATE  
BPM

TEMPERATURE  
°C

IE RATIO



STATUS

POWER ON

MINUTE VOLUME

TIDAL VOLUME

ALARM SILENCE

NEBULIZER ON

MODE

CONTROL

ASSIST-CONTROL

SIMV

CPAP

RESPIRATORY SOURCE

SPONTANEOUS

CONTROLLED

ASSISTED

SIGH

ALERT

HIGH RATE

LOW OXYGEN PRESSURE

LOW AIR PRESSURE

PRESSURE LIMIT

INVERSE RATIO

OVER TEMPERATURE

ALARM

LOW EXHALED VOLUME

LOW PRESSURE

LOW PEEP/CPAP

APNEA

VENTILATOR INOPERATIVE

ON

OFF POWER

MINUTE VOLUME ACCUMULATE

CONTROL

ASSIST-CONTROL

SIMV

CPAP

MODE

NORMAL

1.00

50 1.50

SINGLE BREATH

10 100% 2.00

NORMAL TIDAL VOLUME

30 30

20 40

20 60

NORMAL RATE

50 60 70

30 80

20 90

10 100

0 110

0 120

NORMAL PRESSURE LIMIT

ALARMS

25 35 45

15 25 35

5 15 25

0 75

LOW INSPIRATORY PRESSURE

SIGH

1 2

20 30

50 60 70

40 80





# Ventilation Control

I:E RATIO

RATE

— E



INSP. TIME

EXP. TIME



MANUAL  
CYCLE



### Ventilation Control

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

INSP. TIME      EXP. TIME

This section contains two large black rotary knobs on the left and right. Between them are two horizontal black bars. The top bar is labeled "I/E RATIO" and "RATE" above it. The bottom bar is labeled "INSP. TIME" and "EXP. TIME" below it.

■ INSP. FLOW



■ PEEP / CPAP



Made in Brazil

■ INSP. PRESSURE



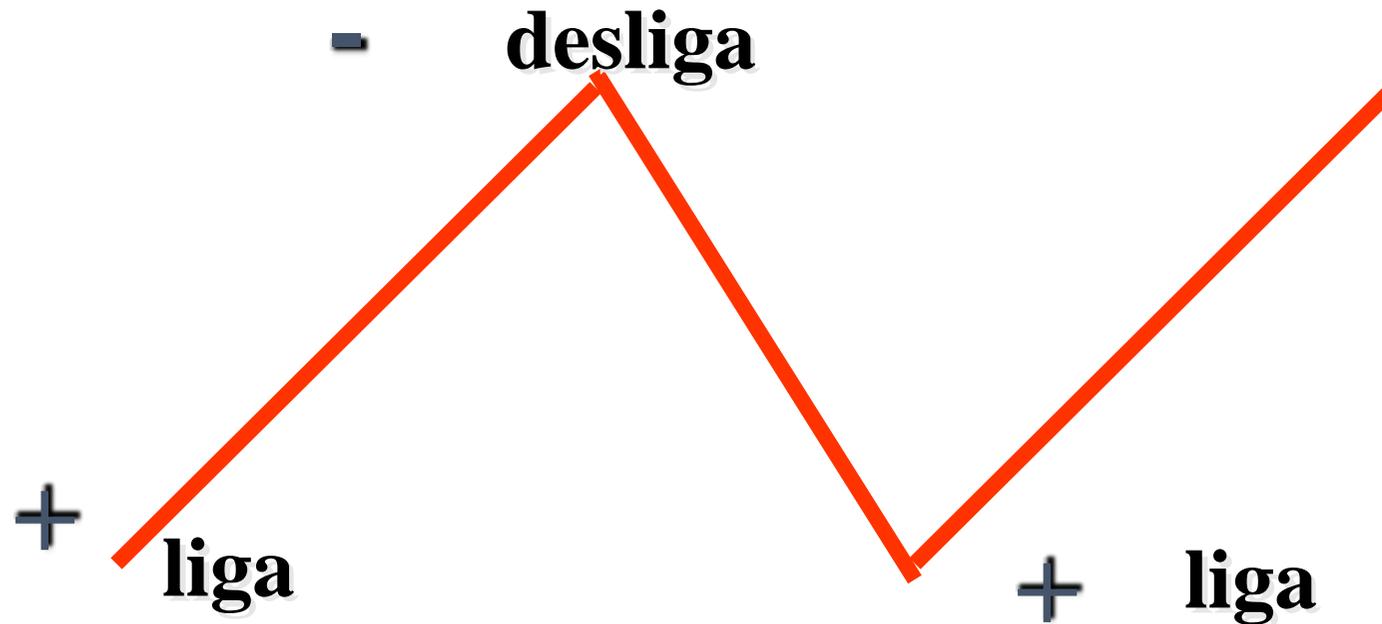
# VENTILADORES MECÂNICOS

## CLASSIFICAÇÃO

 **CICLAGEM EXP/INSP**



# ciclagem exp/ins



# VENTILADORES

## CLASSIFICAÇÃO

### CICLAGEM I/E

 **PRESSÃO**

 **VOLUME**

 **TEMPO**

### CICLAGEM E/I

 **CONTROLADOR**

 **ASSISTOR**

 **MISTO**

# VENTILADORES

## CLASSIFICAÇÃO

### CICLAGEM E/I

 **CONTROLADOR**

 **ASSISTOR**

 **MISTO**

# VENTILADORES MECÂNICOS

## CICLAGEM EXP/INSP

- CONTROLADOR
- ASSISTOR
- MISTO



