

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ

Escola de Equitação do Exército - EsEqEx

III Ciclo de Atualização do Cavalo Atleta

Marcos Jun Watanabe

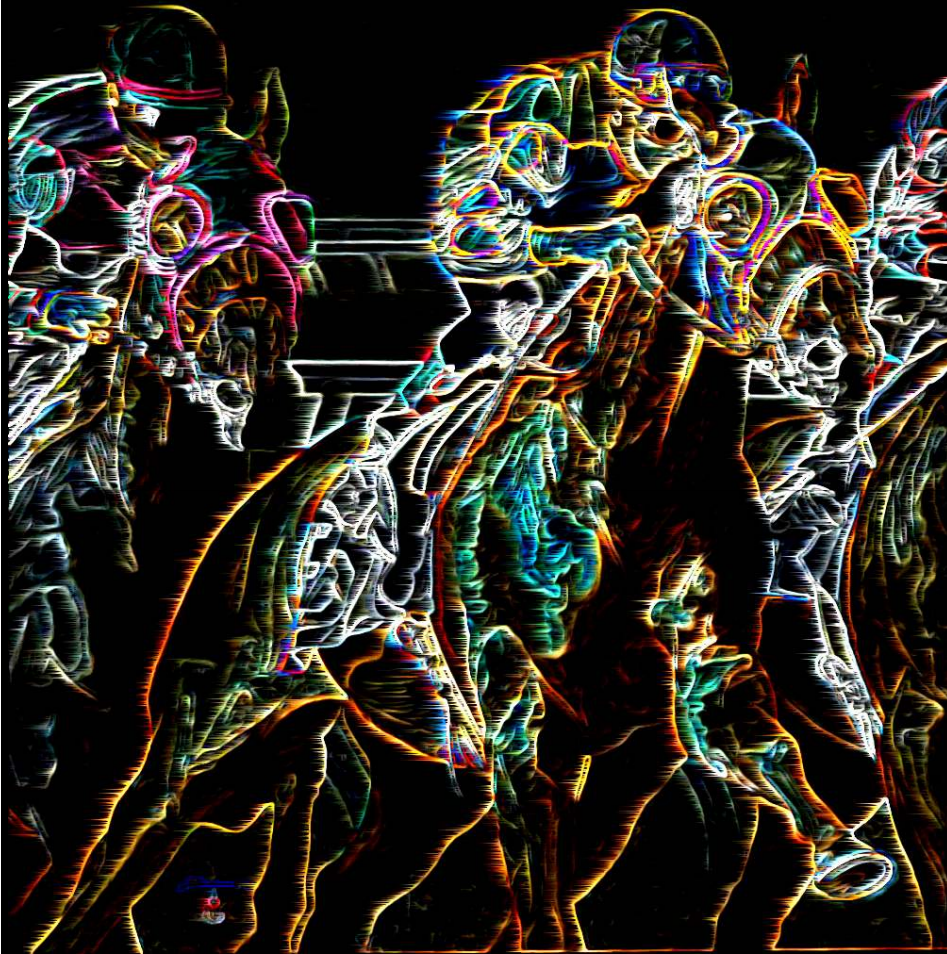
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Universidade Estadual Paulista

Campus Botucatu

Abril - 2010

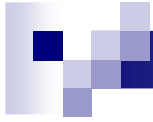
III Ciclo de Atualização do Cavalo Atleta



Fisiologia Cardio- Respiratória de Cavalos Atletas

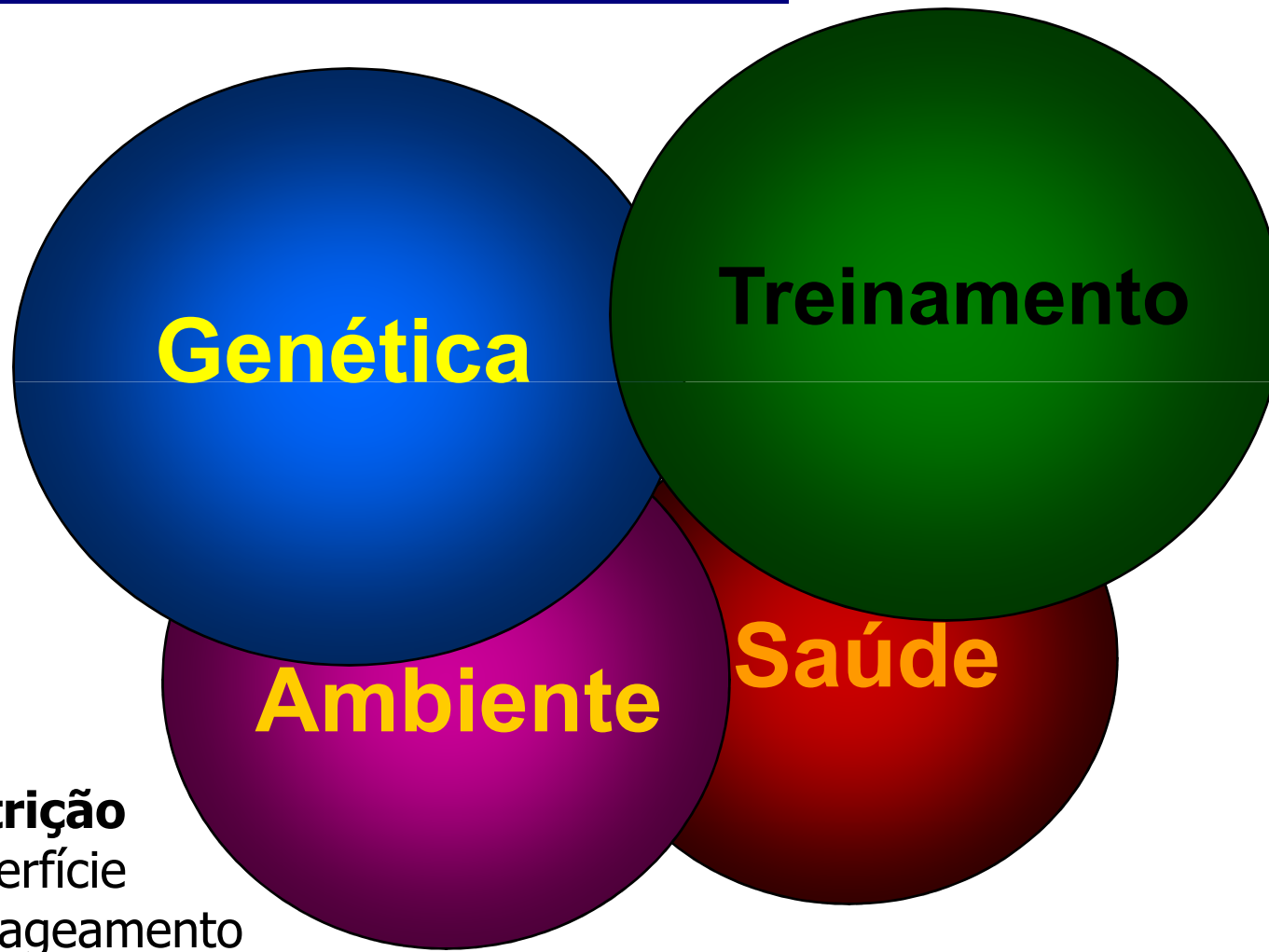
Marcos Jun Watanabe

Abril - 2010



Conceitos sobre o cavalo atleta

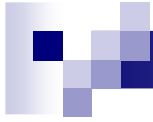
O desempenho atlético
depende de vários fatores



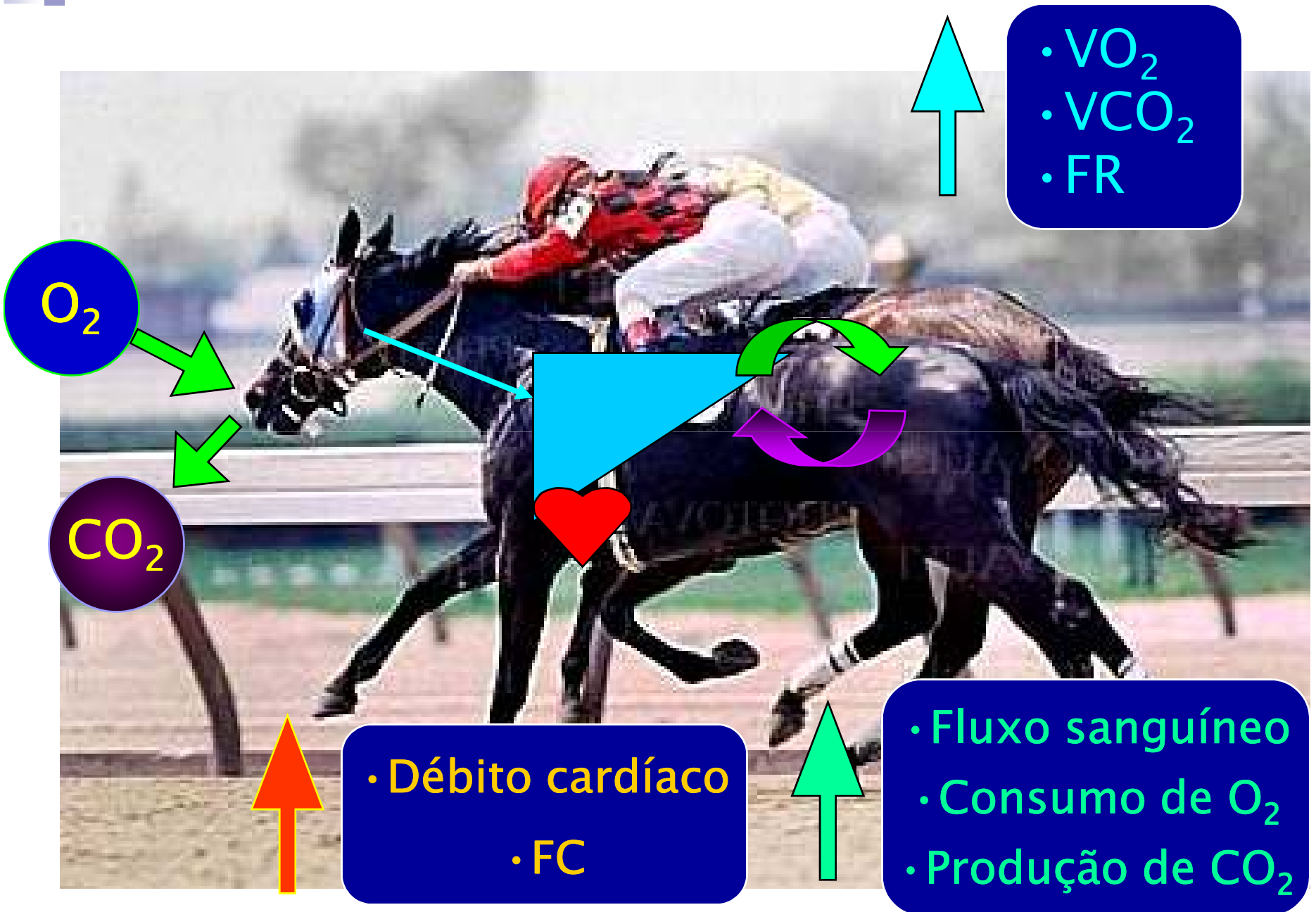
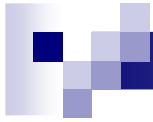
- **Nutrição**
- Superfície
- Ferrageamento
- Ginete

Refinada interação entre os sistemas

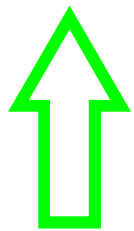




Durante o exercício são observadas alterações marcantes no organismo, tanto metabólicas quanto fisiológicas.



