

**Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ**

**Escola de Equitação do Exército - EsEqEx**

## **III Ciclo de Atualização do Cavalo Atleta**

**Marcos Jun Watanabe**

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Universidade Estadual Paulista

Campus Botucatu

**Abril - 2010**

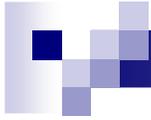
# III Ciclo de Atualização do Cavalo Atleta



## Fisiologia Cardio- Respiratória de Cavalos Atletas

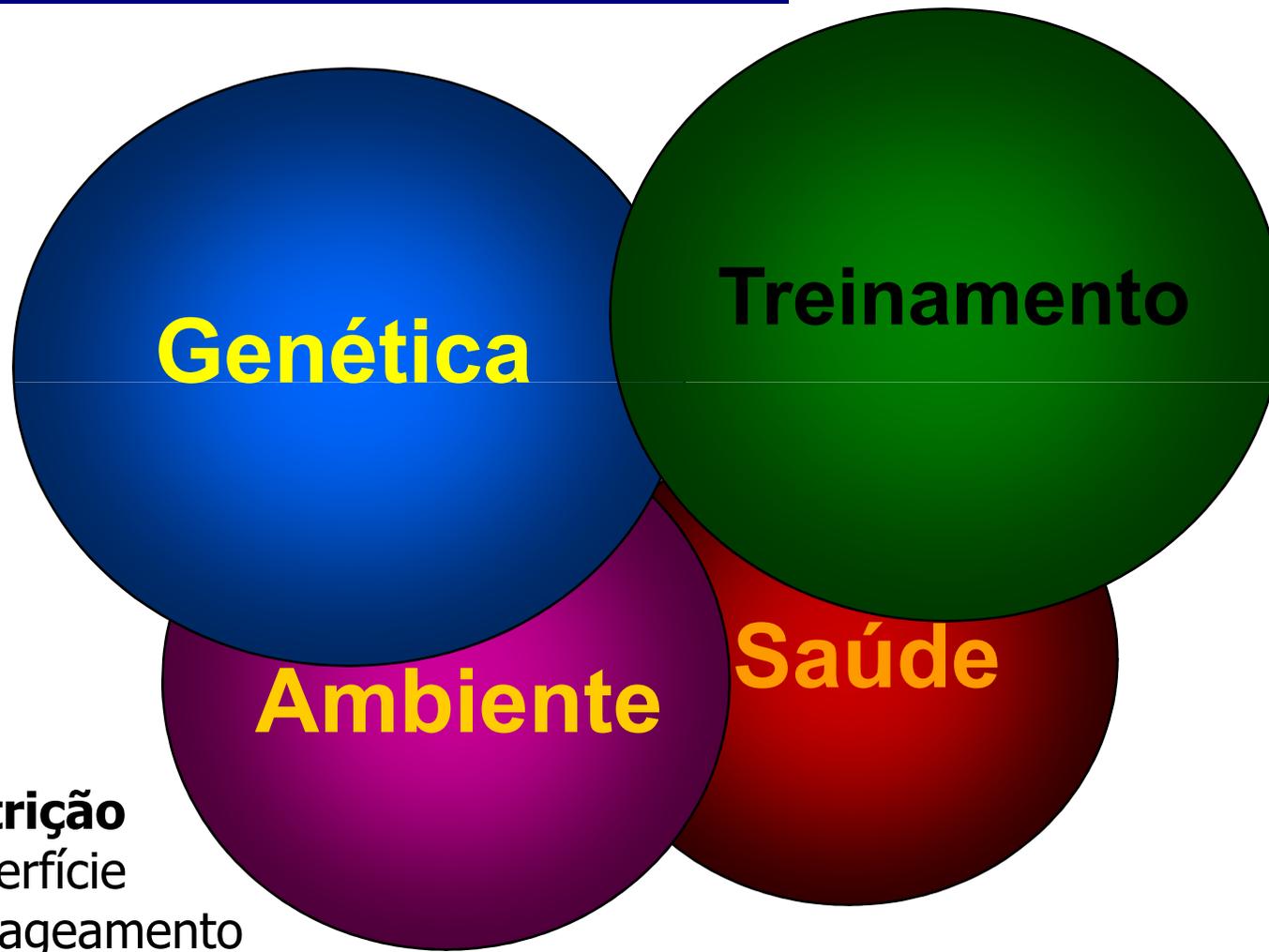
Marcos Jun Watanabe

Abril - 2010



# Conceitos sobre o cavalo atleta

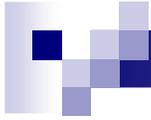
O desempenho atlético  
depende de vários fatores



- **Nutrição**
- Superfície
- Ferrageamento
- Ginete

# Refinada interação entre os sistemas

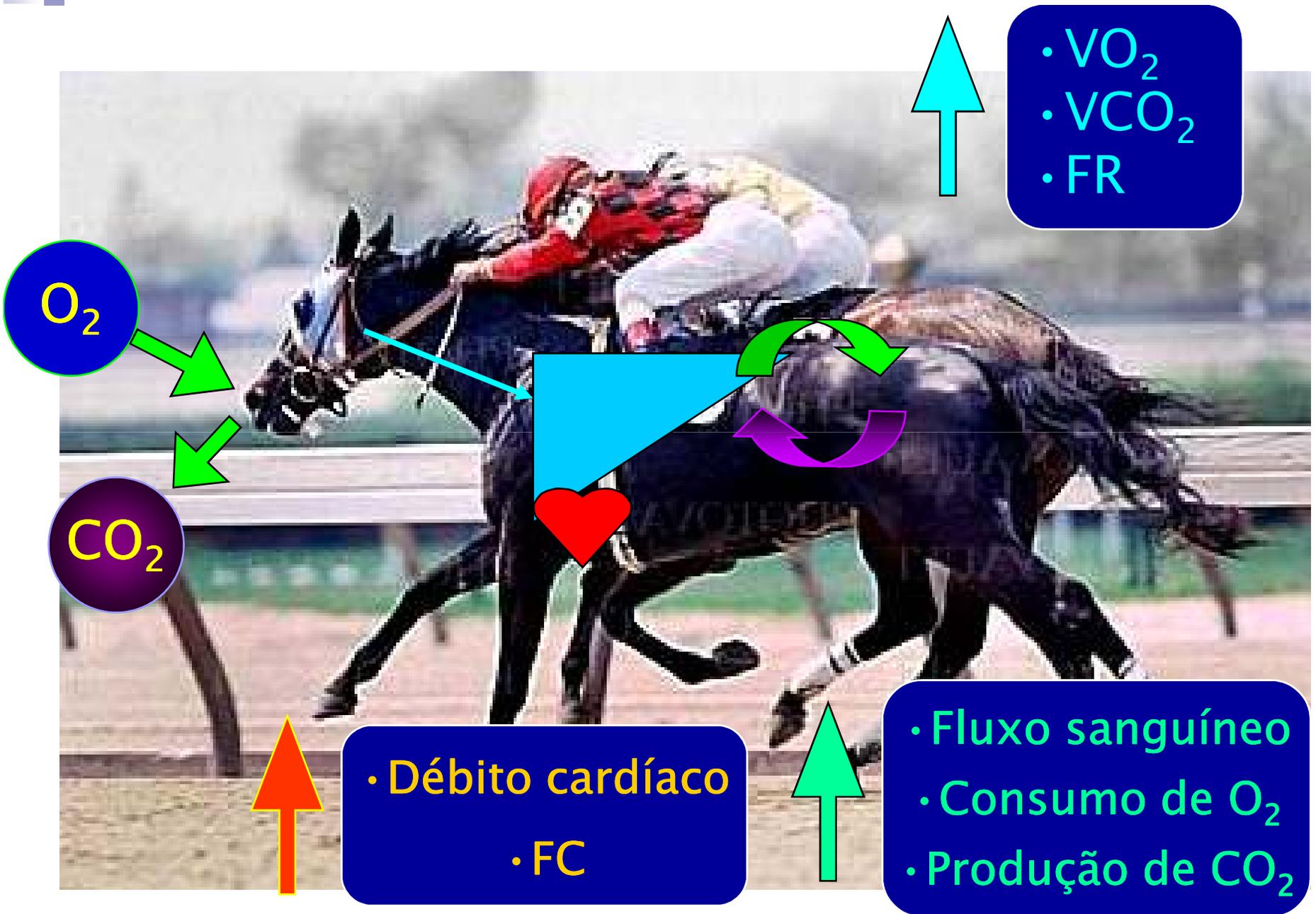
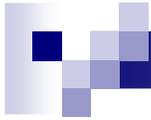




---

---

Durante o exercício são observadas alterações marcantes no organismo, tanto metabólicas quanto fisiológicas.



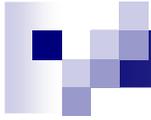
# EXERCÍCIO x ESPORTE



**EXIGÊNCIA**



**EXPOSIÇÃO**



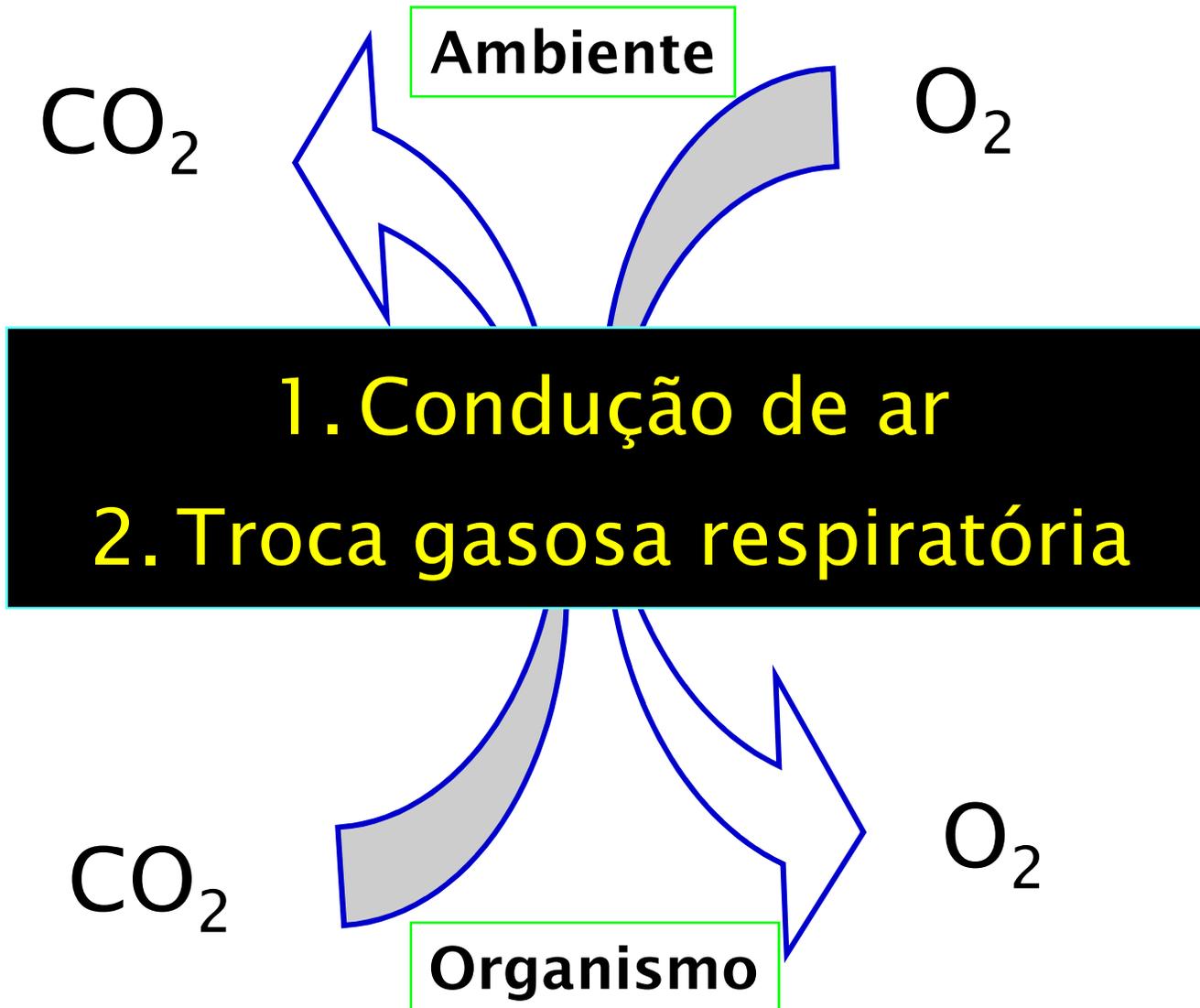
# Sistema Respiratório



## Funções do sistema respiratório

- Fonação
- Olfacção
- Regulação da temperatura corporal
- Excreção (prostaglandinas, serotonina, bradicinina)
- Equilíbrio ácido-base

Principal função do sistema respiratório



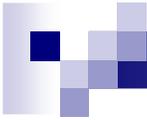
# Importância para os animais

Oxigênio

Respiração celular

Produção de ATP

Manutenção de processos vitais



# Sistema Respiratório e Cavalo Atleta

- Existem evidências de que o sistema respiratório possa ser um fator limitante para a máxima performance, mesmo em equinos hípidos;
- Alterações discretas no sistema respiratório podem prejudicar o metabolismo aeróbico durante o exercício.