EXERCÍCIO x ESPORTE



EXIGÊNCIA



EXPOSIÇÃO



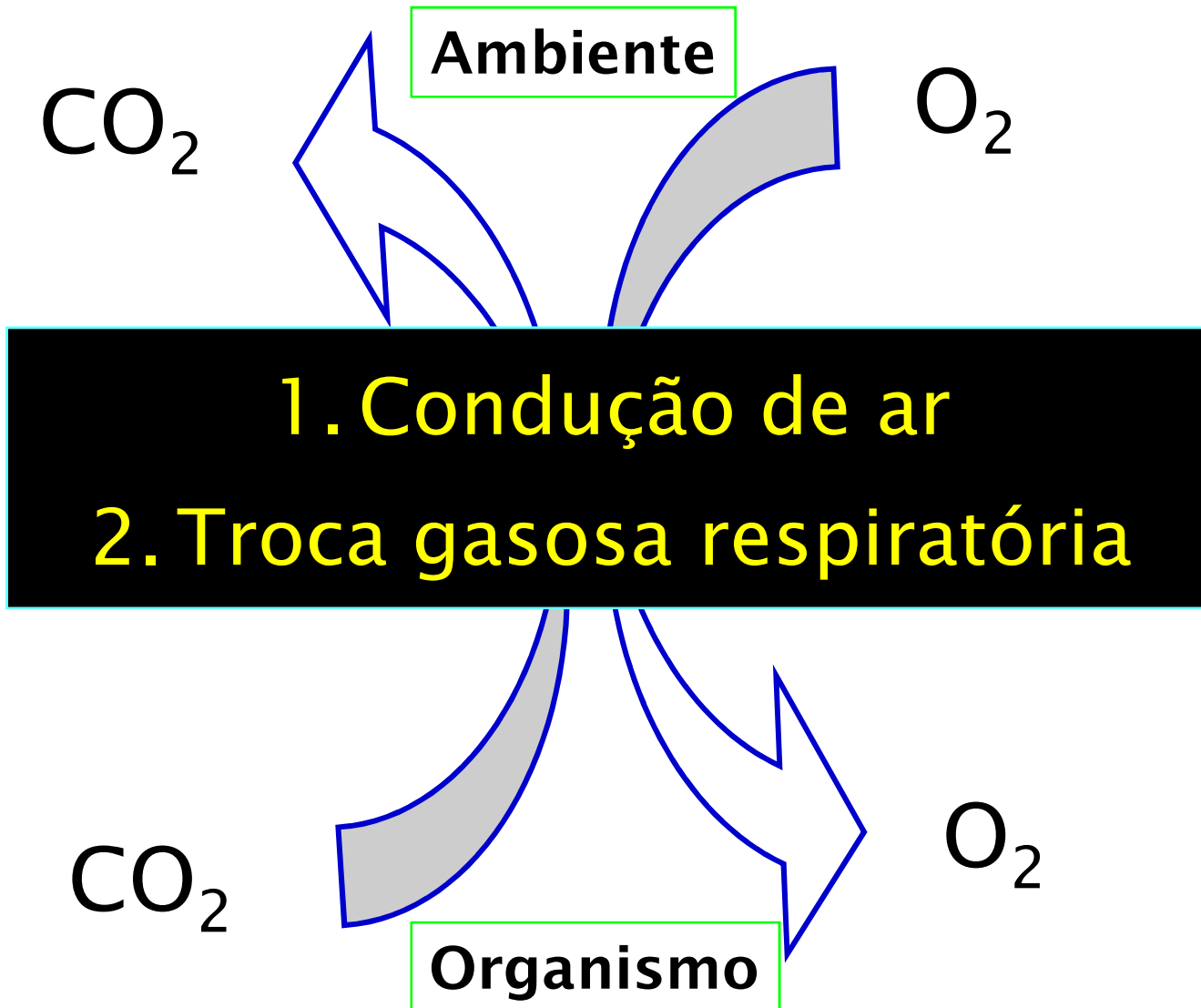
Sistema Respiratório



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 hígidos;
- Alterações discretas no sistema respiratório podem prejudicar o metabolismo aeróbico durante o exercício.

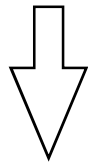
LEKEUX e ART (1994)