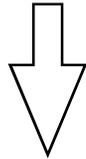
LEKEUX e ART (1994)

# Alterações no Trato Respiratório

Animais



Risco de vida

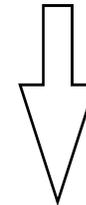


**Morte**

Equinos



Desempenho Atlético



**Locomoção**

# Refinada interação entre os sistemas

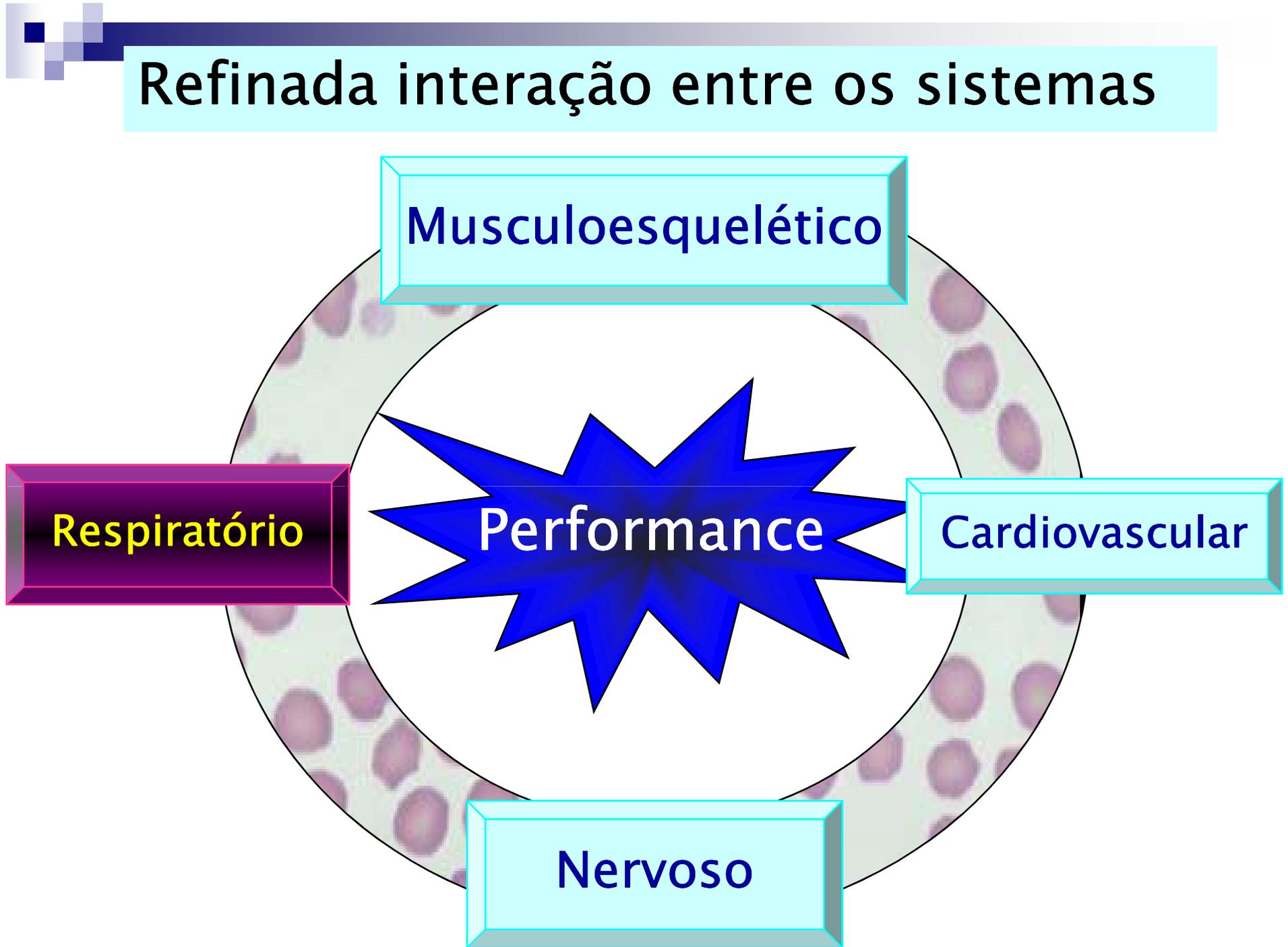
Musculoesquelético

Respiratório

Performance

Cardiovascular

Nervoso



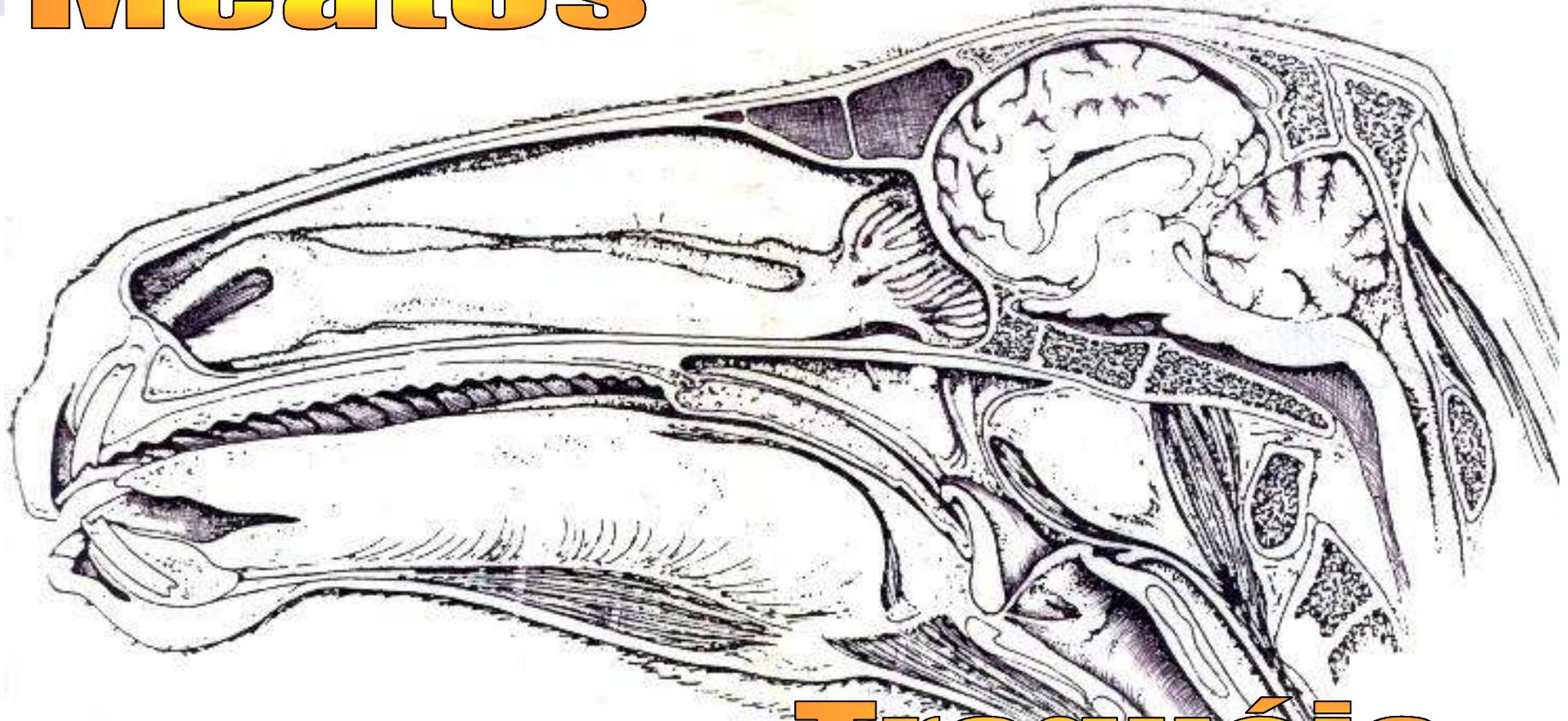
# Inspiração

**Ar ambiente**  
**760 mmHg**

79% de N<sub>2</sub>  
0,03% de CO<sub>2</sub>  
21% de O<sub>2</sub>



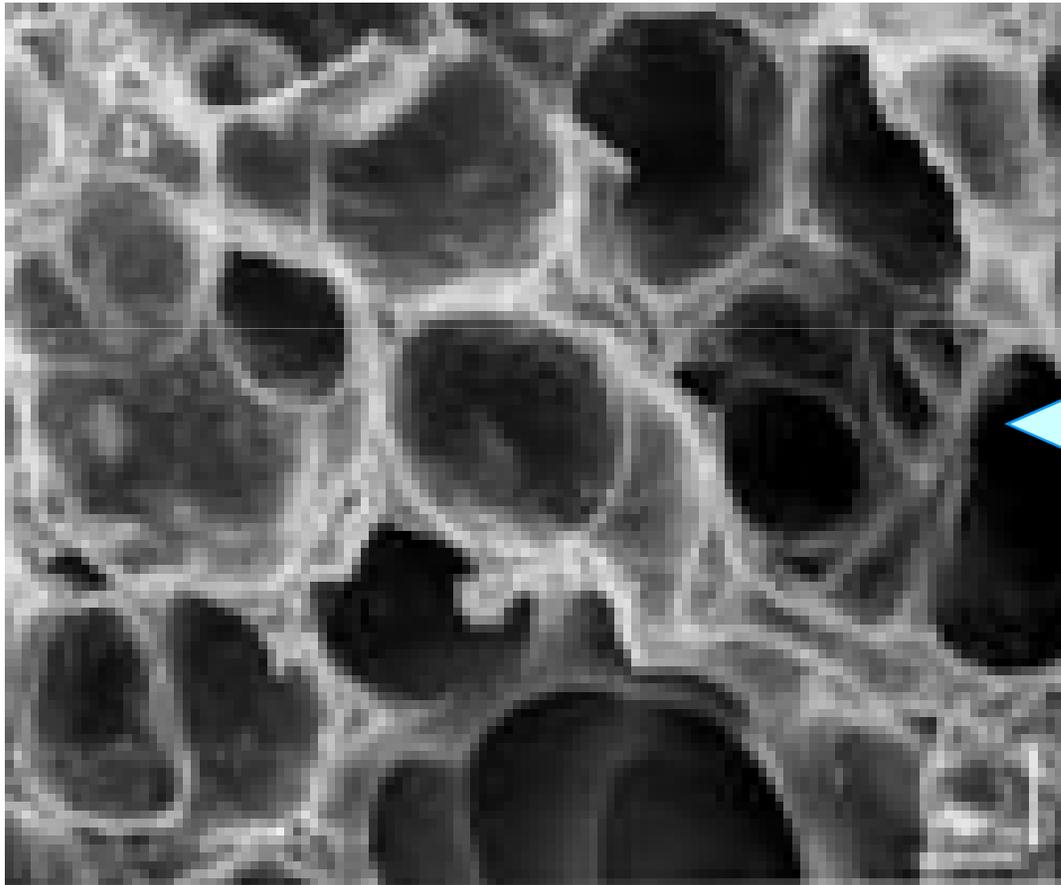
# Meatos



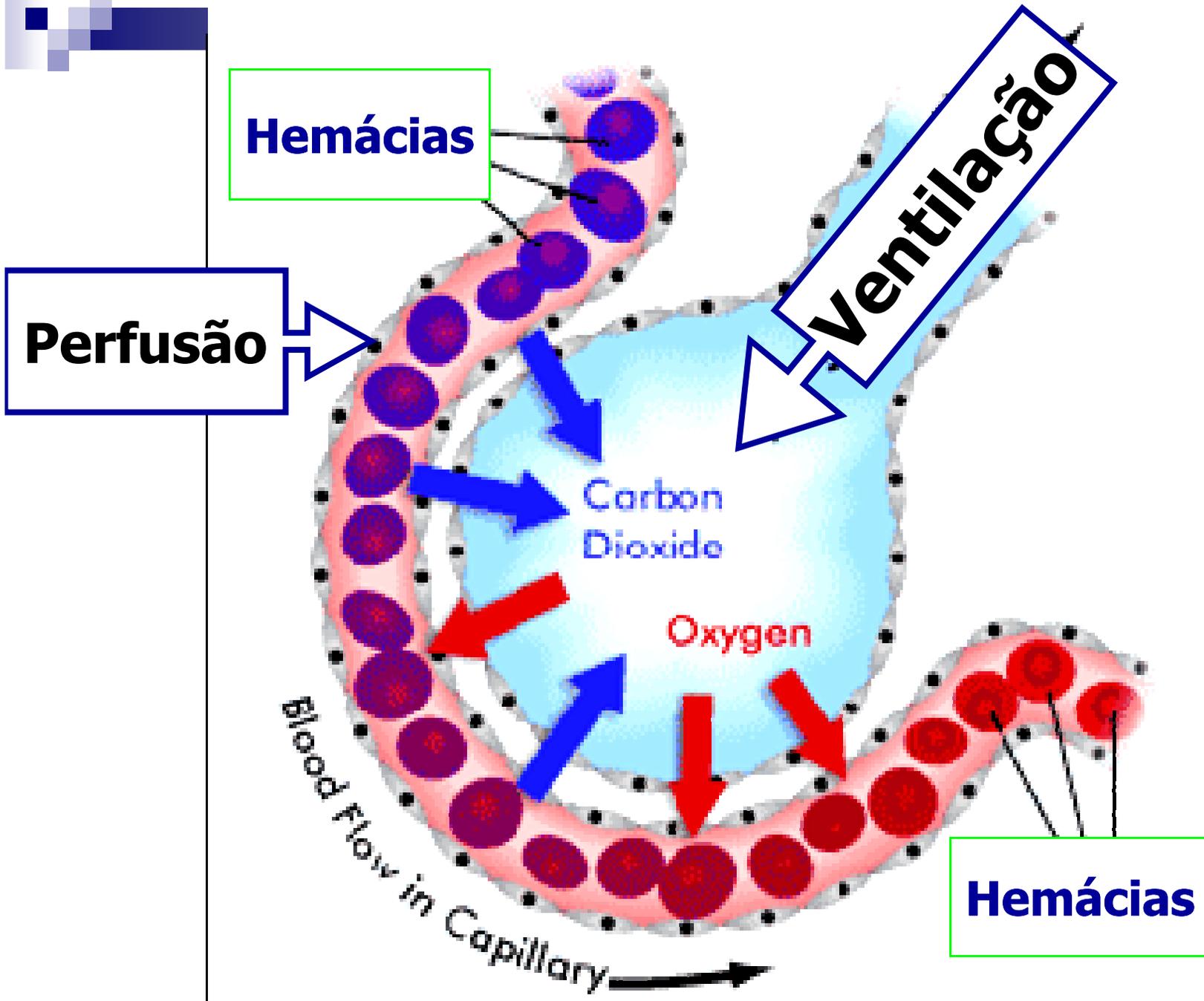
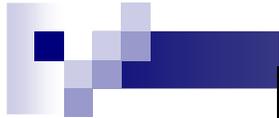
**Traquéia**