Alterações no Trato Respiratório

Animais



Risco de vida

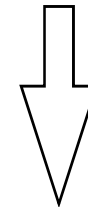


Morte

Equinos



Desempenho Atlético



Locomoção

Refinada interação entre os sistemas

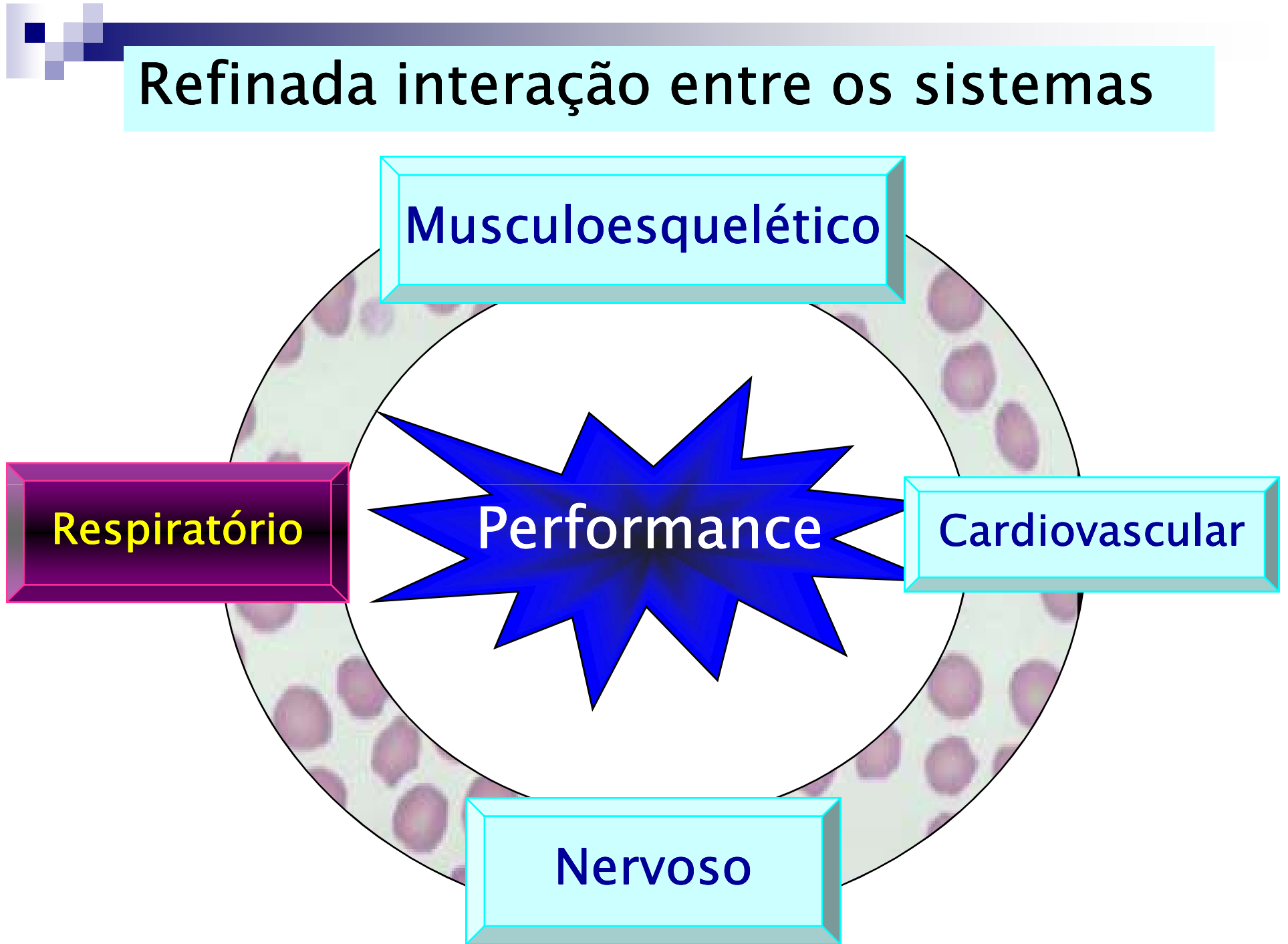
Musculoesquelético

Respiratório

Performance

Cardiovascular

Nervoso



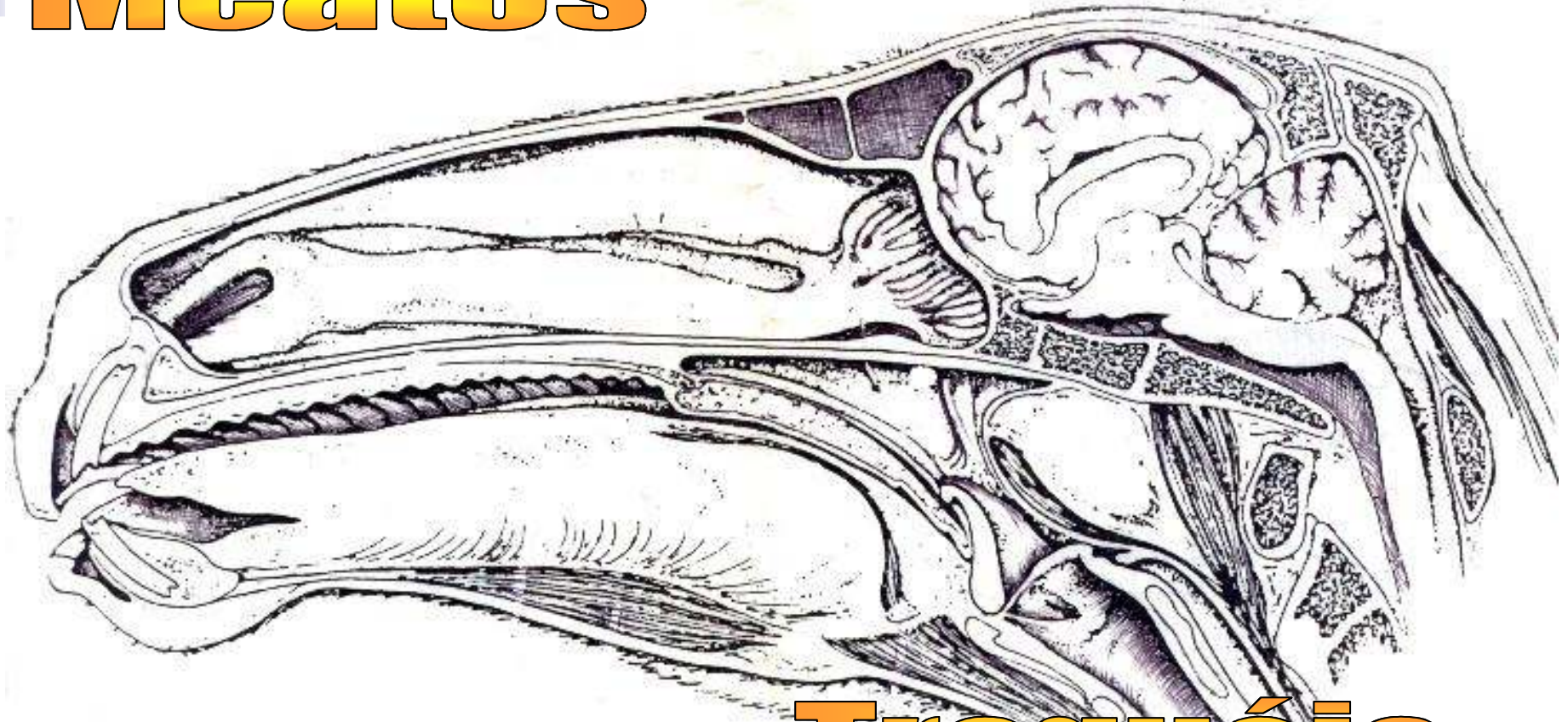
Inspiração

Ar ambiente
760 mmHg

79% de N₂
0,03% de CO₂
21% de O₂



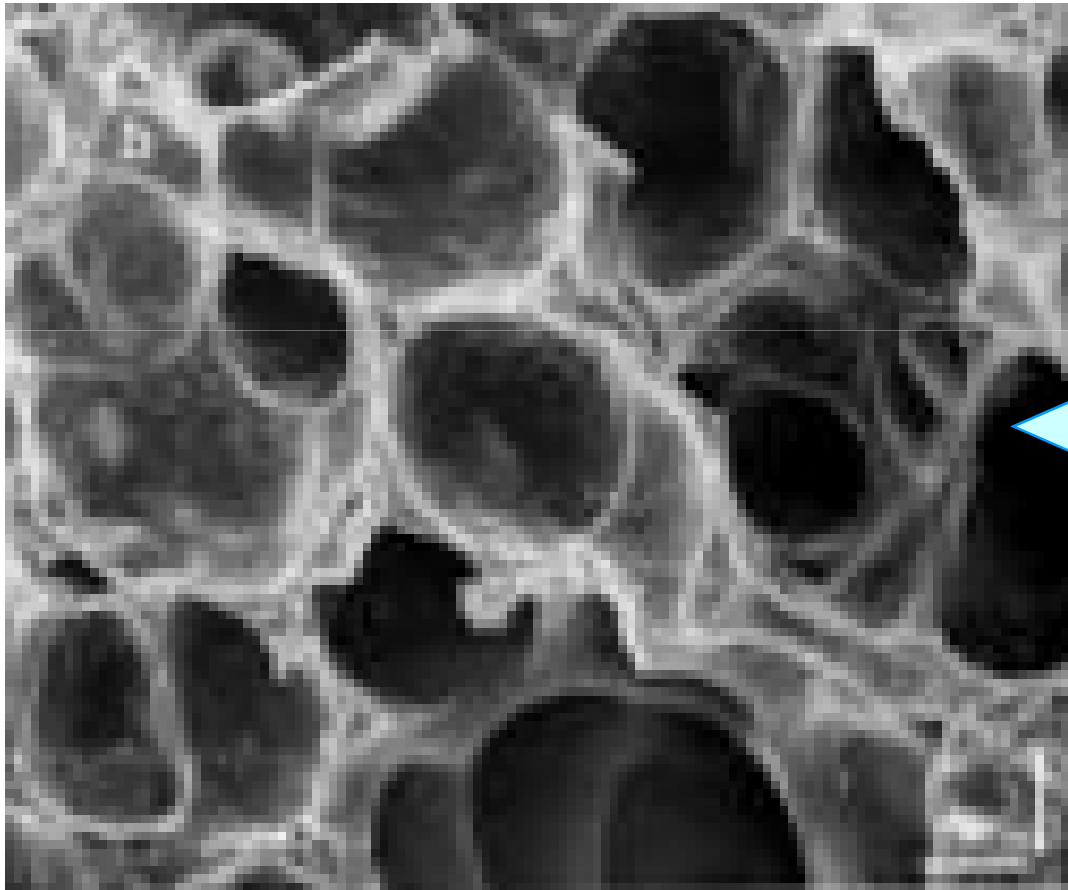
Meatos



Traquéia

Brônquios

Alvéolos



Ventilação



Hemácias

Perfusão

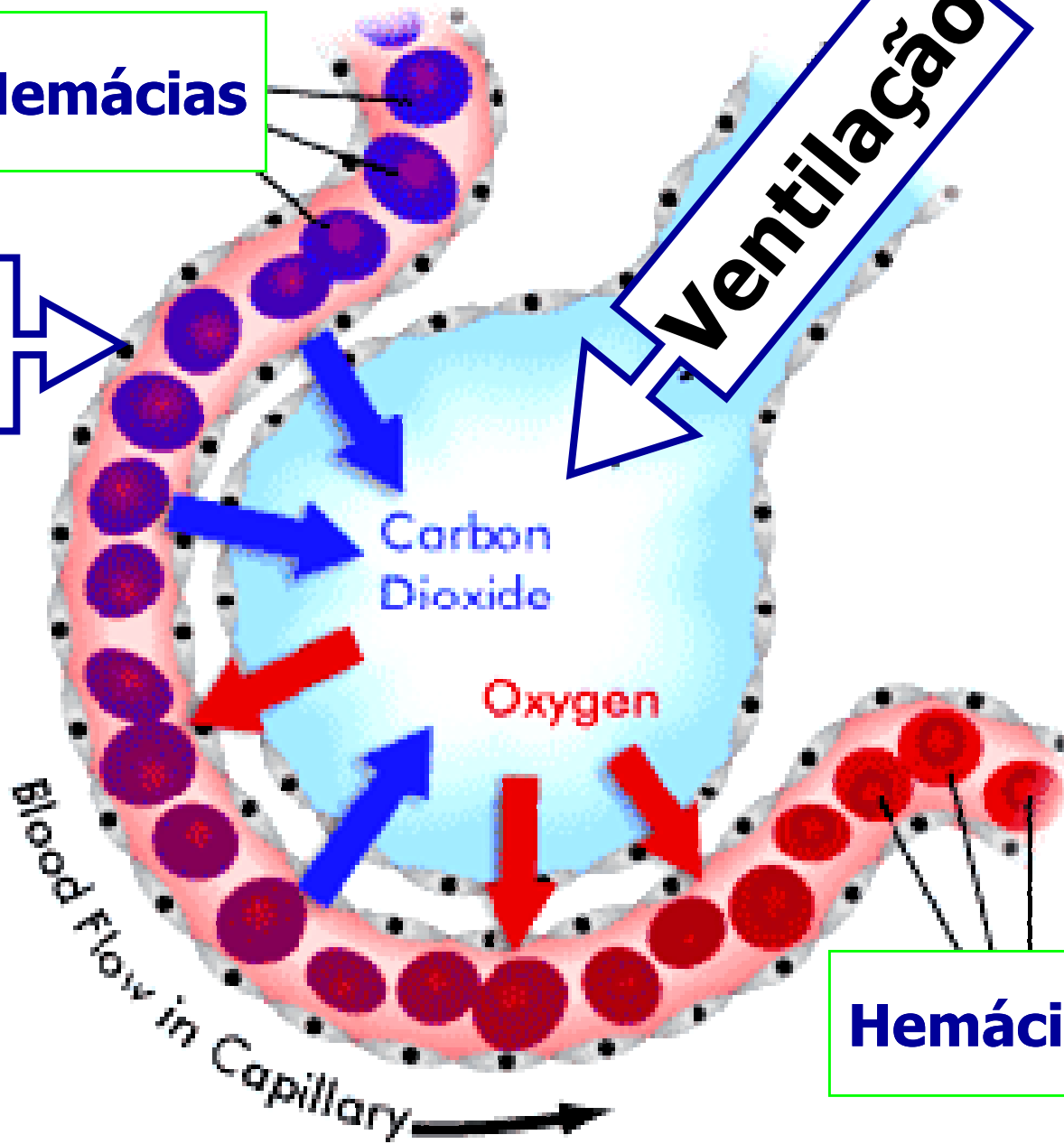
Ventilação

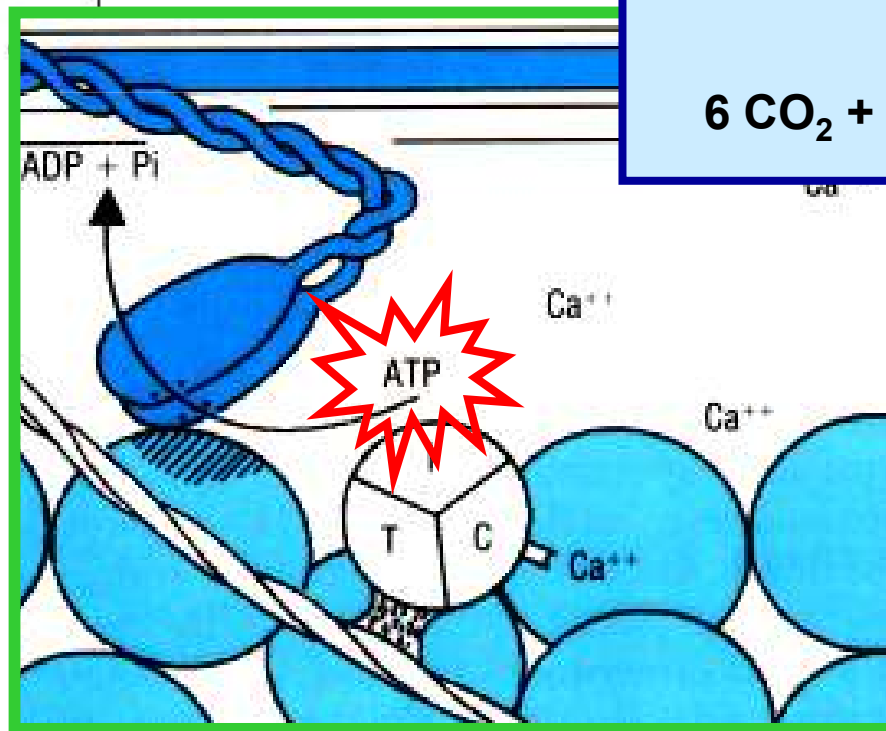
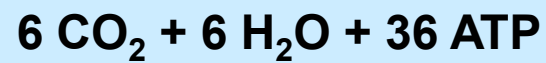
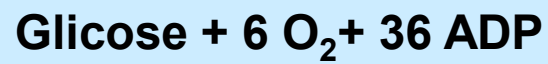
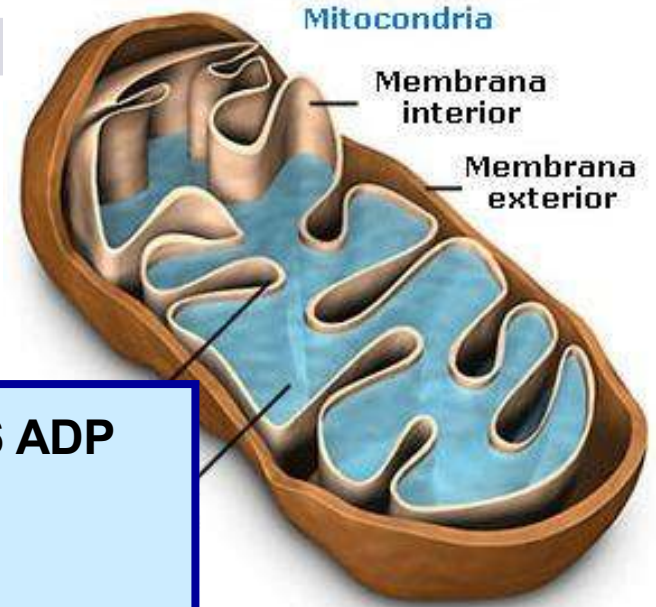
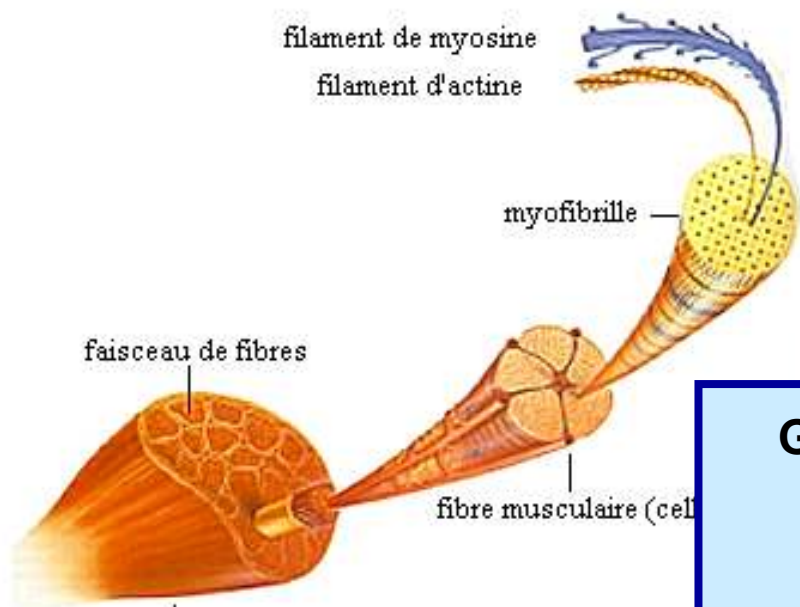
Carbon
Dioxide

Oxygen

Hemácias

Blood Flow in Capillary





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

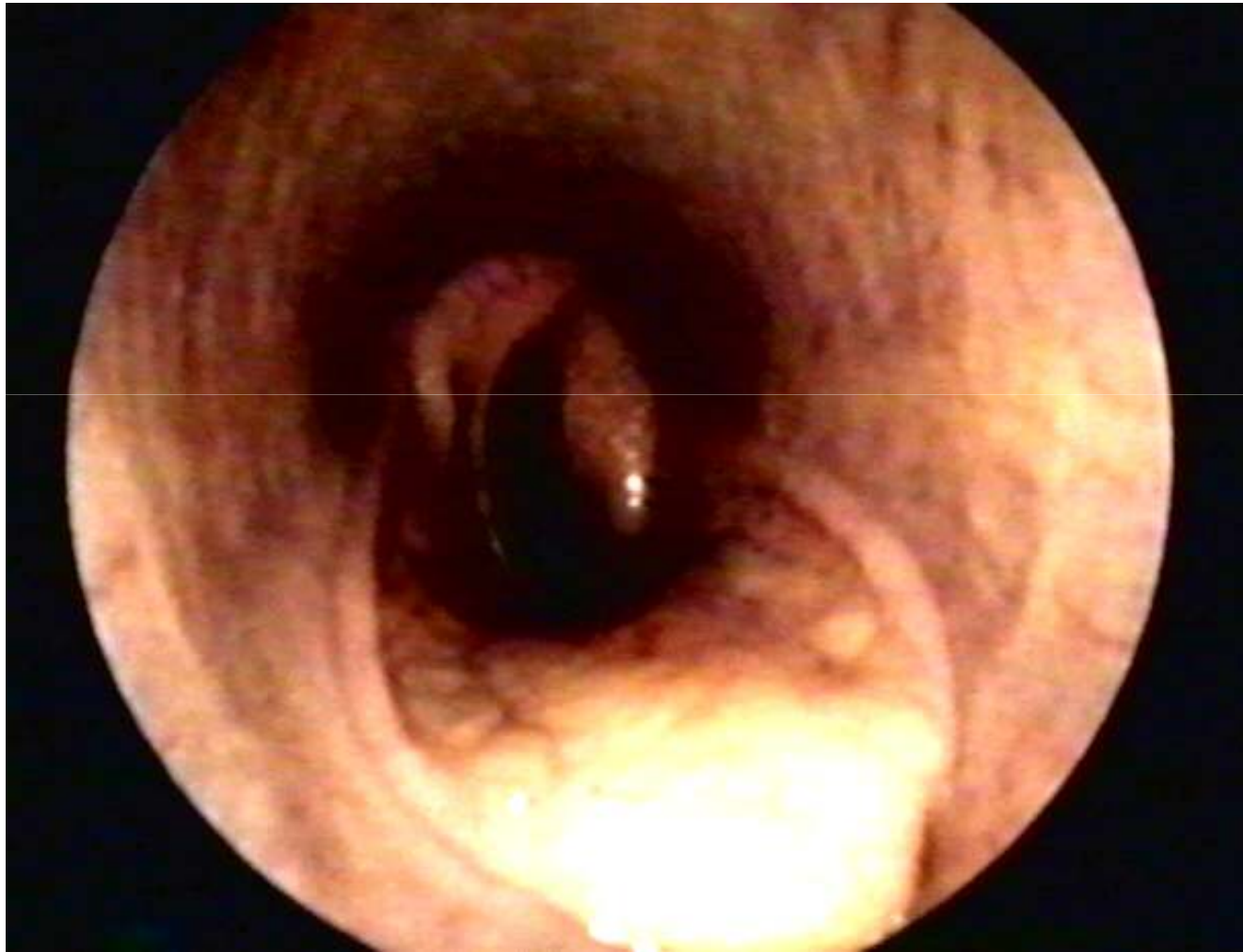
42,6% – Obstrução dinâmica das vias aéreas

21,5% – Arritmias clinicamente importantes durante o exercício

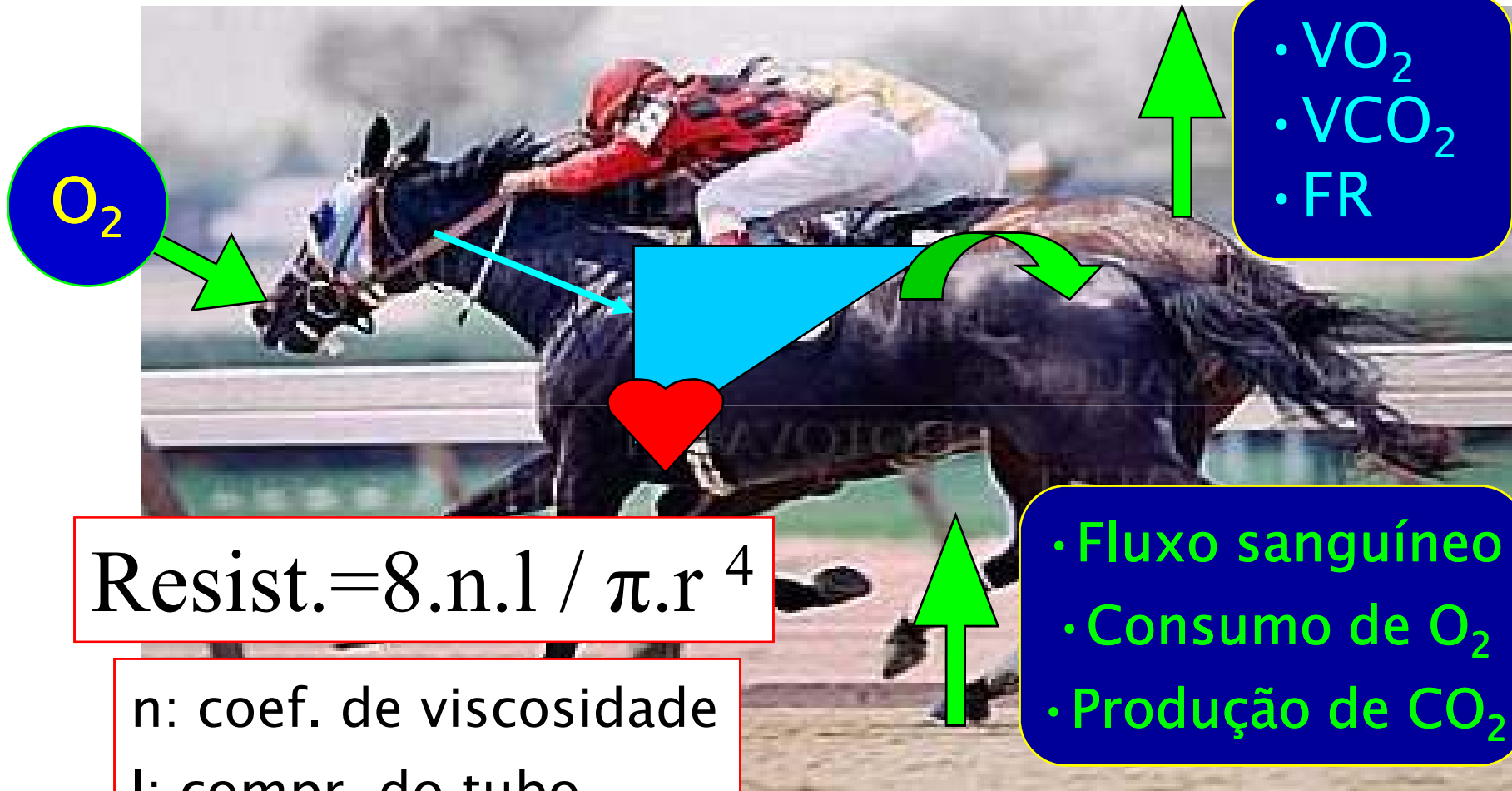
Caso clínico

- 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?



$$\text{Resist.} = 8.n.l / \pi.r^4$$

n: coef. de viscosidade
l: compr. do tubo
r: raio do tubo



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 ₂ (mmol O ₂ /ATP)	Tempo de exercício para a fadiga
Anaeróbico				
ATP	11,2	<1s	0	Segundos
CreatinaP	8,6	<1s	0	Segundos
Carboidrato → lactato	5,2	<5s	0	Minutos
Aeróbico				
Carboidrato → CO ₂ + H ₂ O	2,7	2-3min	0,167	Horas
AGL → CO ₂ + H ₂ 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

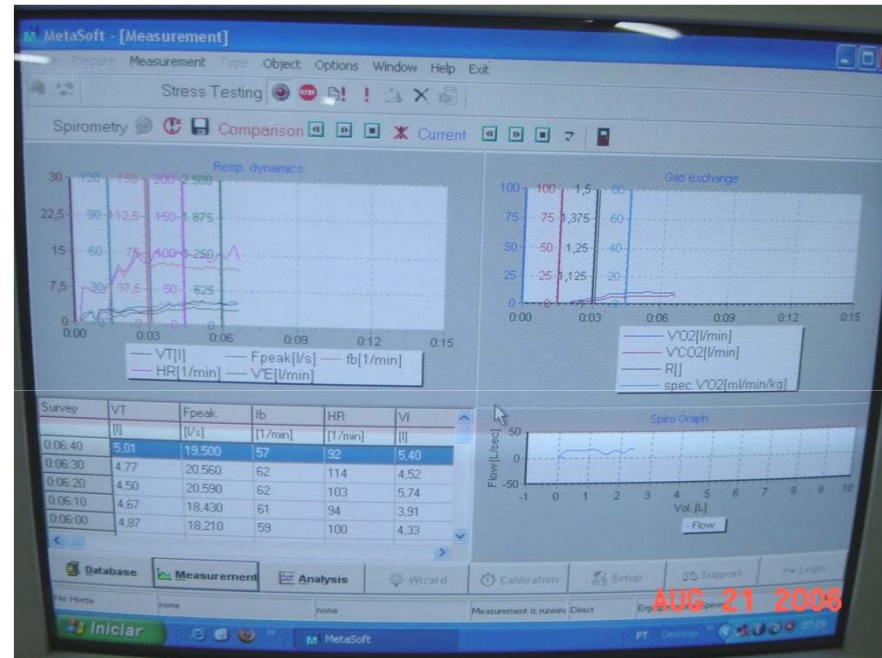
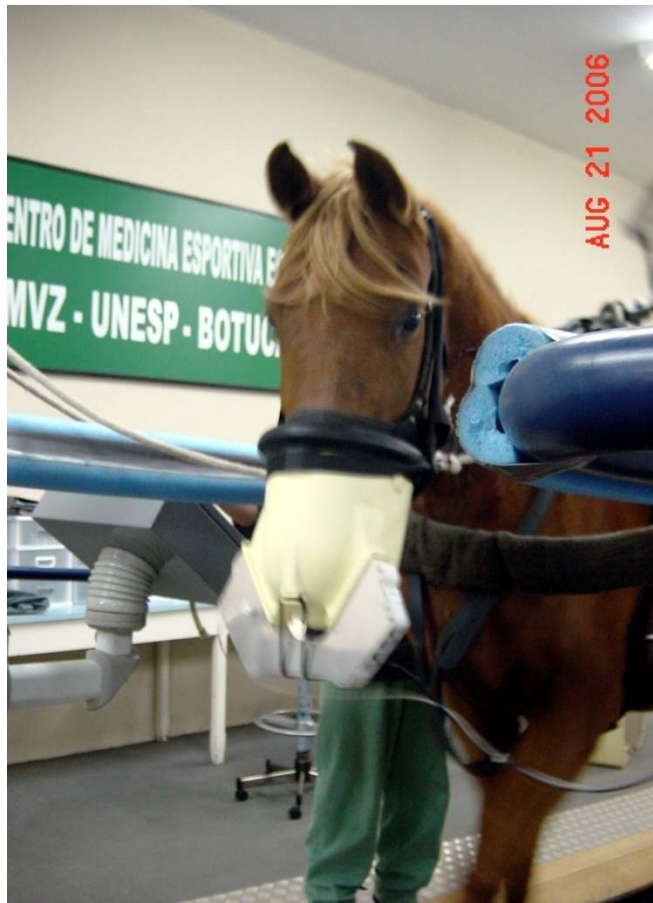


Determinação da velocidade de fluxo de ar gerado pelo ventilador



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

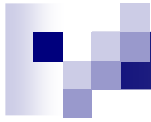
Monitoramento dos dados ventilatórios e de troca gasosa