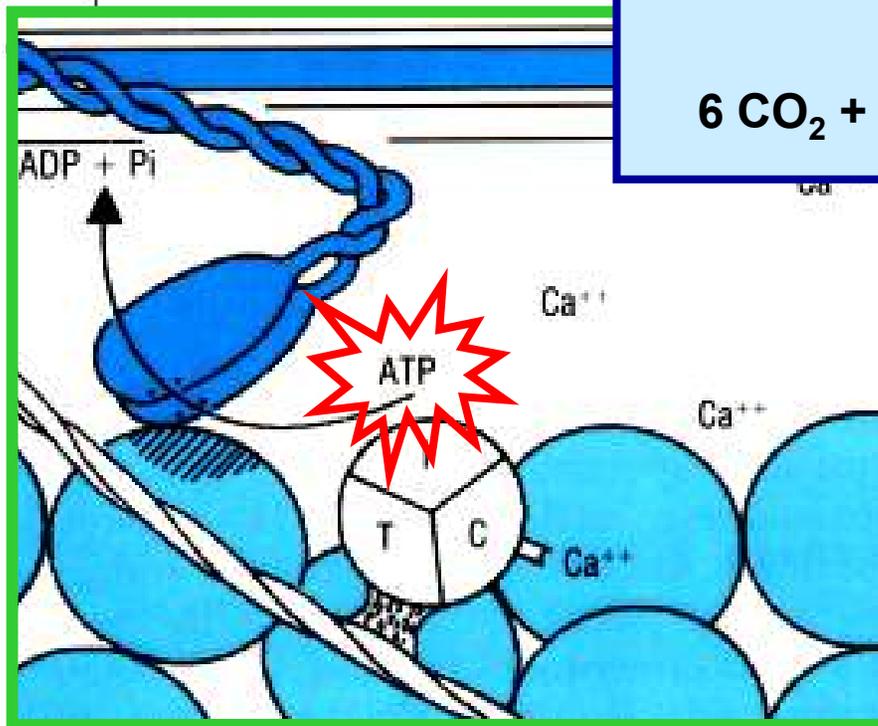
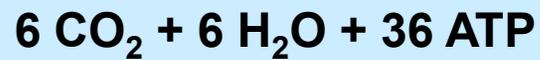
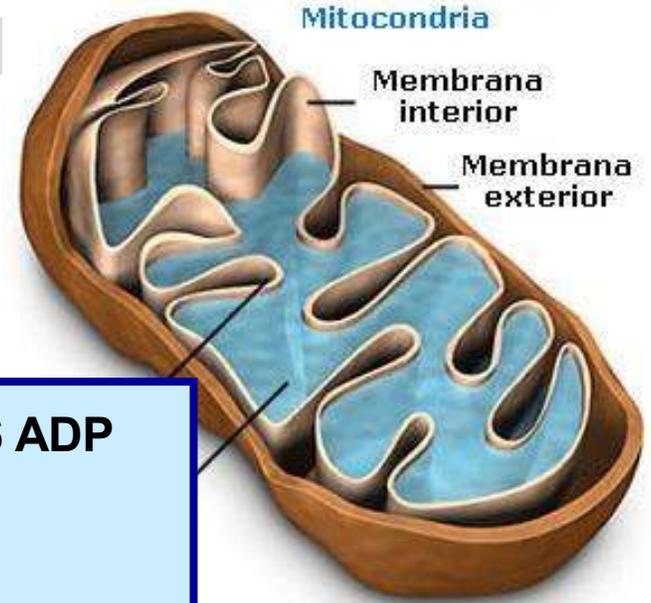
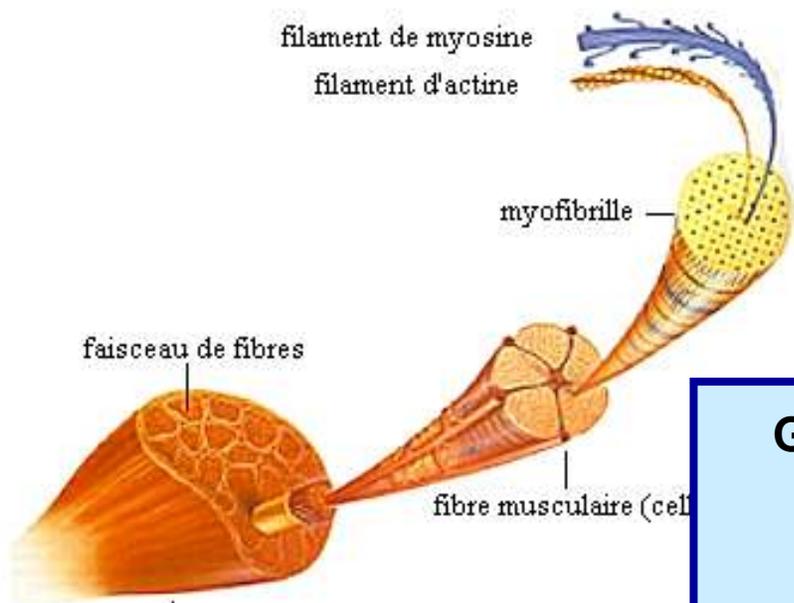
**Brônquios**

# Alvéolos



Ventilação



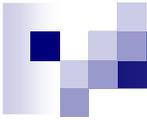


Deslizamento dos filamentos de actina sobre os de miosina

# Contração muscular



Locomoção



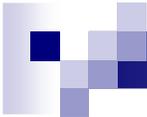
# Redução desempenho atlético

Definição:

Incapacidade de atingir níveis de desempenho atlético anteriormente observados.

(GEOR, 2002)

- ✓ Alterações que ocorrem durante o exercício ou que o influenciam mesmo de maneira discreta.
- ✓ A diferença entre o vencedor e o 2º colocado muitas vezes é mínima.



256 cavalos com queixa de redução de desempenho atlético

MARTIN et al. (2000) – University of Pennsylvania

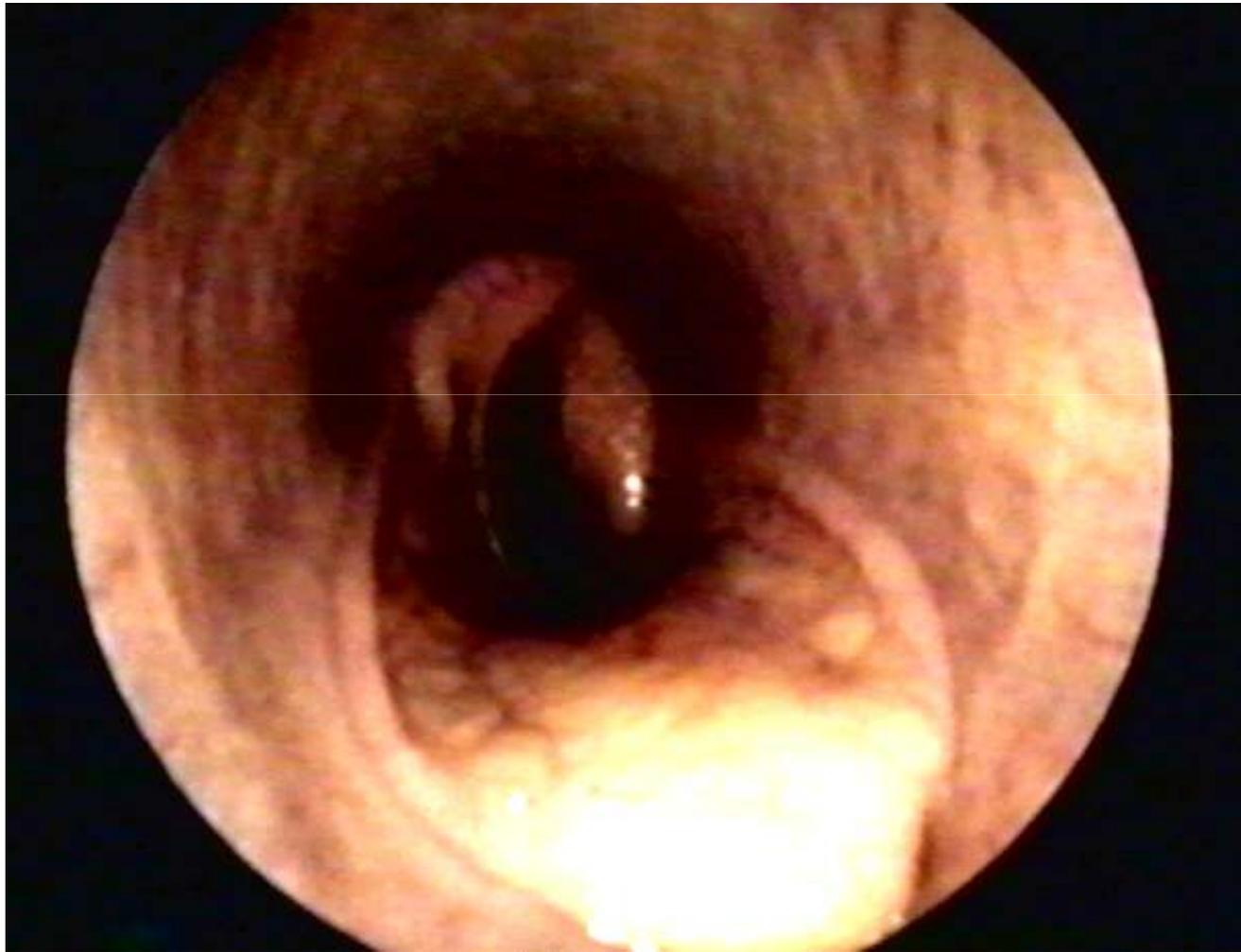
42,6% – Obstrução dinâmica das vias aéreas

21,5% – Arritmias clinicamente importantes durante o exercício

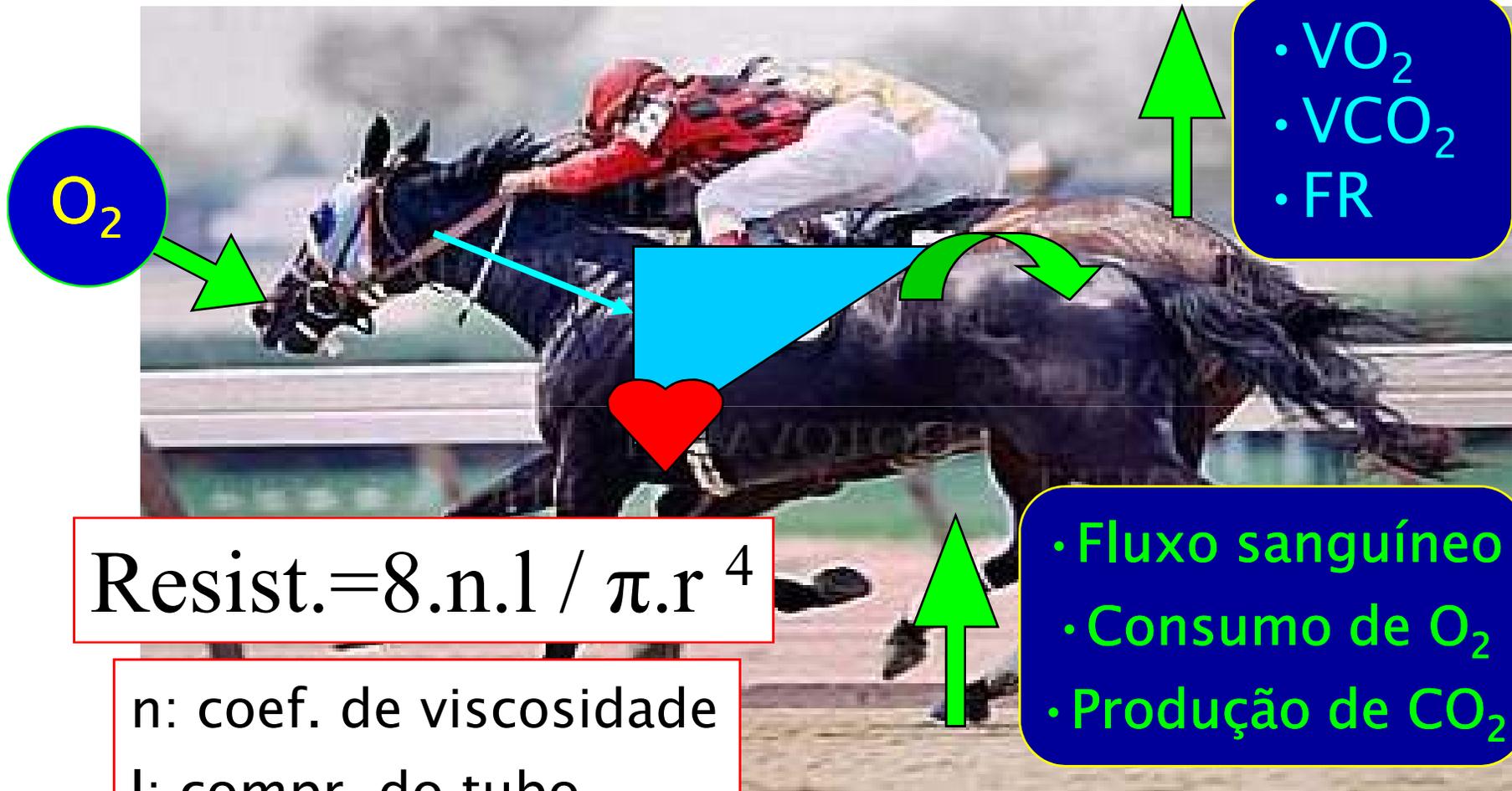
# Caso clínico

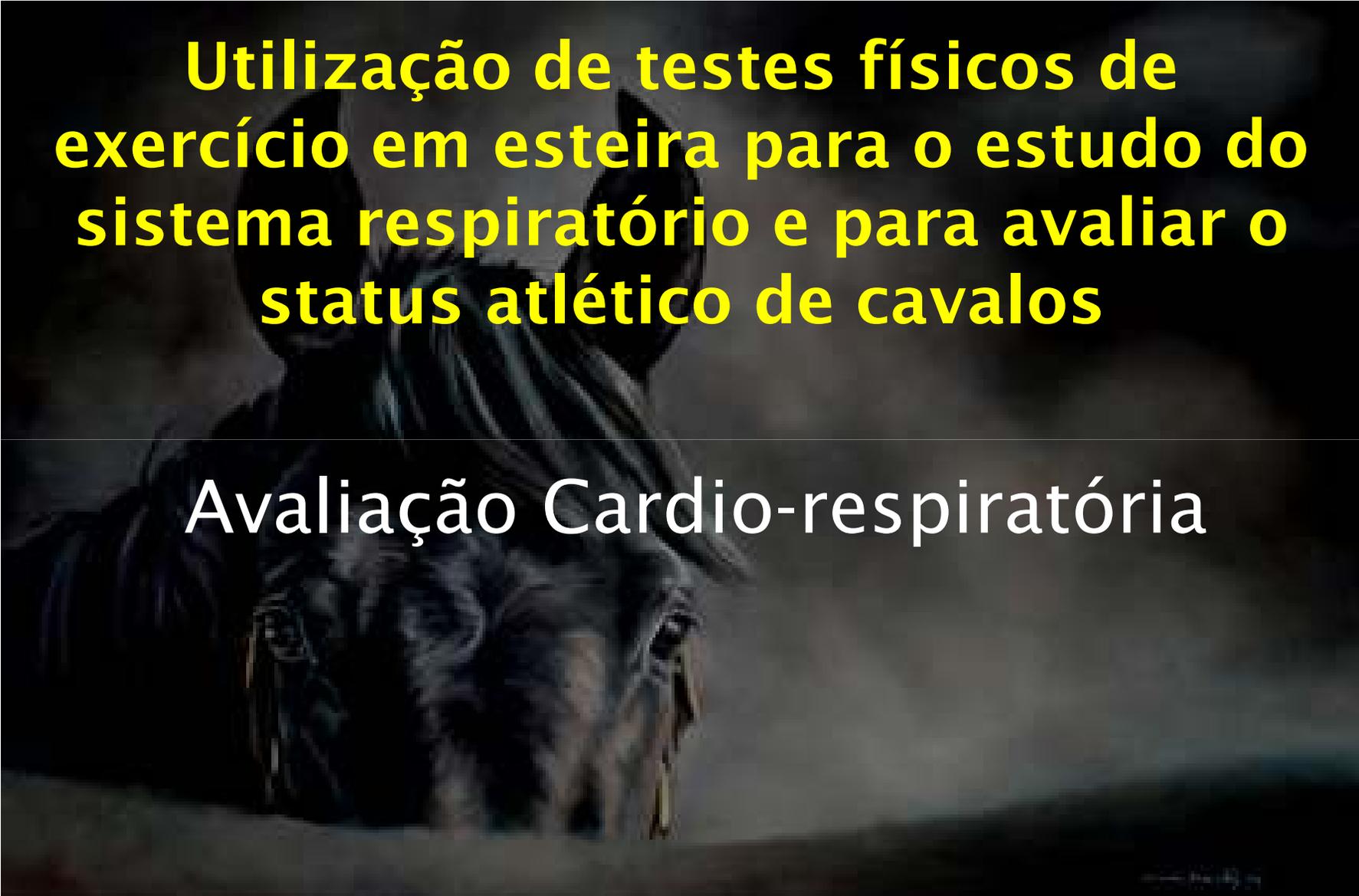
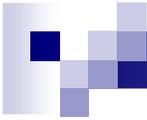
- Eqüino
- Mangalarga Marchador
- Macho castrado
- 8 anos de idade
- Exercício de baixa intensidade longa duração
- Queixa: 30 dias após período de tratamento com Vitamina E e Selênio, apresentou queda de desempenho.
- Diagnóstico: ???

# Hemiplegia laringeana esquerda



# Por que há queda de desempenho?





**Utilização de testes físicos de exercício em esteira para o estudo do sistema respiratório e para avaliar o status atlético de cavalos**

**Avaliação Cardio-respiratória**

# Teste Físicos de Exercício

Fase preparatória  
Instrumentação

Protocolo de exercício

Monitoramento  
Pós-exercício



## Tipos de testes (protocolos de exercício)

– Carga de esforço/ tempo –

- 1. Padrão de exercício progressivo**
- 2. Alta intensidade e rápida aceleração**
- 3. Baixa intensidade e longa duração**

# O metabolismo energético caracteriza o exercício

MARLIN, NANKERVIS (2003)

	Pico de energia (mmol ATP/kg/s)	Tempo p/ alcançar o pico de energia	Requerimento de O <sub>2</sub> (mmol O <sub>2</sub> /ATP)	Tempo de exercício para a fadiga
<b>Anaeróbico</b>				
ATP	11,2	<1s	0	Segundos
CreatinaP	8,6	<1s	0	Segundos
Carboidrato → lactato	5,2	<5s	0	Minutos
<b>Aeróbico</b>				
Carboidrato → CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	2,7	2-3min	0,167	Horas
AGL → CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	1,4	30min	0,177	dias

1. Alta intensidade e rápida aceleração
2. Baixa intensidade e longa duração
3. Padrão de exercício progressivo



# Ciclo de Energia

Tempo estimado de exaustão das reservas de energia corpórea correlacionada com o  $V_{O2max}$  em cavalo de 500kg.

Reserva corpórea total (kJ) McMiken (1983)		Momento de exercício em:		
		$60\%V_{O2\ max.}^{+}$	$90\%V_{O2\ max.}^{++}$	$120\%V_{O2\ max.}^{+++}$
ATP	38	3.3s	1.8s	1.1s
PCr	188	16.3s	9.0s	5.7s
Glicogênio	75300	109min.	60min.	38min.
Gordura	640000	15.4h	8.5h	-

+ enduro; ++evento 3 dias com 4 largadas; +++ 1.6km uniforme

## Teste Padrão de Exercício Progressivo (TPEP)

### ■ Protocolo de exercício

#### ➤ Momento pré-exercício

Esteira inclinada a 6%

➤ 5 minutos a 1,8 m/s

➤ 3 minutos a 4 m/s

➤ 2 minutos a 6 m/s

➤ 1 minuto a 8 m/s, 9 m/s, 10 m/s e 11m/s

#### ➤ Momentos pós-exercício

## Fluxo de ar gerado pelo ventilador

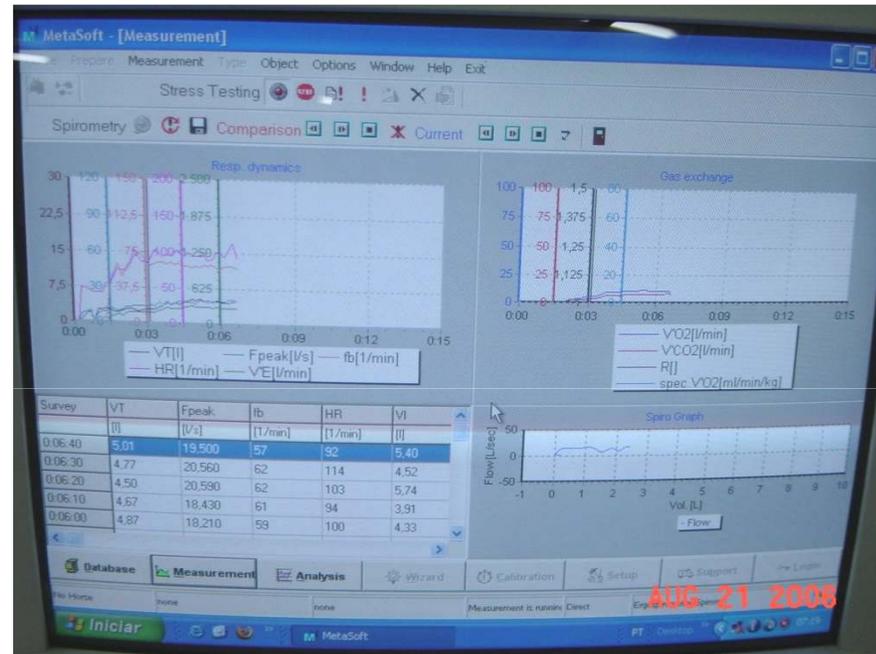


## Determinação da velocidade de fluxo de ar gerado pelo ventilador



➤ Velocidade média durante 20 min =  $2,2 \text{ m.s}^{-1}$

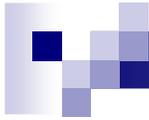
# Monitoramento dos dados ventilatórios e de troca gasosa