➤ Valores obtidos a cada 10s

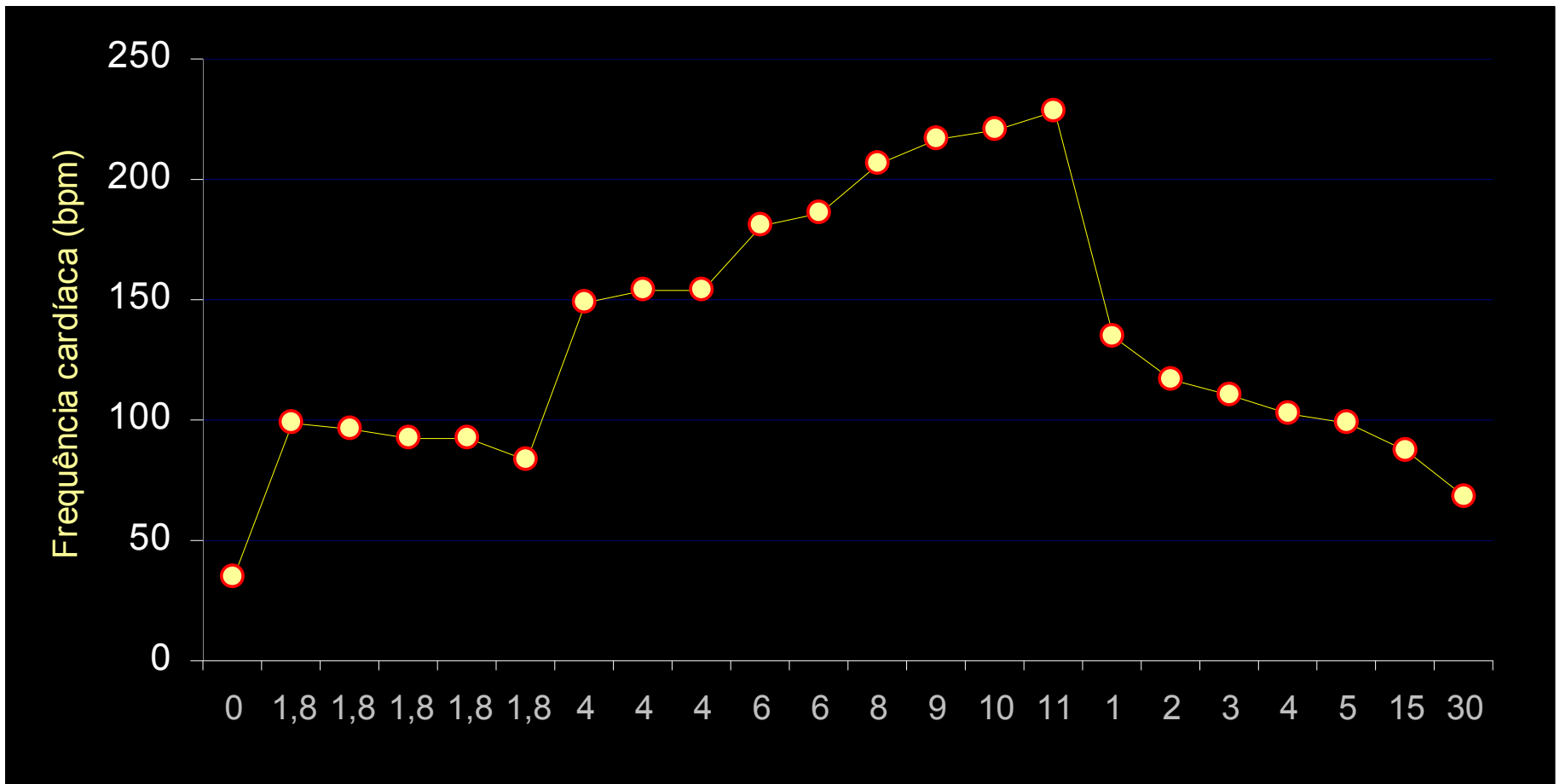
Espirometria em exercício



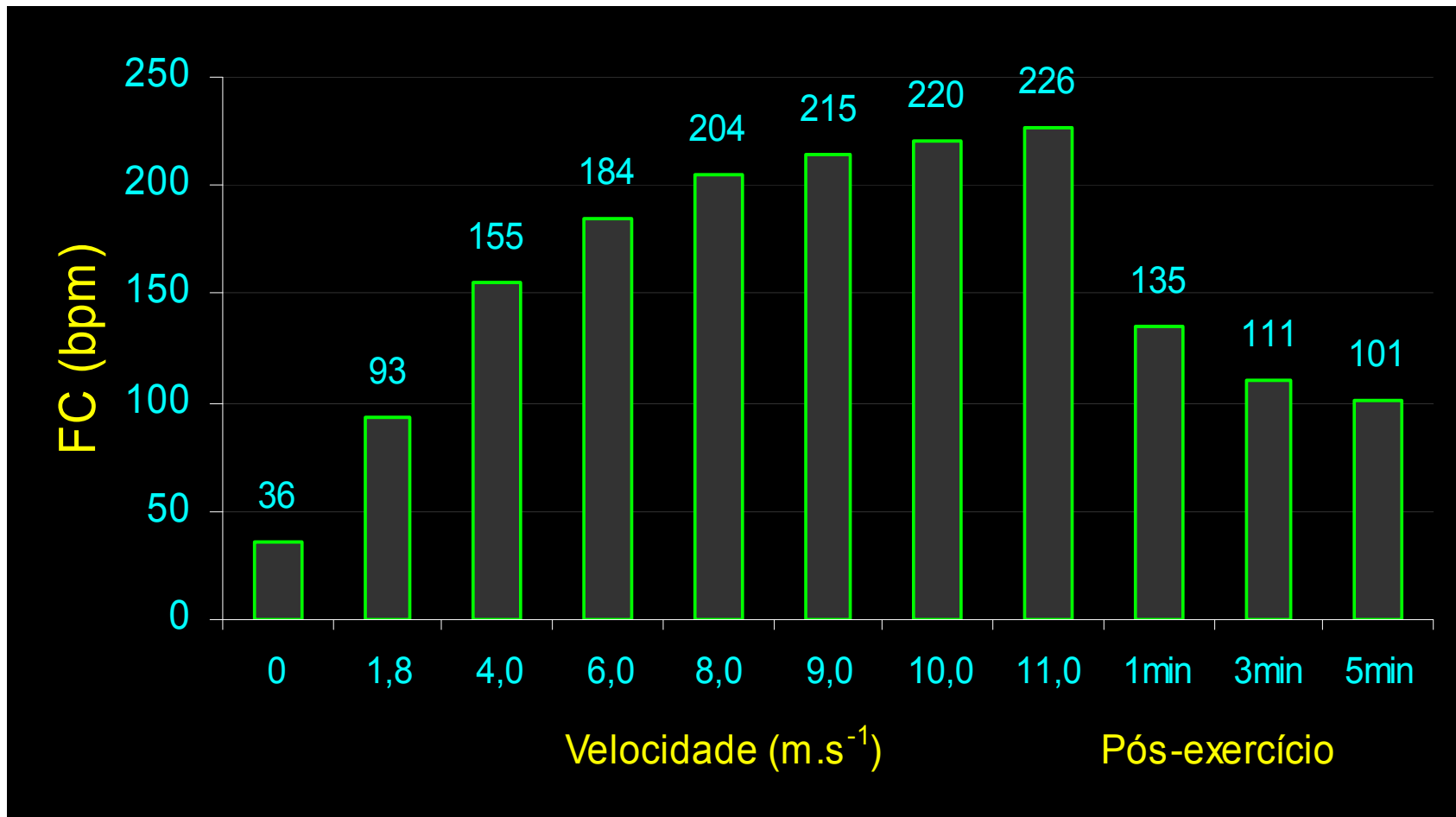


Frequência cardíaca

Frequência Cardíaca durante Teste Padrão de Exercício Progressivo



Freqüência Cardíaca durante Teste Padrão de Exercício Progressivo

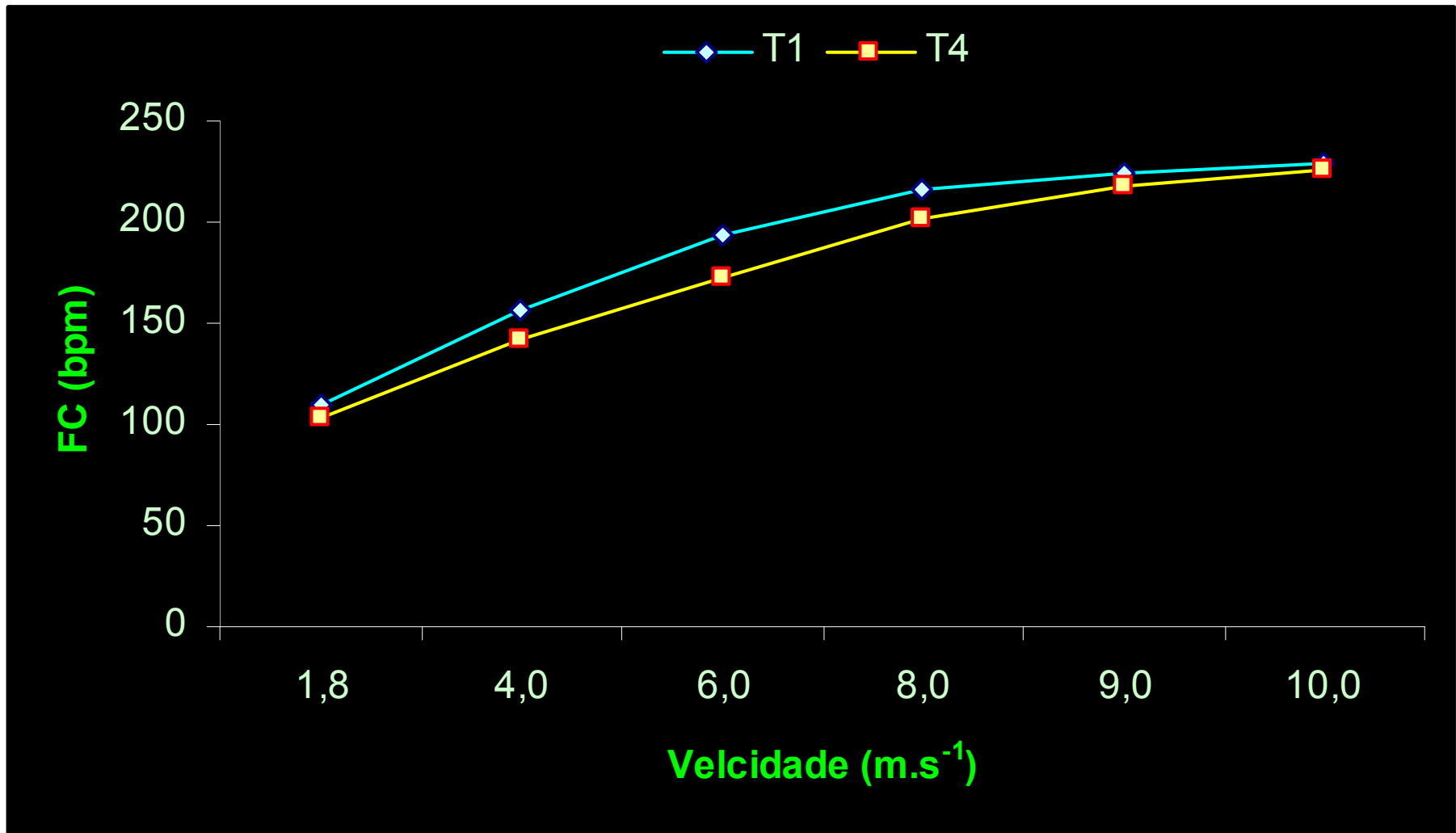




Freqüência Cardíaca durante Teste Padrão de Exercício Progressivo

- 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

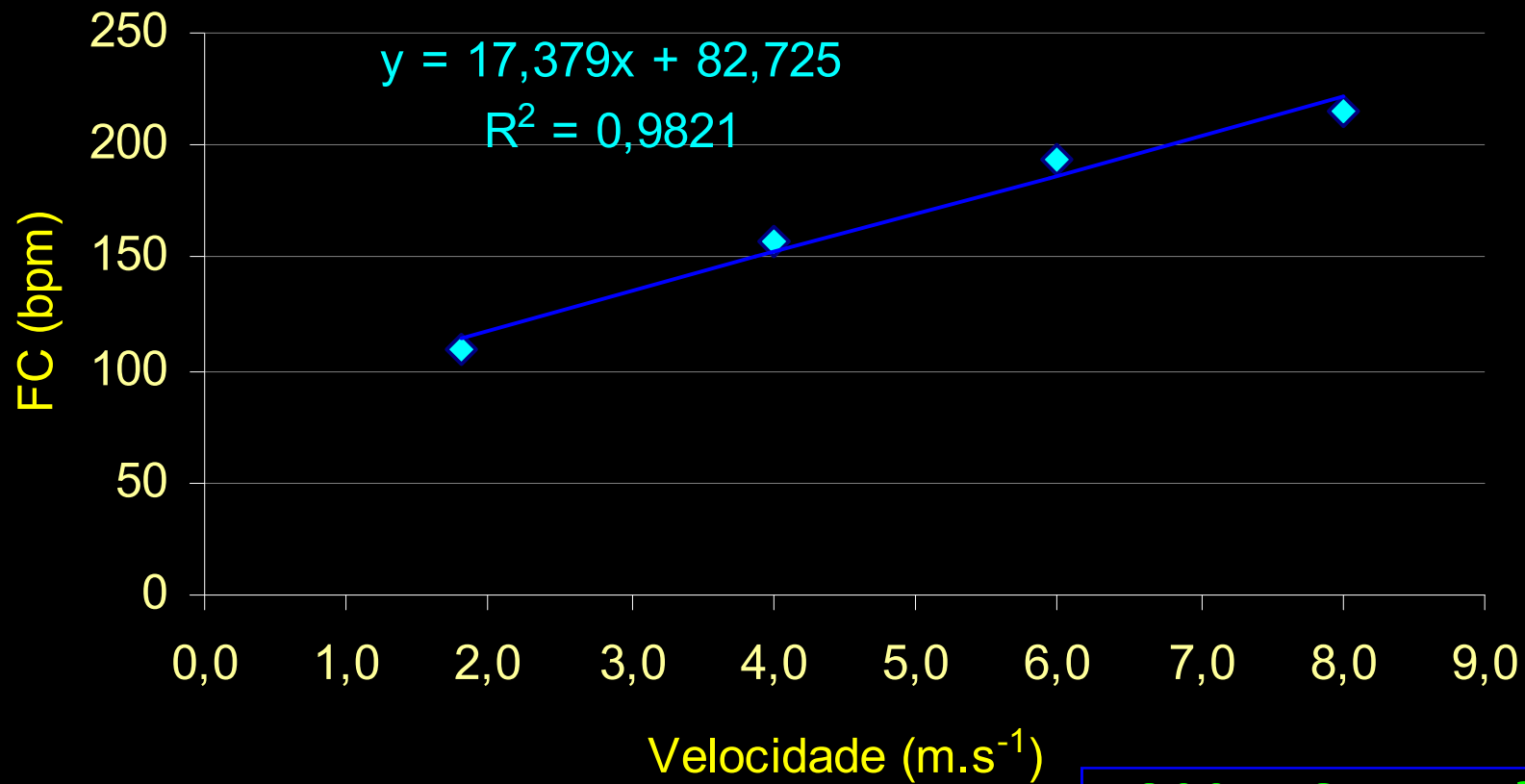




Freqüência Cardíaca durante Teste Padrão de Exercício Progressivo

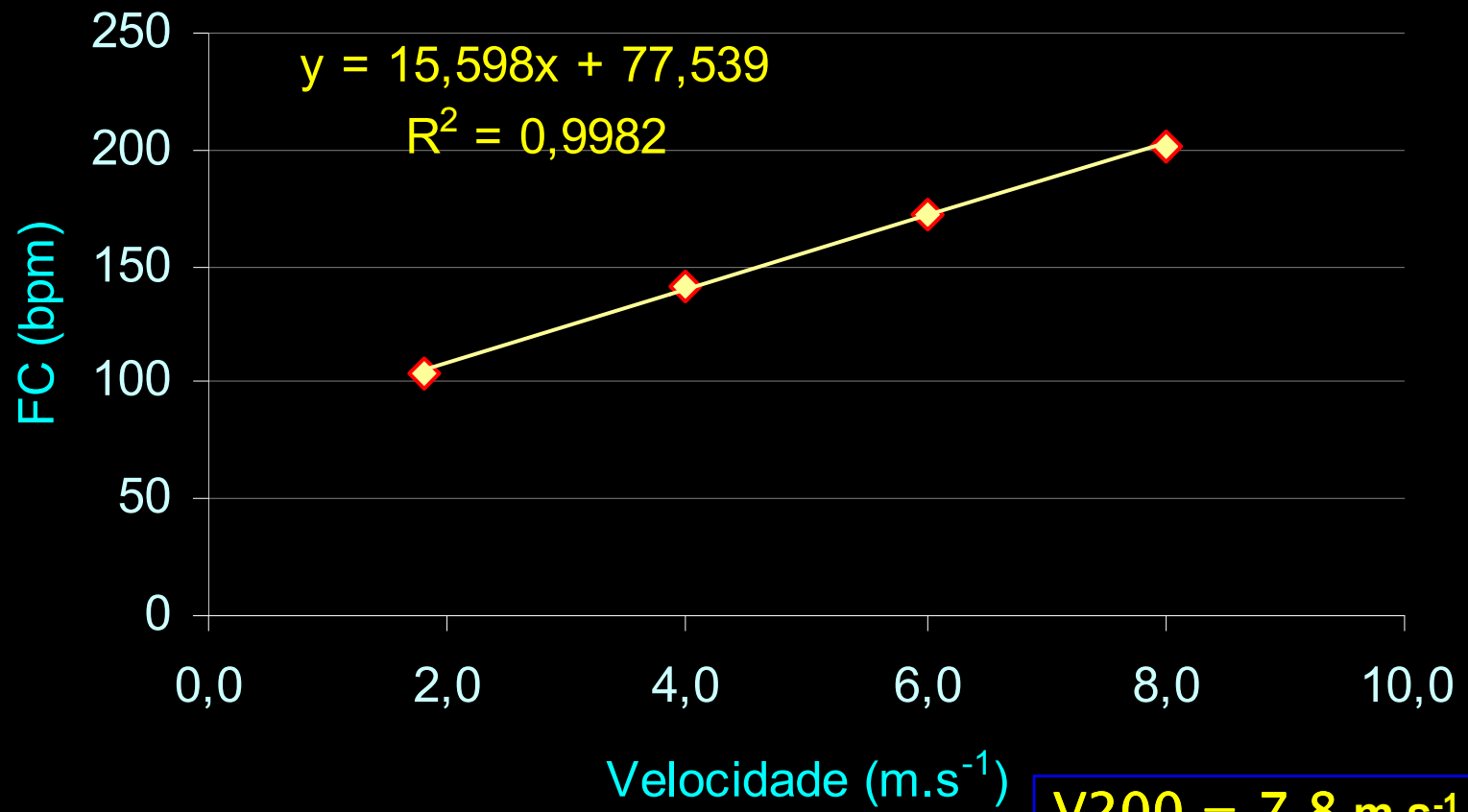