➤ Valores obtidos a cada 10s

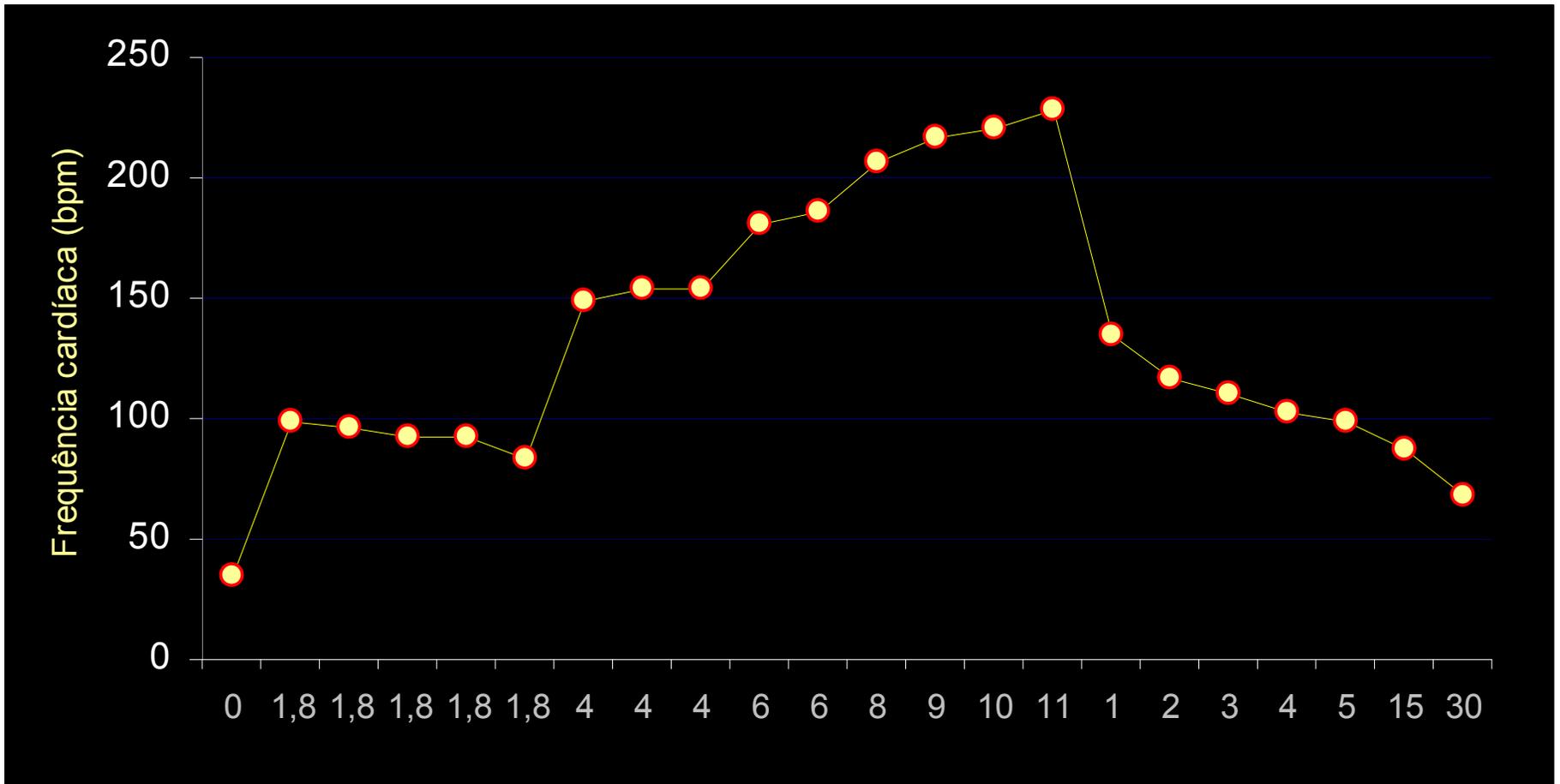
## Espirometria em exercício



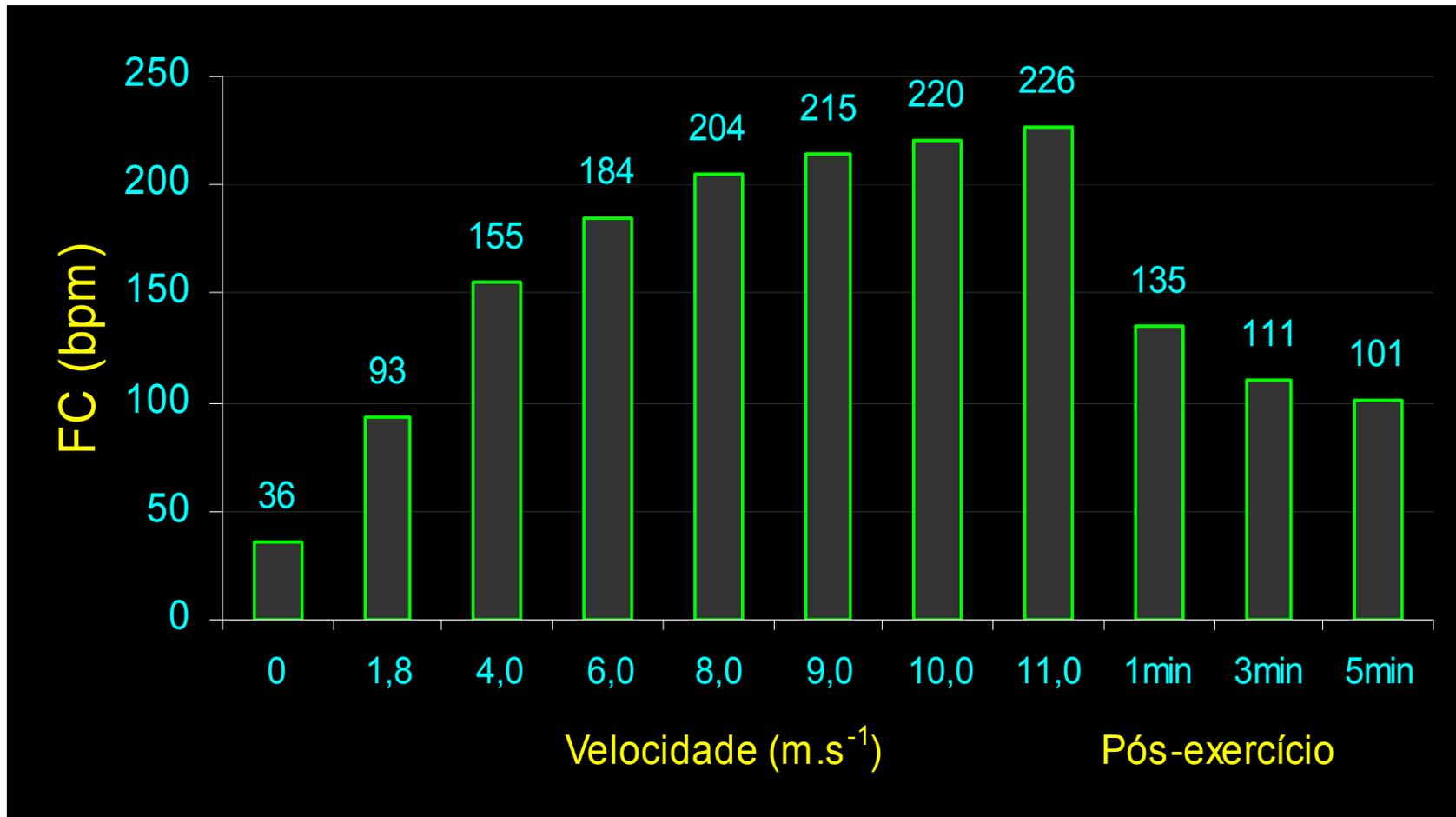


# Frequência cardíaca

## Frequência Cardíaca durante Teste Padrão de Exercício Progressivo



## Freqüência Cardíaca durante Teste Padrão de Exercício Progressivo

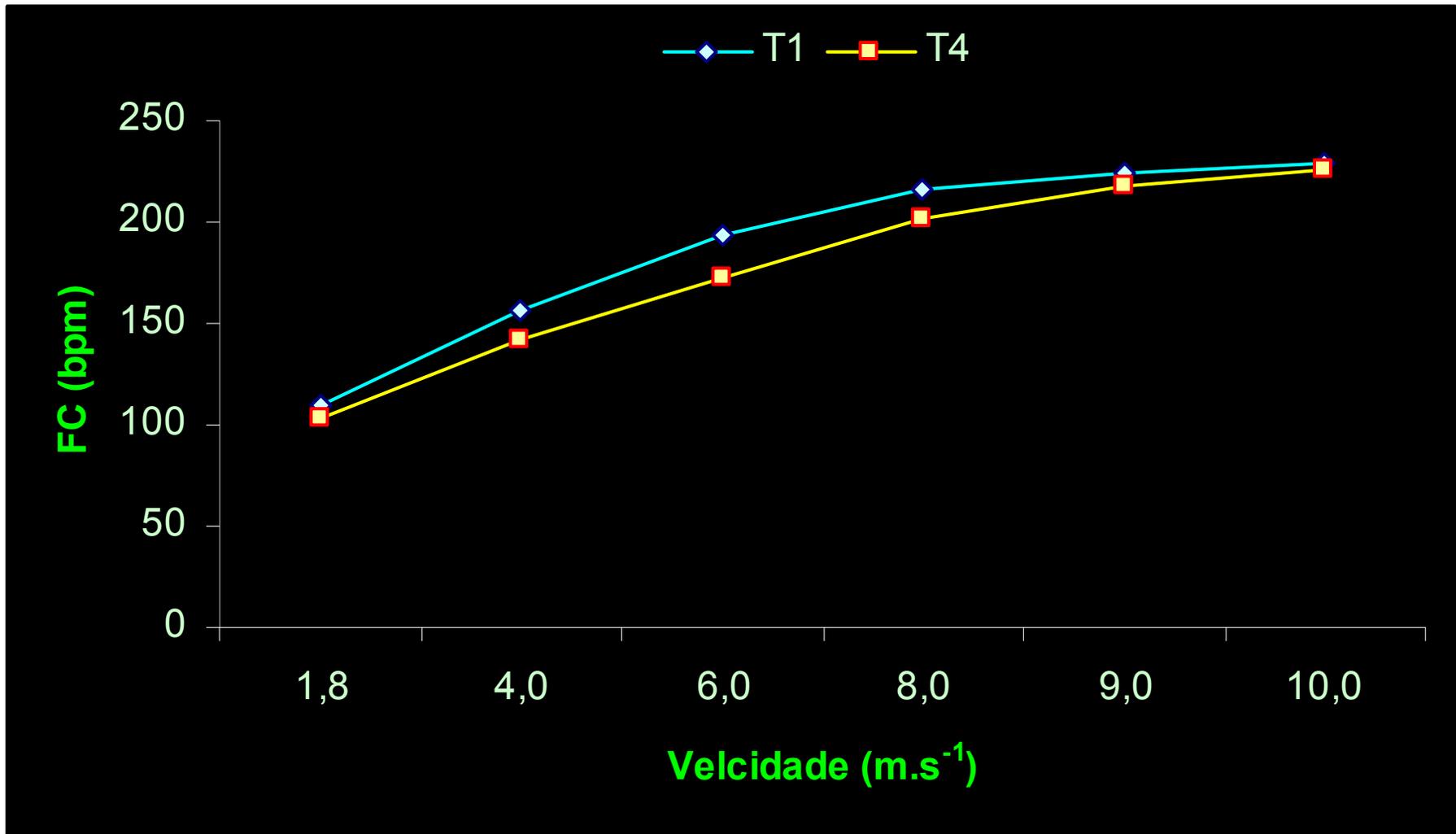




## Freqüência Cardíaca durante Teste Padrão de Exercício Progressivo

- As mensurações da freqüência cardíaca (FC) podem ser utilizadas para quantificar a carga de trabalho.
- A freqüência cardíaca eleva-se linearmente (120–210) conforme a intensidade de exercício até atingir um platô.
- A  $FC_{\max}$  de cavalos: 210 a 240 bpm.

## Freqüência Cardíaca durante Teste Padrão de Exercício Progressivo

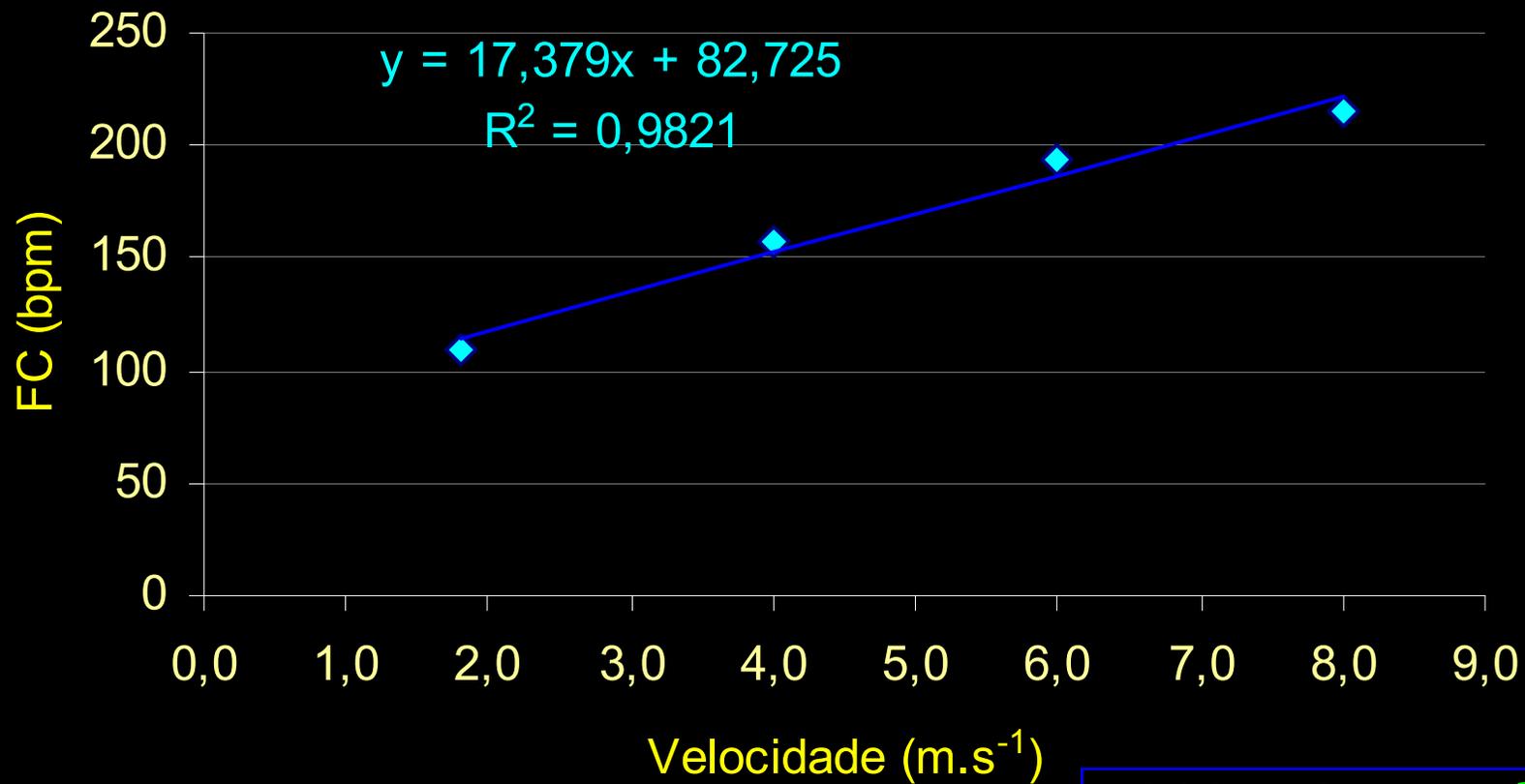




## Freqüência Cardíaca durante Teste Padrão de Exercício Progressivo

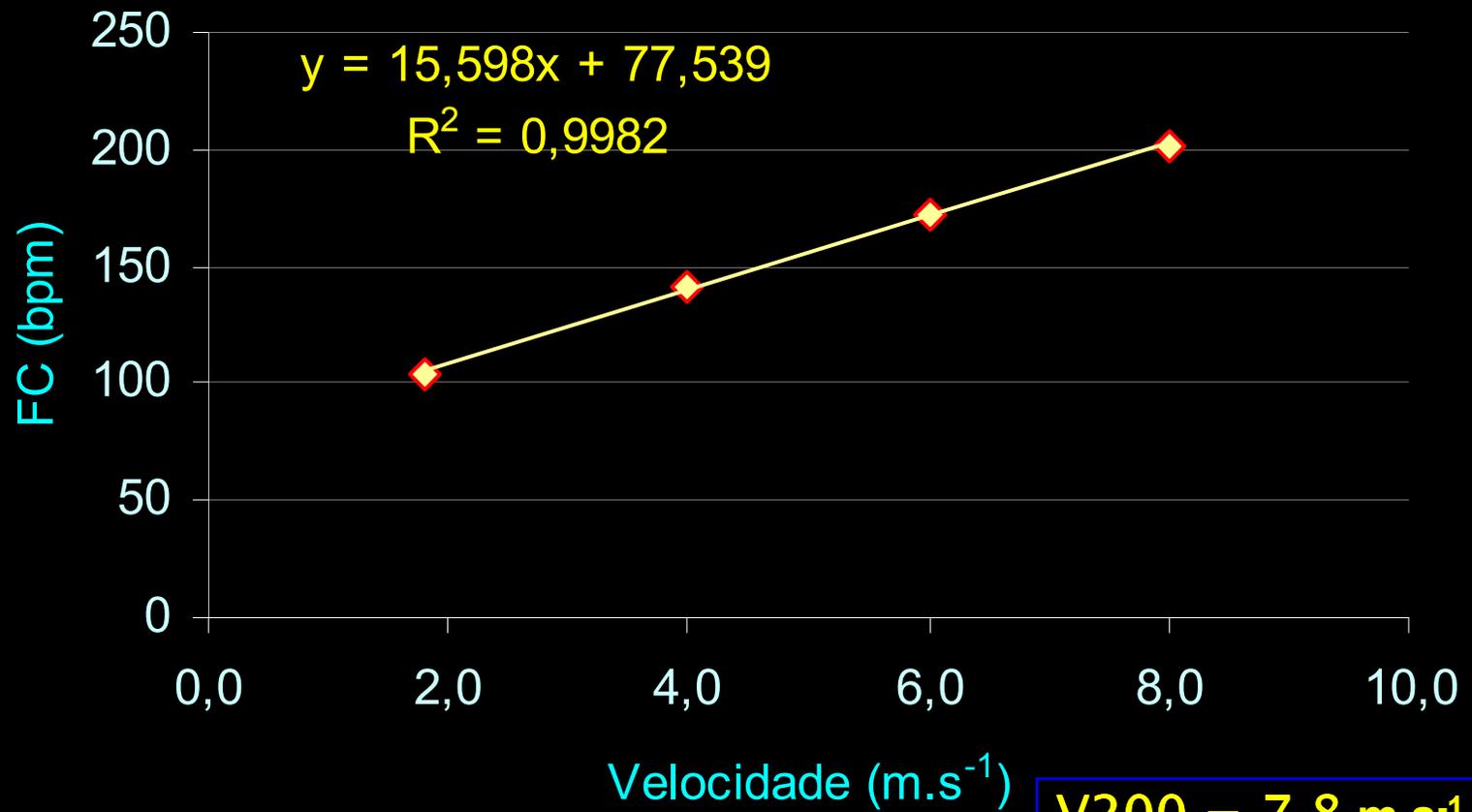
- $V_{200}$  – representa a velocidade de exercício na qual a FC é de 200bpm.
- Em cavalos submetidos a treinamento adequado há elevação do  $V_{200}$
- A  $FC_{max}$  não se modifica com o treinamento

T1



V200 = 6,7 m.s<sup>-1</sup>

T4



# Espirometria





- A **espirometria** é um teste de função pulmonar na qual são mensurados volumes de ar e concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> inspirados e expirados em função do tempo

(MILLER et al., 2005)

- O **volume corrente** (VC) refere-se ao volume de ar inspirado e expirado durante um ciclo respiratório normal.
- **Freqüência respiratória** (FR)
- **Ventilação minuto** (VM) = VC x FR

(ART e LEKEUX, 1993)

- Sincronismo respiração-locomução – galope (relação 1:1)



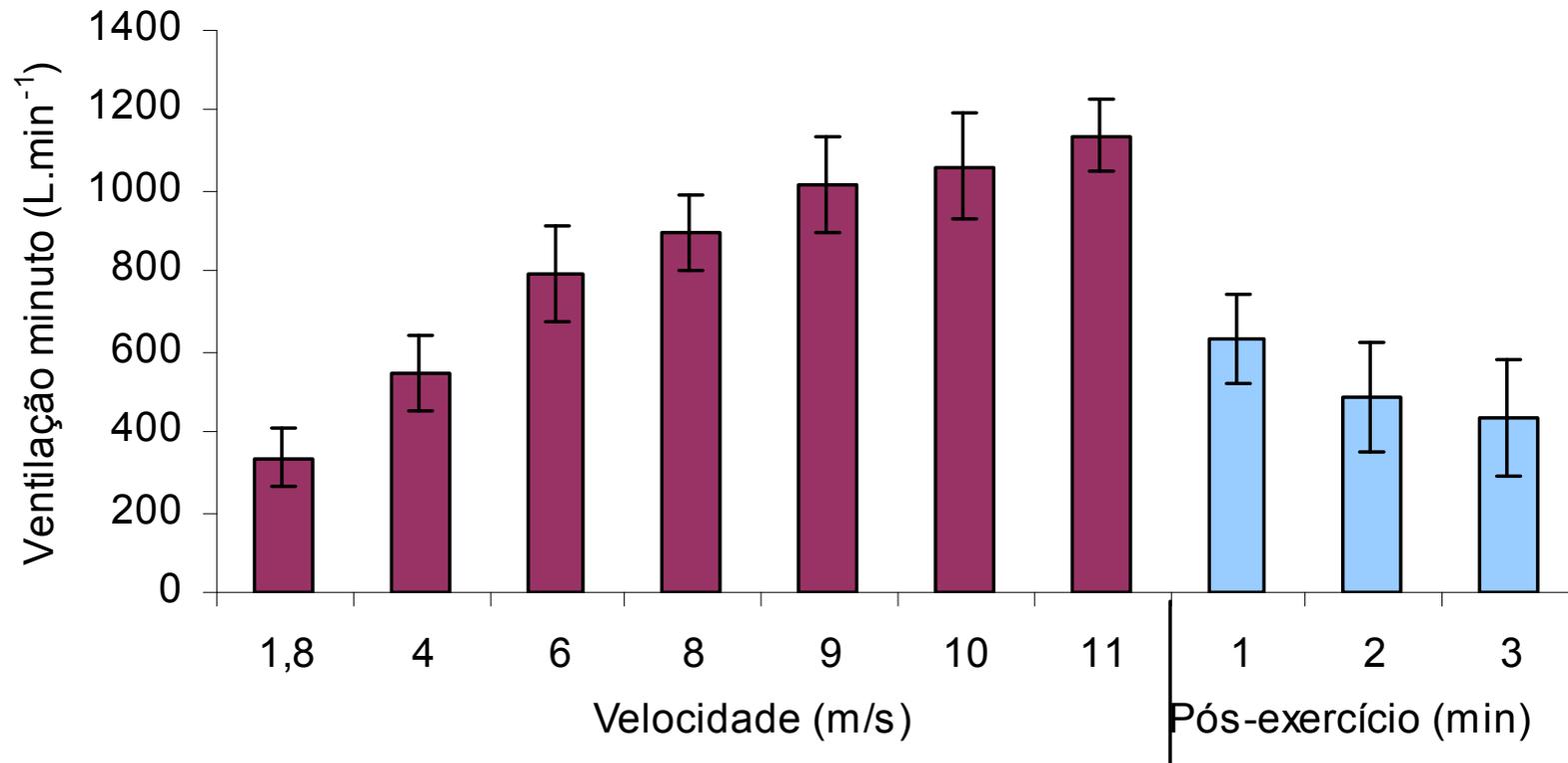
**INSPIRAÇÃO**



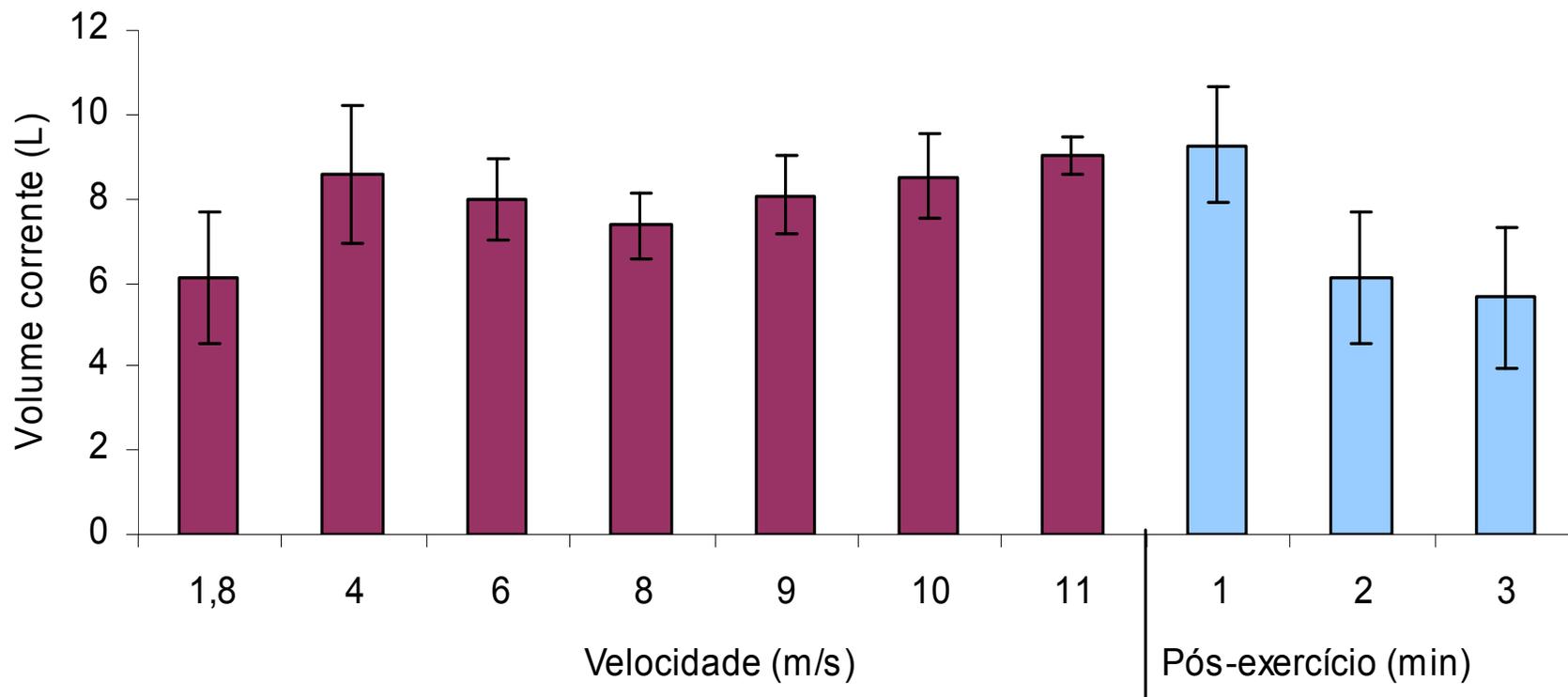
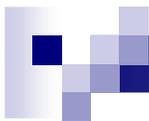
**EXPIRAÇÃO**

(ART et al. , 2002)

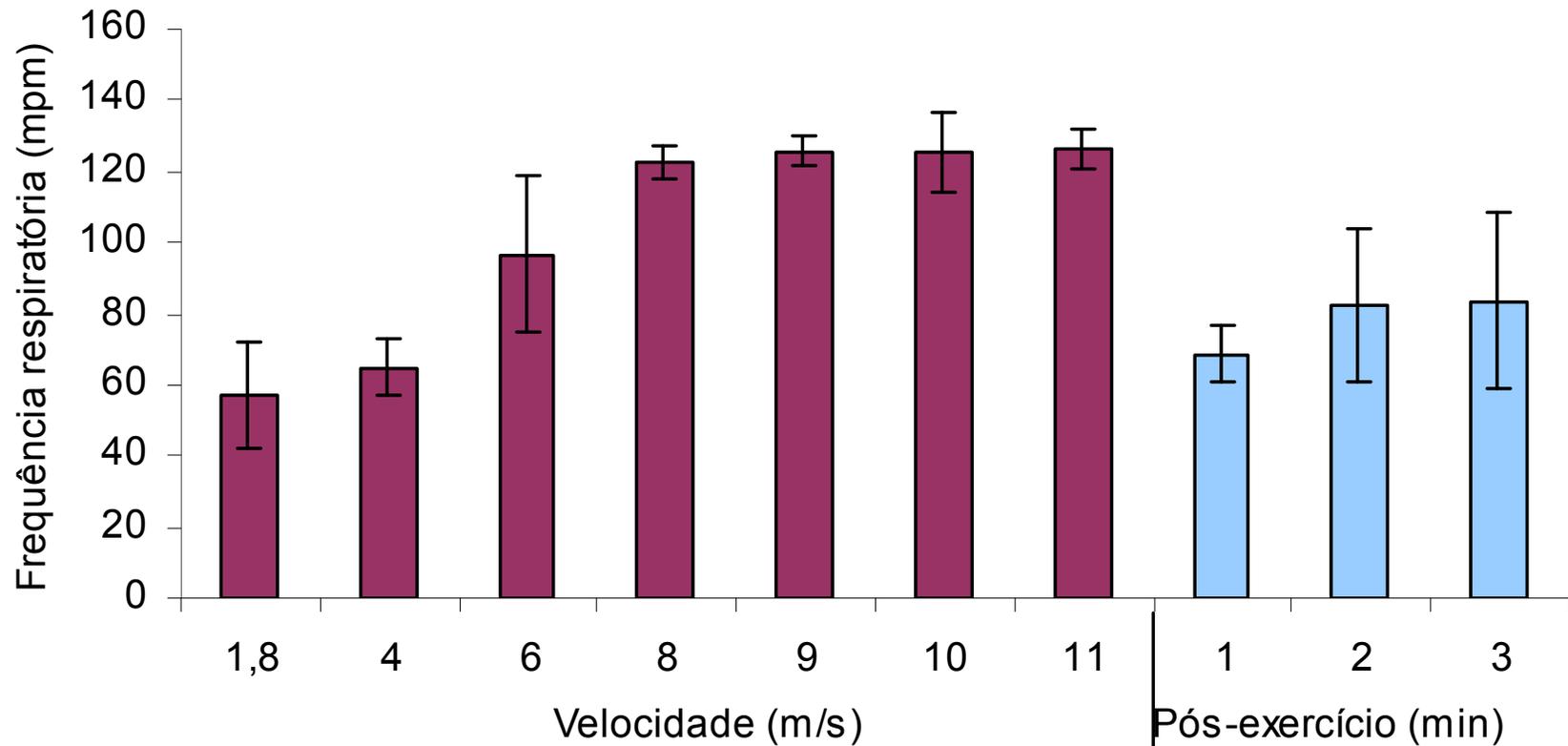
$$\text{Ventilação minuto (VM)} = \text{VC} \times \text{FR}$$



Médias, desvios-padrão do **Ventilação Minuto (VM)**, em litros por minuto, de seis cavalos da raça Árabe durante o TPEP.



Médias, desvios-padrão do **Volume corrente (VC)**, em litros por ciclo respiratório, de seis cavalos da raça Árabe durante o TPEP.



Médias, desvios-padrão da **Freqüência Respiratória**, em litros por ciclo respiratório, de seis cavalos da raça Árabe durante o TPEP.

	Velocidade de exercício (m/s)							Pós-exercício (min)		
	1,8	4,0	6,0	8,0	9,0	10,0	11,0	1	2	3
$V_C$ (L)	6,1 ± 1,6	8,6 ± 1,6	8,0 ± 1,0	7,4 ± 0,8	8,1 ± 0,9	8,5 ± 1,0	9,0 ± 0,5	9,3 ± 1,4	6,1 ± 1,5	5,6 ± 1,7
$F_R$ (ciclos/ min)	57 ± 15	65 ± 8	97 ± 22	122 ± 5	126 ± 4	125 ± 12	126 ± 6	68 ± 8	82 ± 22	84 ± 25
$V_M$ (L/min)	334,1 ± 72,3	548,2 ± 94,8	795,2 ± 118,8	899,6 ± 93,7	1014,5 ± 119,7	1062,7 ± 134,6	1137,6 ± 88,0	631,9 ± 107,9	487,5 ± 134,1	435,9 ± 147,1

A ventilação minuto eleva-se conforme a intensidade de exercício

- Transição do passo para o trote – volume corrente;
- Trote para o galope – freqüência respiratória;
- Altas velocidades de exercício – volume corrente.