- V_{200} – representa a velocidade de exercício na qual a FC é de 200bpm.
- Em cavalos submetidos a treinamento adequado há elevação do V_{200}
- A FC_{max} não se modifica com o treinamento

T1



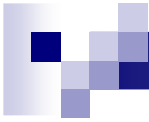
V200 = 6,7 m.s⁻¹

T4



Espirometria





■ A **espirometria** é um teste de função pulmonar na qual são mensurados volumes de ar e concentrações de O₂ e CO₂ 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-locomoção – galope (relação 1:1)



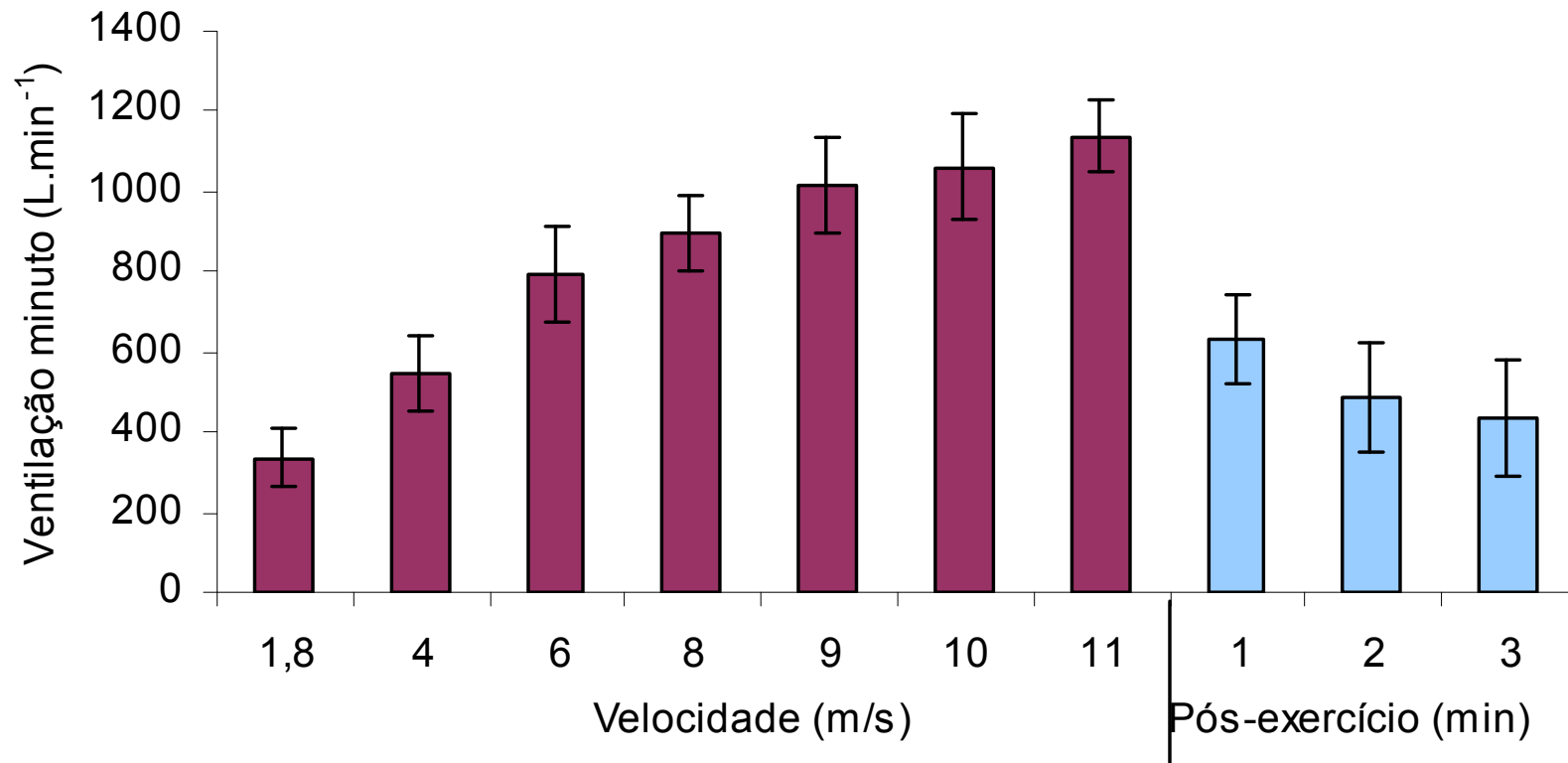
INSPIRAÇÃO



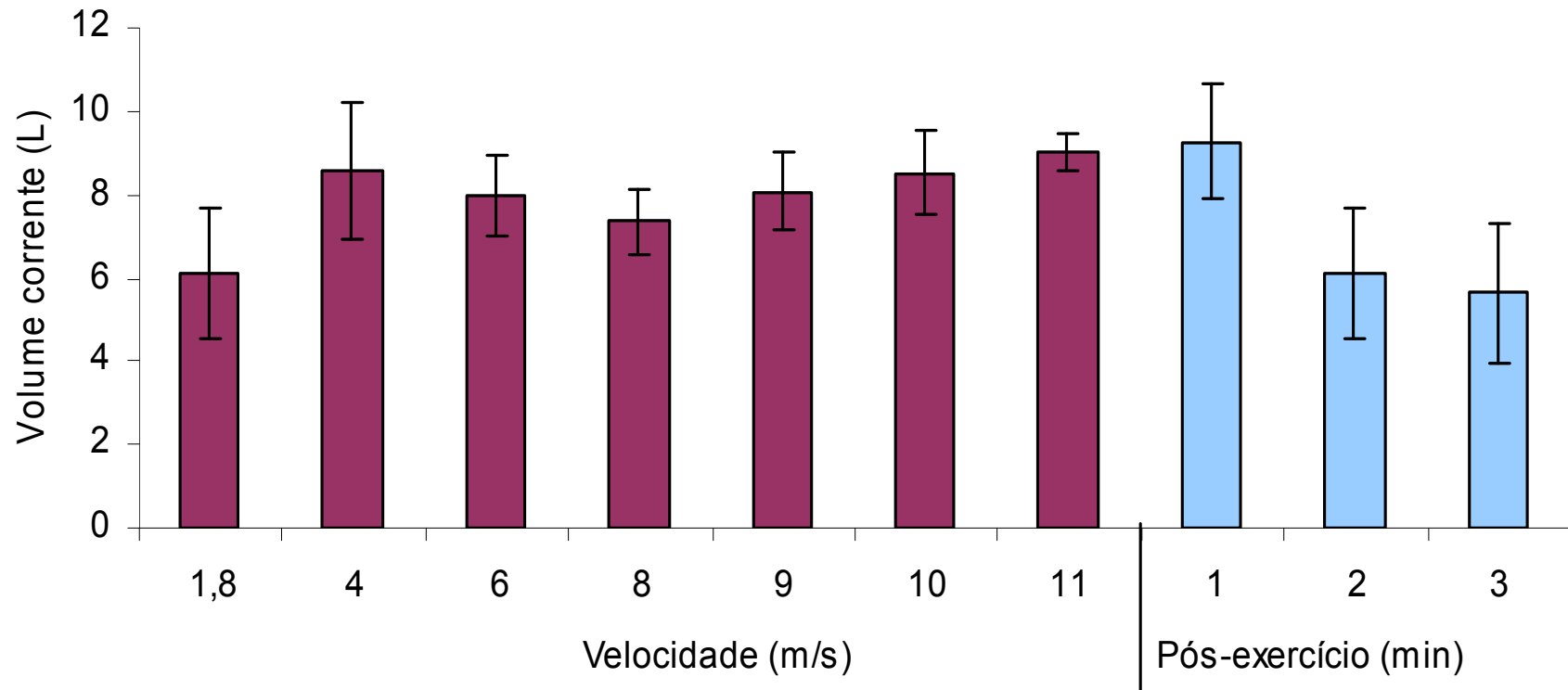
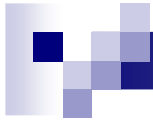
EXPIRAÇÃO

(ART et al. , 2002)

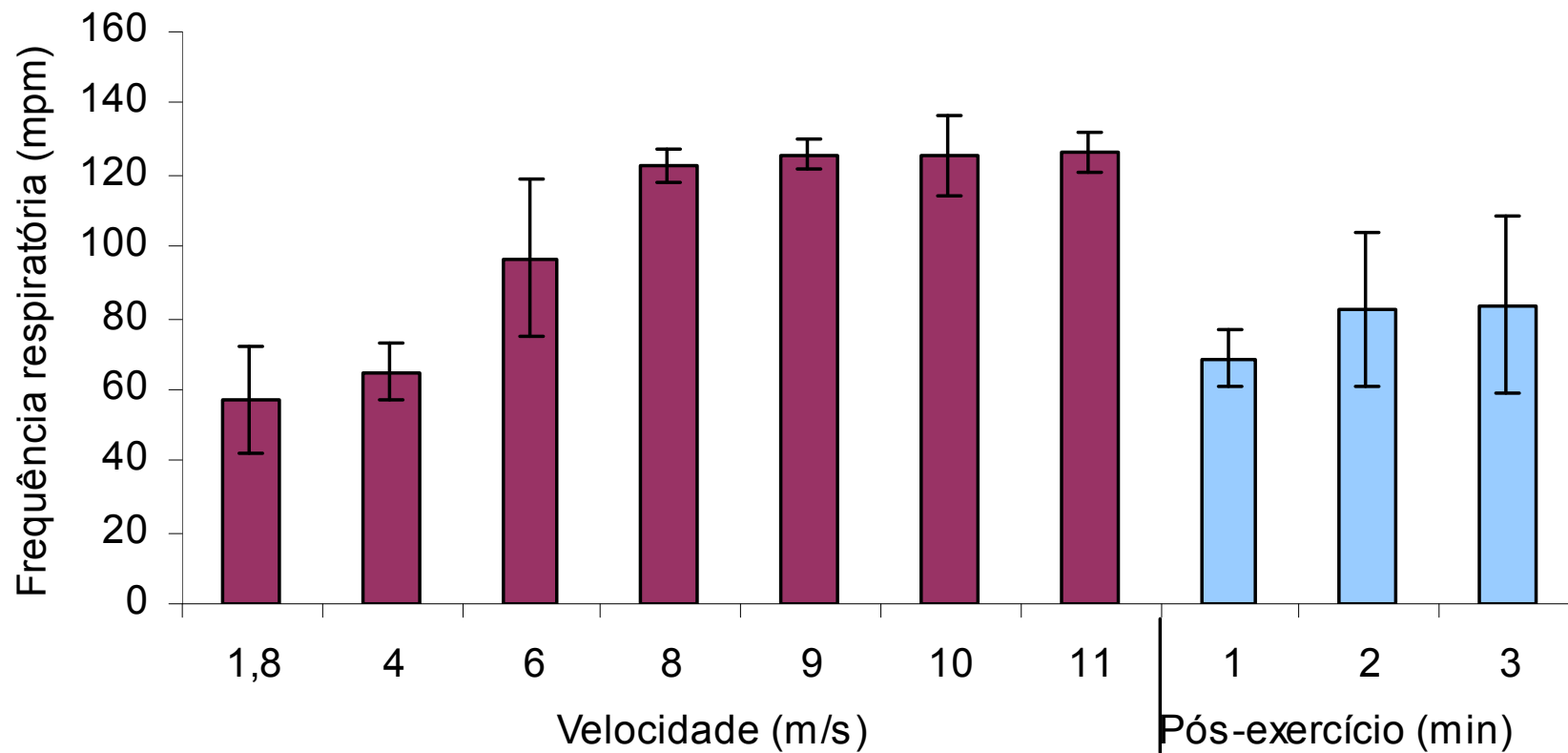
Ventilação minuto (VM) = VC x FR



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 – frequência respiratória;
- Altas velocidades de exercício – volume corrente.



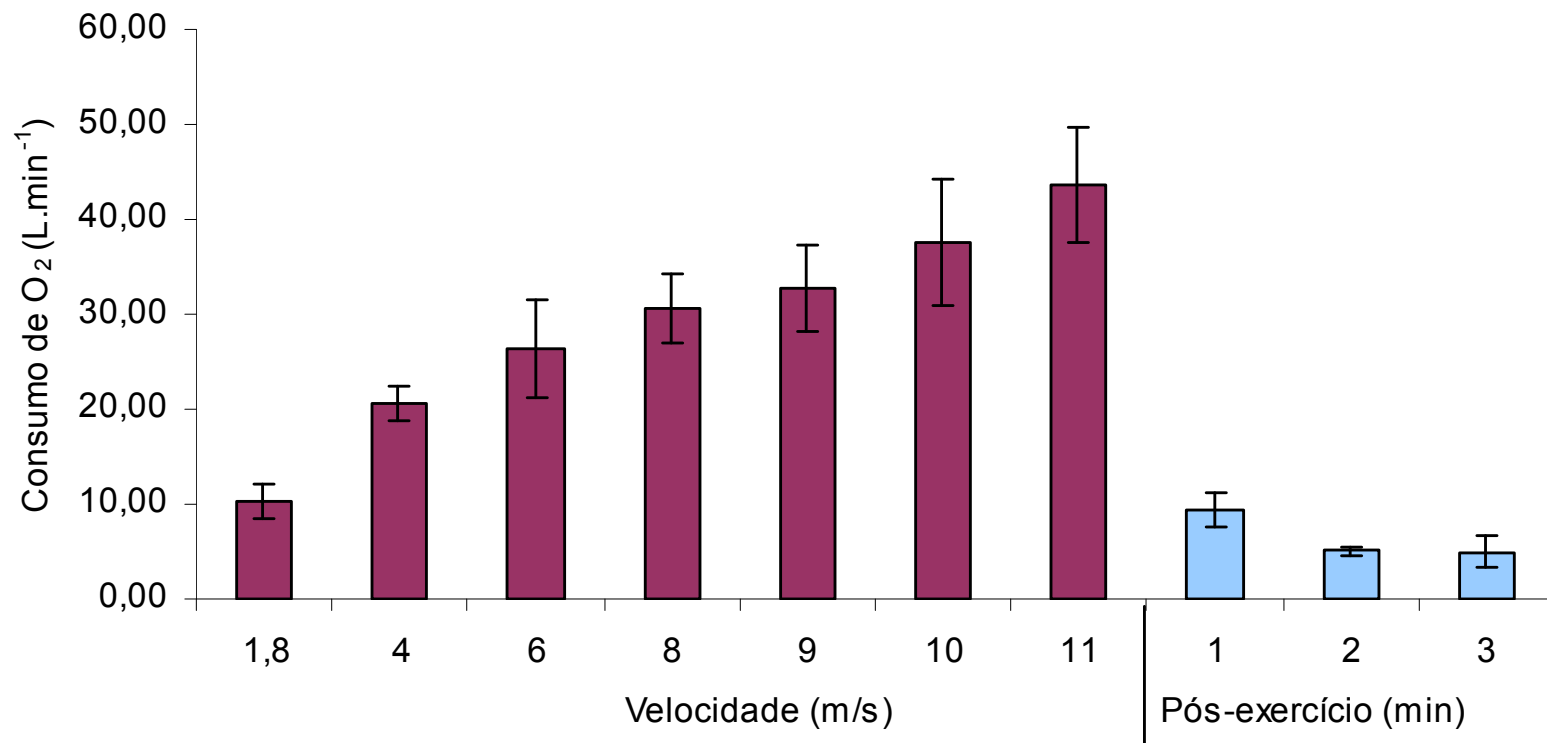
O **consumo de oxigênio** (VO_2) é a mensuração da taxa na qual o oxigênio é utilizado pela mitocôndria no músculo

O **CO₂ 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 CO₂ produzido/O₂ utilizado.

(SEEHERMAN e MORRIS, 1990)

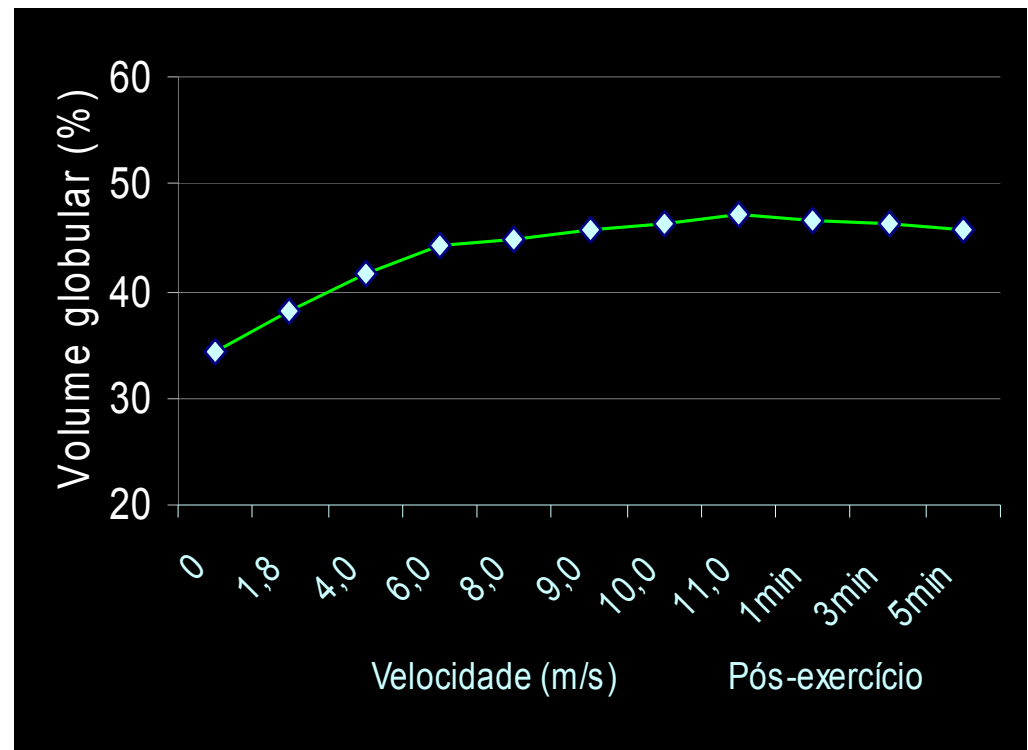


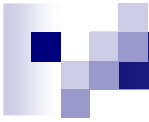
Médias, desvios-padrão do **Consumo de oxigênio (VO₂)**, em litros por minuto, de seis cavalos da raça Árabe durante o TPEP.

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

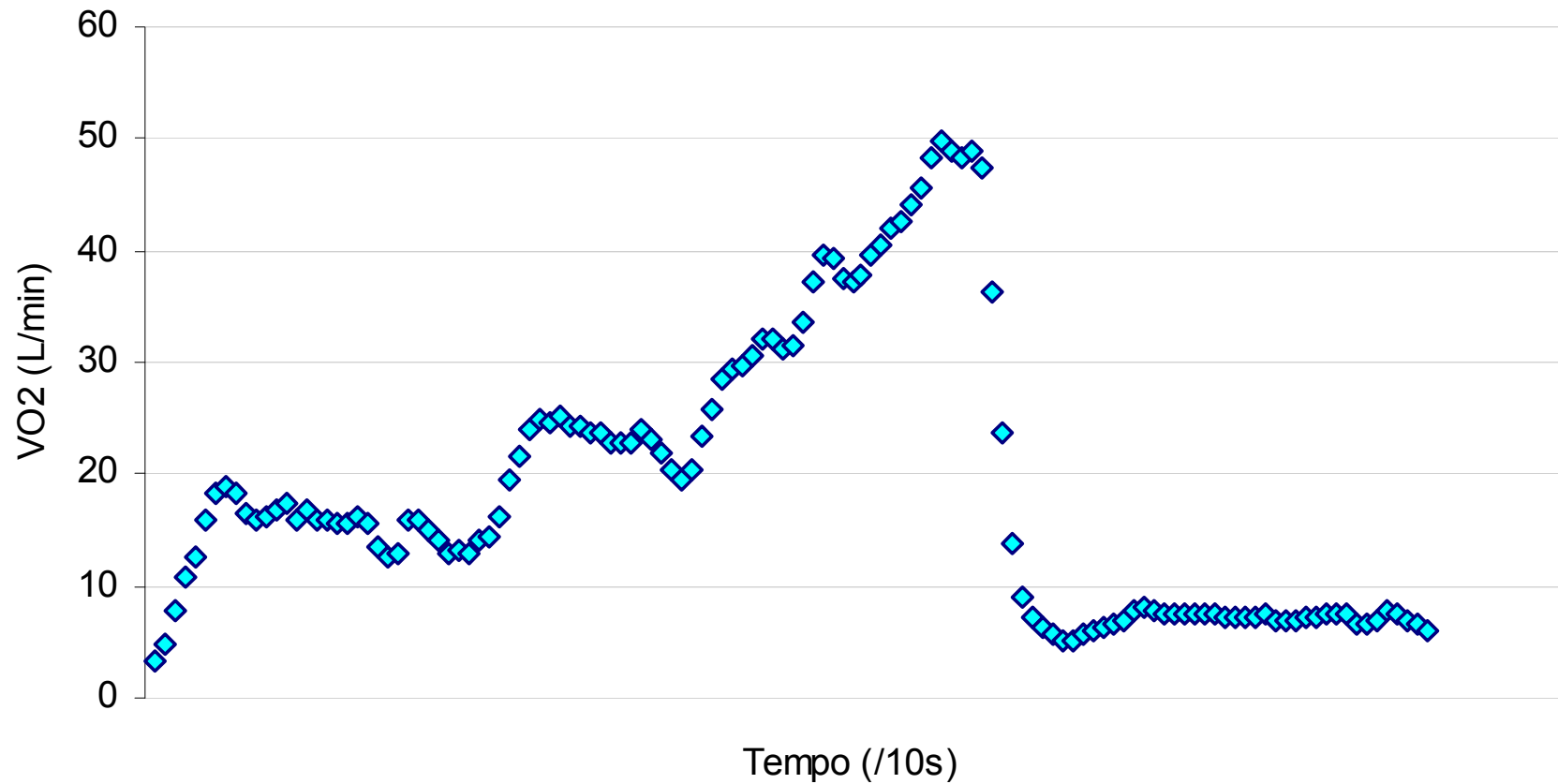
A frequência cardíaca eleva de 40bpm para 220bpm, produzindo um aumento de cerca de 5 a 8 vezes no débito cardíaco (volume sistólico \times FC) durante o exercício intenso