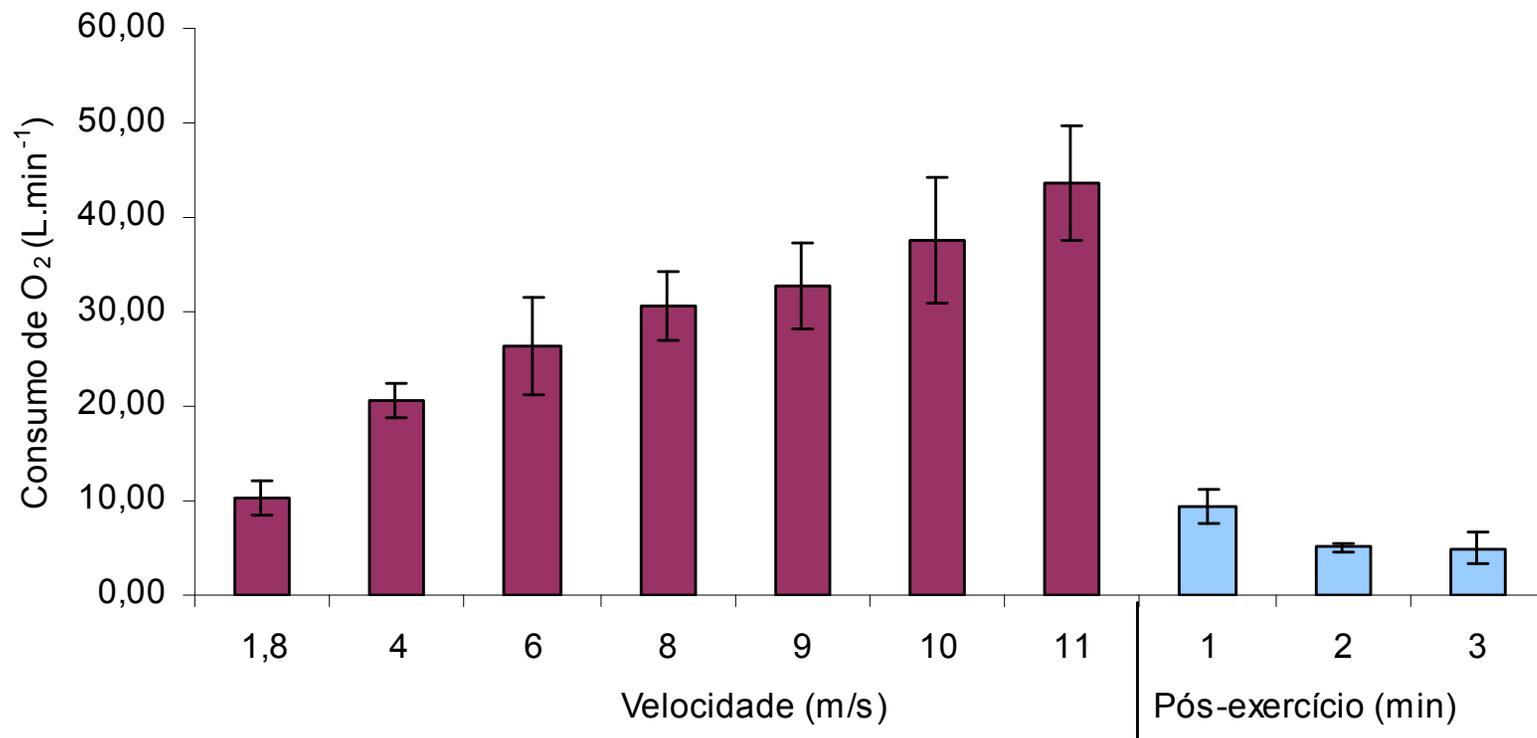
O **consumo de oxigênio** ( $VO_2$ ) é a mensuração da taxa na qual o oxigênio é utilizado pela mitocôndria no músculo

O **CO<sub>2</sub> produzido** ( $VCO_2$ ) de um cavalo é a mensuração da taxa na qual o dióxido de carbono é eliminado pelas vias aéreas

(HOLCOMBE, 2006)

O **quociente respiratório** (R) é a relação das concentrações de CO<sub>2</sub> produzido/O<sub>2</sub> utilizado.

(SEEHERMAN e MORRIS, 1990)

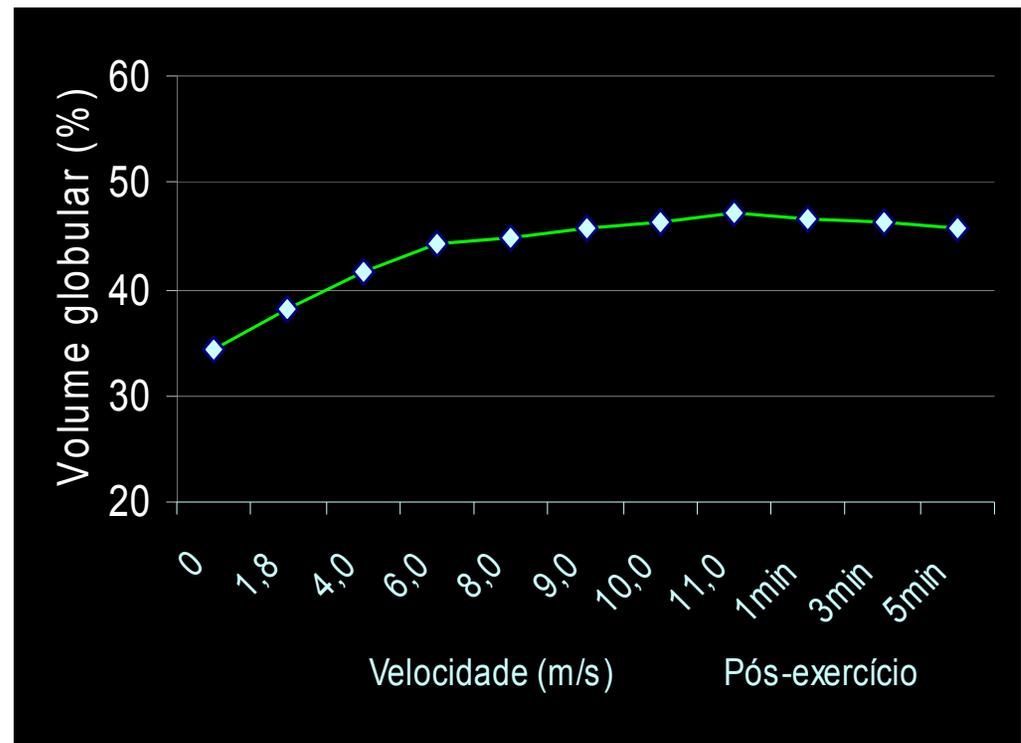


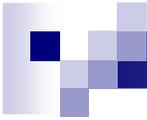
Médias, desvios-padrão do **Consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>)**, em litros por minuto, de seis cavalos da raça Árabe durante o TPEP.

## $VO_2 = \text{Débito Cardíaco} \times \text{Diferença (a-v) de } O_2$

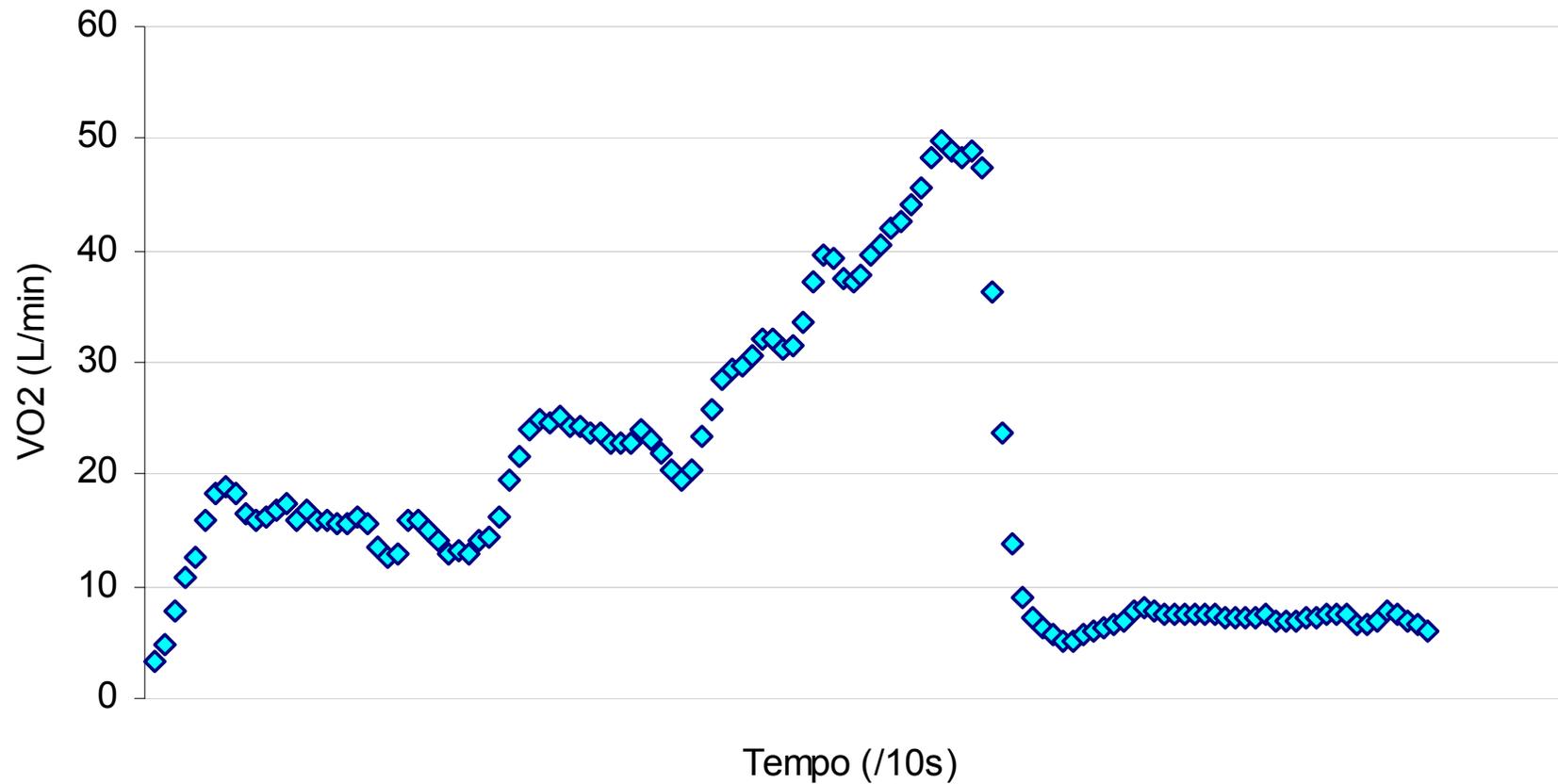
A frequência cardíaca eleva de 40bpm para 220bpm, produzindo um aumento de cerca de 5 a 8 vezes no débito cardíaco (volume sistólico  $\times$  FC) durante o exercício intenso

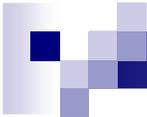
A contração esplênica aumenta a hemoglobina circulante em torno de 70%. O baço do cavalos podem estocar de 30 a 50% da quantidade total de hemácias.





$VO_{2max}$  : quantidade máxima de oxigênio utilizada pelo cavalo durante um exercício



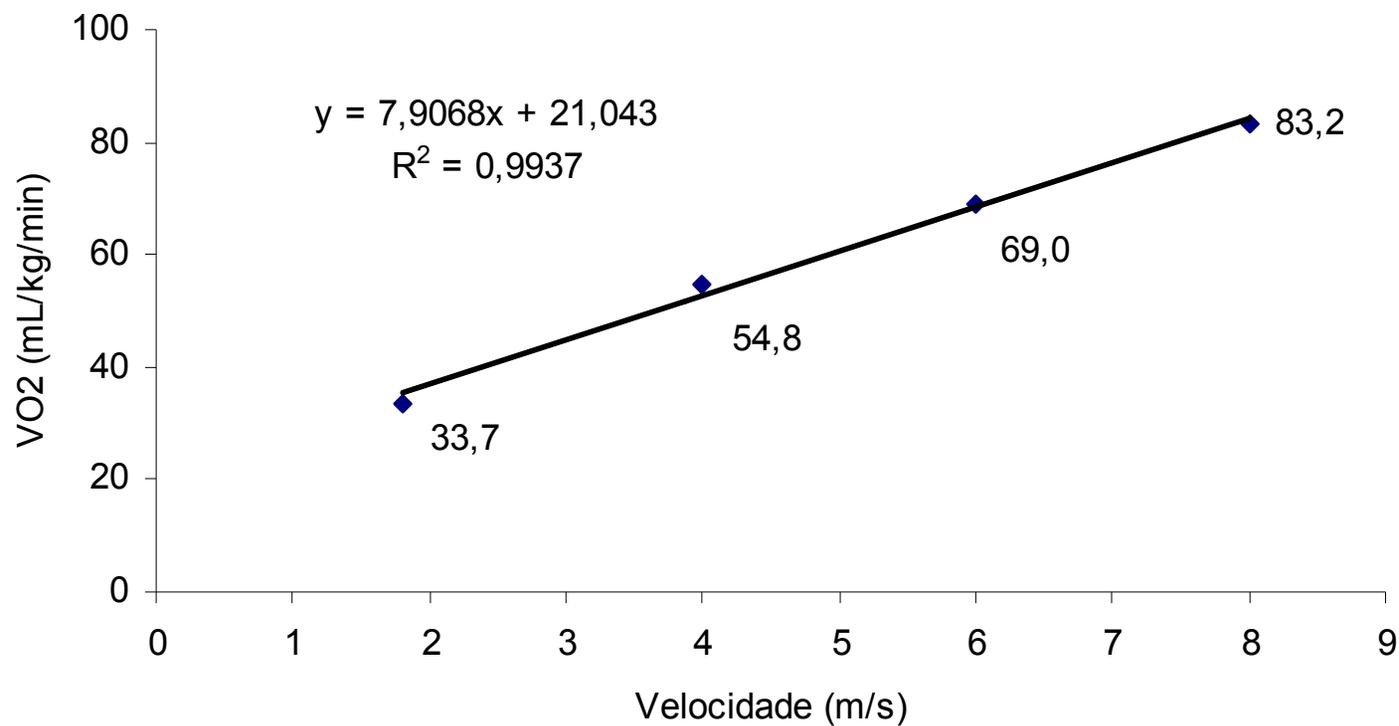


## **Considerado como um índice de desempenho atlético**

- Em cavalos da raça PSI, o VO<sub>2</sub>max foi correlacionado a maiores velocidades de corrida em um percurso de 2000m.
- Animais com altos VO<sub>2</sub>max apresentaram melhor desempenho atlético na modalidade de corrida de Trote.

## **Utilizado para determinação de cargas de trabalho individuais**

- Dois cavalos que se exercitam em velocidades similares podem ter consumos de oxigênio diferentes, ou seja, intensidades relativas diferentes



**Cálculo das cargas de trabalho individuais**

VO <sub>2</sub> max	118,8
50%VO <sub>2</sub> max	59,4
Velocidade	<b>4,9m/s</b>

## Efeito do treinamento sobre o VO2max



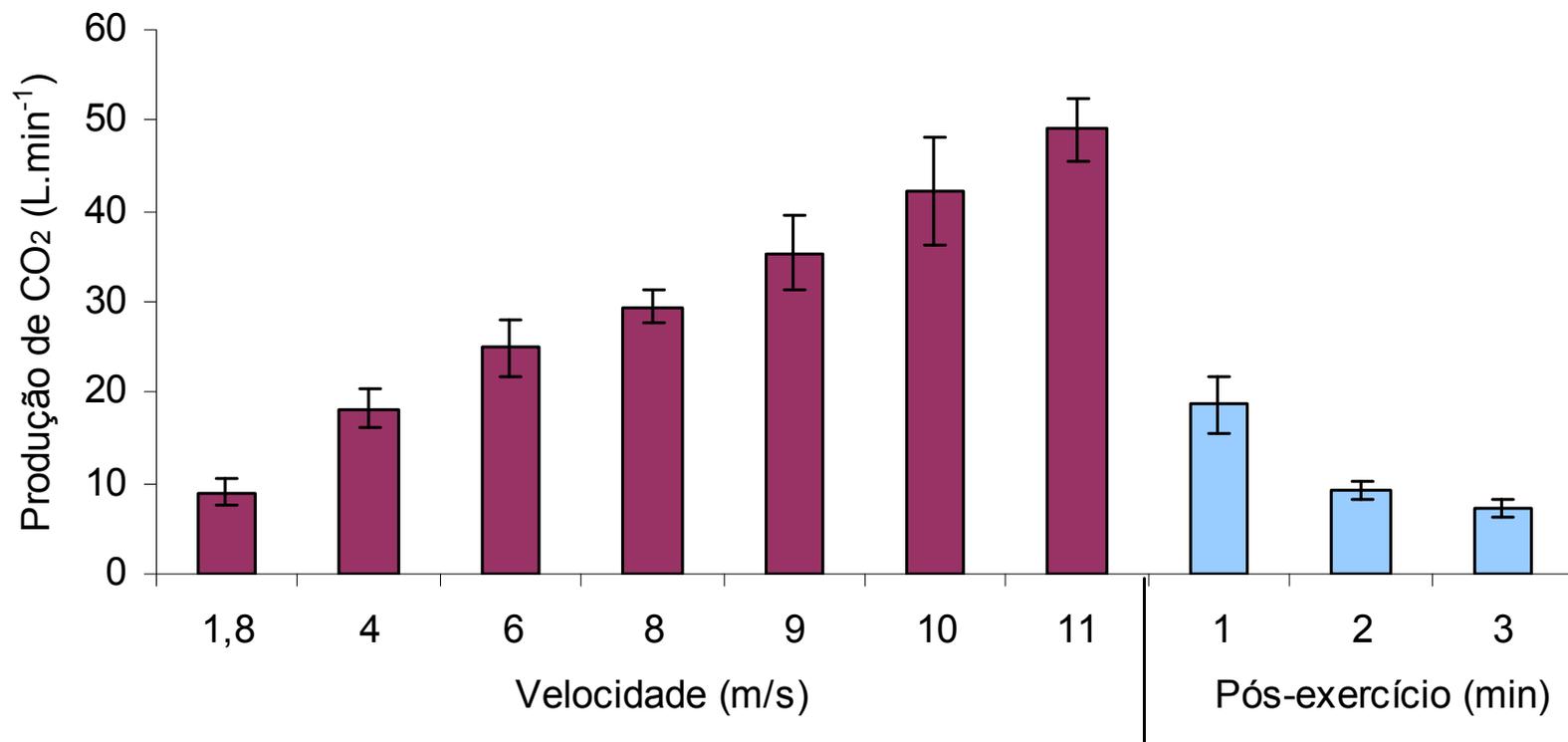
VO <sub>2max</sub> (L.min <sup>-1</sup> )	GA	41,3 ± 7,5	45,8 ± 4,4
	GC	30,3 ± 1,3	37,0 ± 3,0
VO <sub>2max</sub> (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	GA*	<b>119,6 ± 20,6</b>	<b>134,2 ± 20,8</b>
	GC	<b>76,9 ± 3,3</b>	<b>93,8 ± 7,4</b>

- O VO2max do GA foi em média 32,7% maior que o GC e, após o treinamento o VO2max foi 13,8% maior com relação ao momento pré-treinamento
- Os mecanismos cardiovasculares ligados à melhora do VO2max com o treinamento foram relacionados a um **aumento do débito cardíaco e/ou da diferença arterio-venosa do conteúdo de O2**

## Programa de treinamento em esteira (6%) com cargas individuais

Semanas	Distância (m)	Velocidade (m.s <sup>-1</sup> ) pela % do VO <sub>2max</sub>
1	1600	35%
2	1600	35%
3	2400	35%
4	2400	35%
5	3000	35%
6	3000	50%
7	3600	50%
8	1000	100%
9	1000	100%

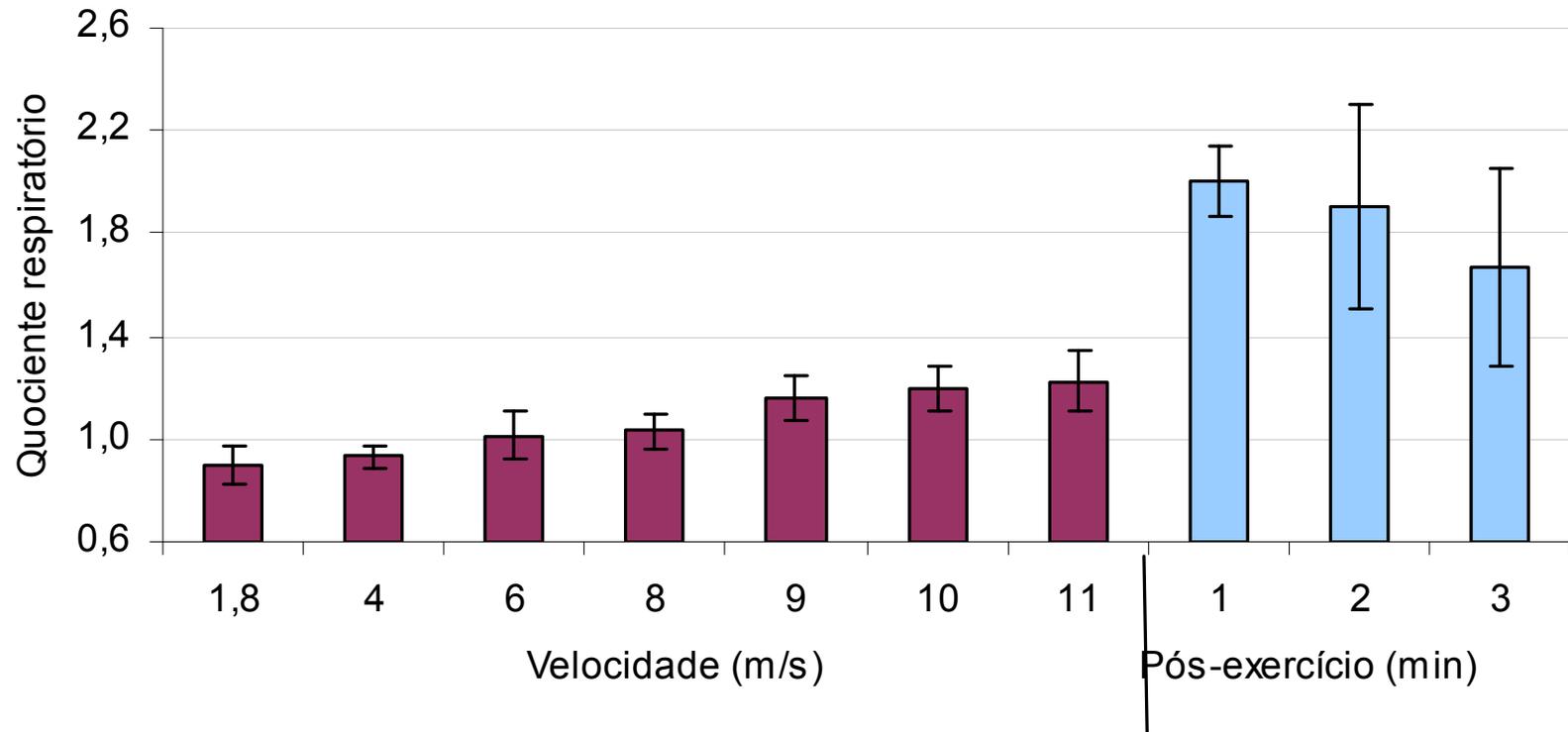
1x/ dia; 5 dias/ semana



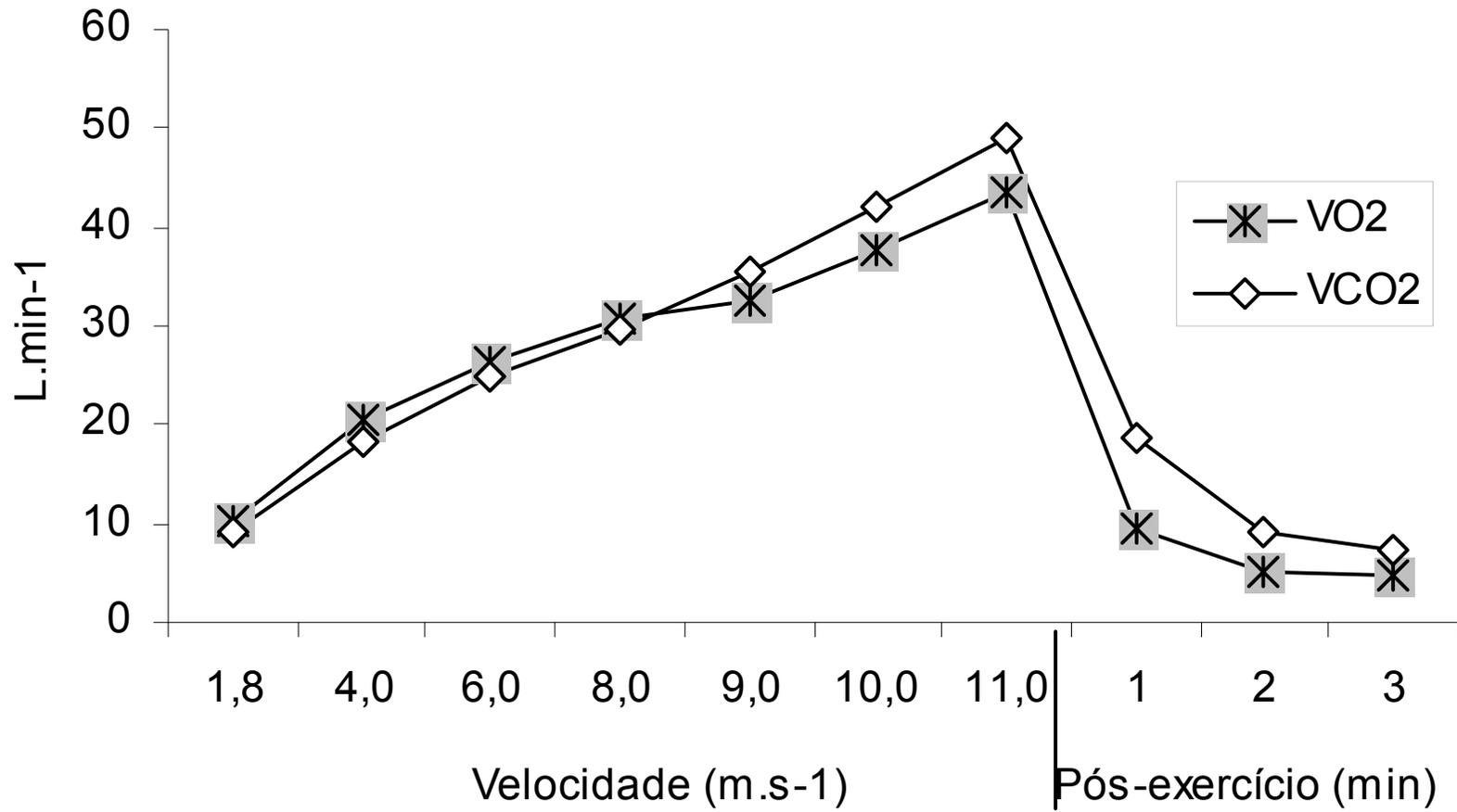
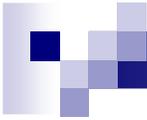
Médias, desvios-padrão da **Produção de CO<sub>2</sub> (VCO<sub>2</sub>)**, em litros por minuto, de seis cavalos da raça Árabe durante o TPEP.



**R = concentrações de CO<sub>2</sub> produzido/O<sub>2</sub> utilizado no ar**



Médias, desvios-padrão do **Quociente Respiratório (R)**, de seis cavalos da raça Árabe durante o TPEP.





O quociente respiratório = concentrações de CO<sub>2</sub> produzido/O<sub>2</sub> utilizado no ar.

- O valor de  $R = 0,71$  : oxidação da gordura
- $R = 0,72$  a  $0,99$ : indicam uma mistura de ambos os metabolismos de carboidratos e de gordura.
- $R = 1,00$ : oxidação de carboidratos é 1,0
- Valores de  $R > 1,0$ : indicam metabolismo anaeróbico produzindo lactato que é eventualmente convertido em CO<sub>2</sub>.

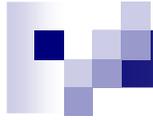


## Alta intensidade de exercício:

- A elevação da produção de ácido láctico nos músculos causa elevação da concentração do íon hidrogênio no sangue (diminuição do pH sanguíneo),
- Mecanismo de tamponamento destes íons resultando na elevação da quantidade de CO<sub>2</sub> produzido conforme a equação:



- Maior volume de CO<sub>2</sub> produzido (VCO<sub>2</sub>), desproporcional ao consumo de O<sub>2</sub>, resulta em maior valor do R na fase final do exercício.



# Obrigado

Marcos Jun Watanabe

[watanabe@fmvz.unesp.br](mailto:watanabe@fmvz.unesp.br)