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



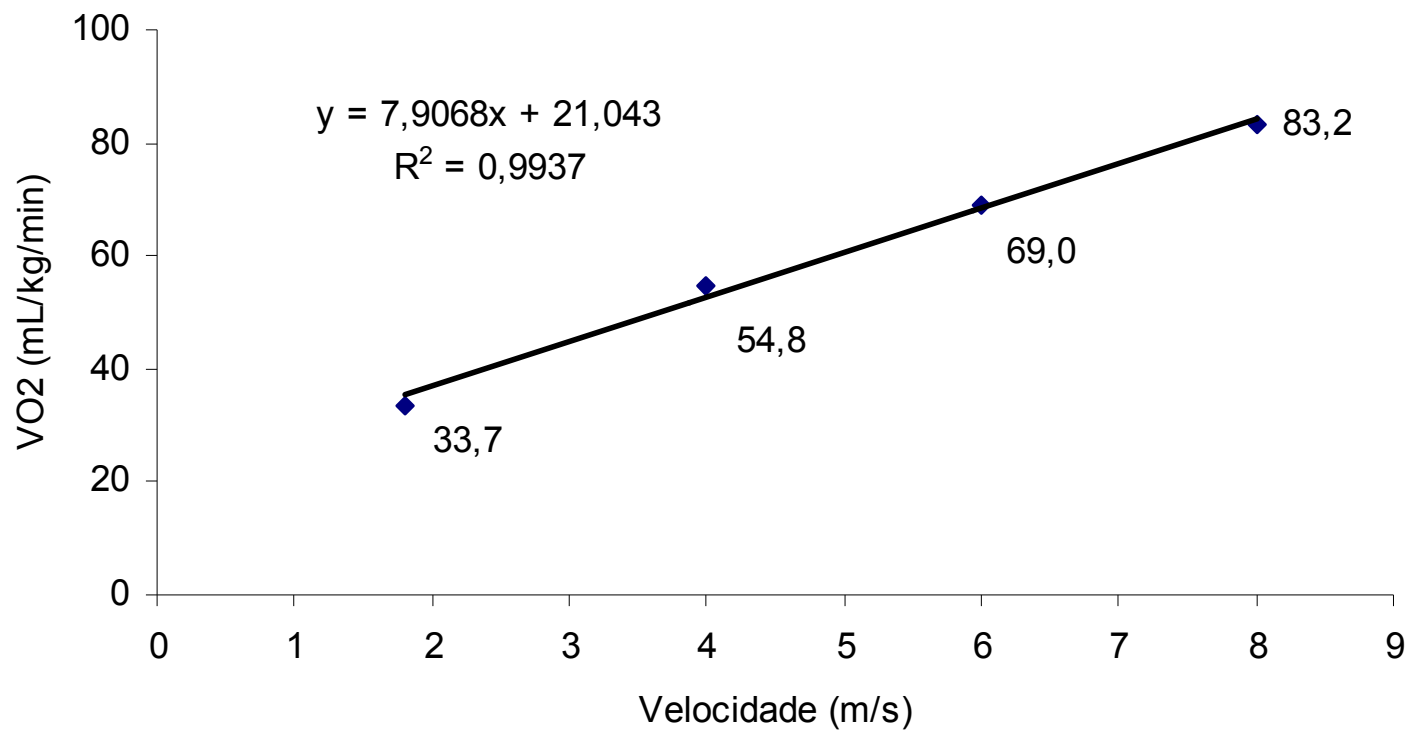


Considerado como um índice de desempenho atlético

- Em cavalos da raça PSI, o VO₂max foi correlacionado a maiores velocidades de corrida em um percurso de 2000m.
- Animais com altos VO₂max 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 ₂ max	118,8
50%VO ₂ max	59,4
Velocidade	4,9m/s

Efeito do treinamento sobre o VO2max



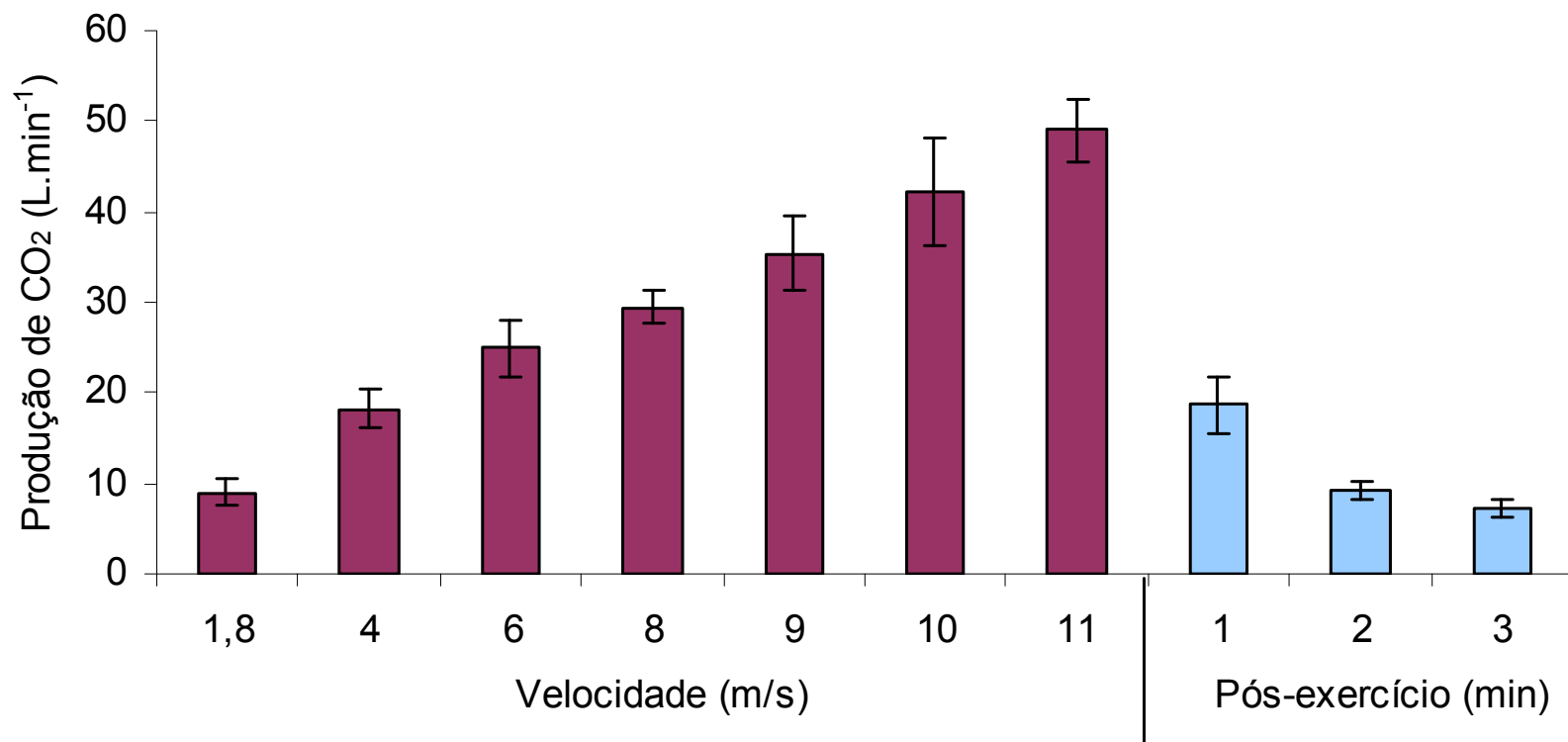
VO _{2max} (L.min ⁻¹)	GA	41,3 ± 7,5	45,8 ± 4,4
	GC	30,3 ± 1,3	37,0 ± 3,0
VO _{2max} (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	GA*	119,6 ± 20,6	134,2 ± 20,8
	GC	76,9 ± 3,3	93,8 ± 7,4

- 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 ⁻¹) pela % do VO _{2max}
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%

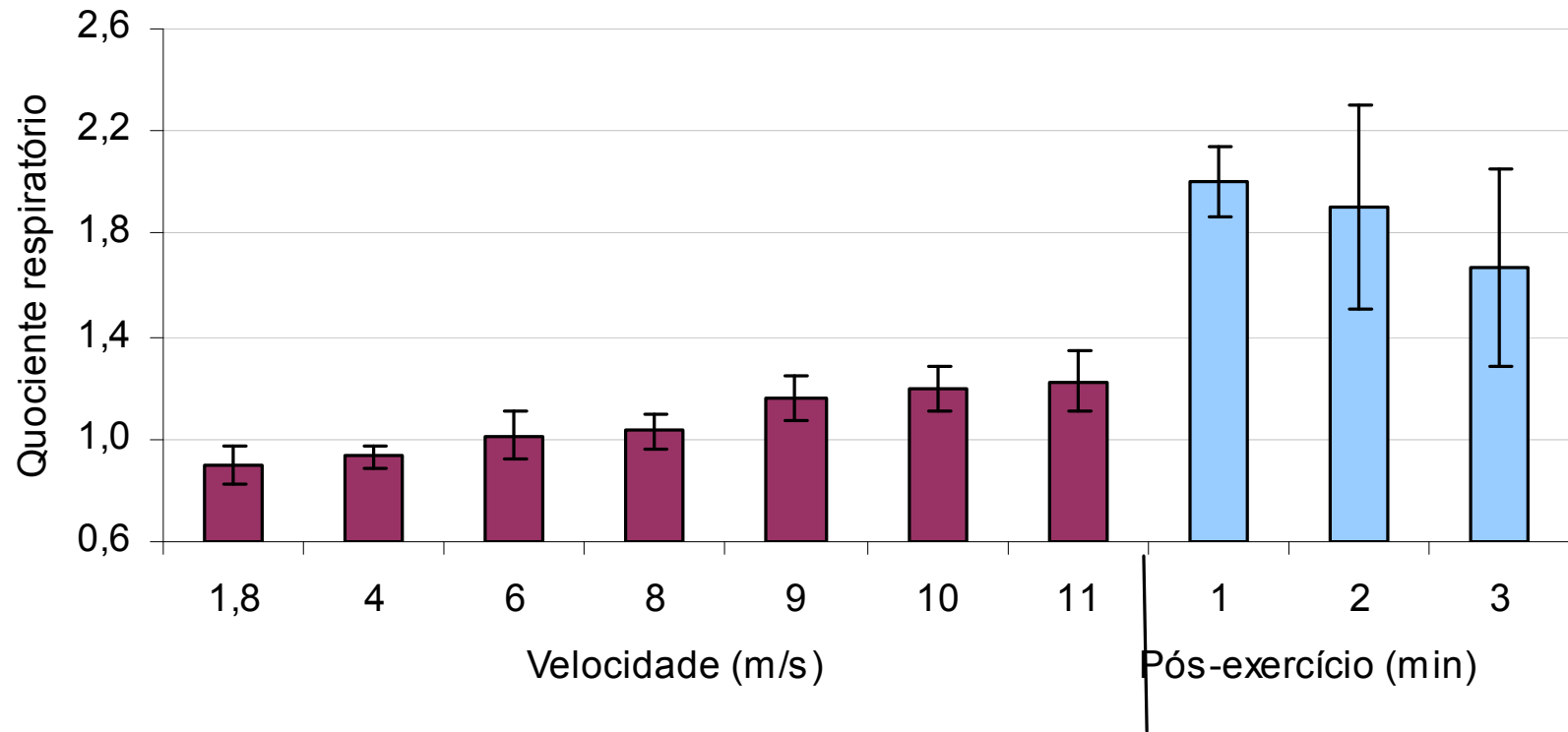
1x/ dia; 5 dias/ semana



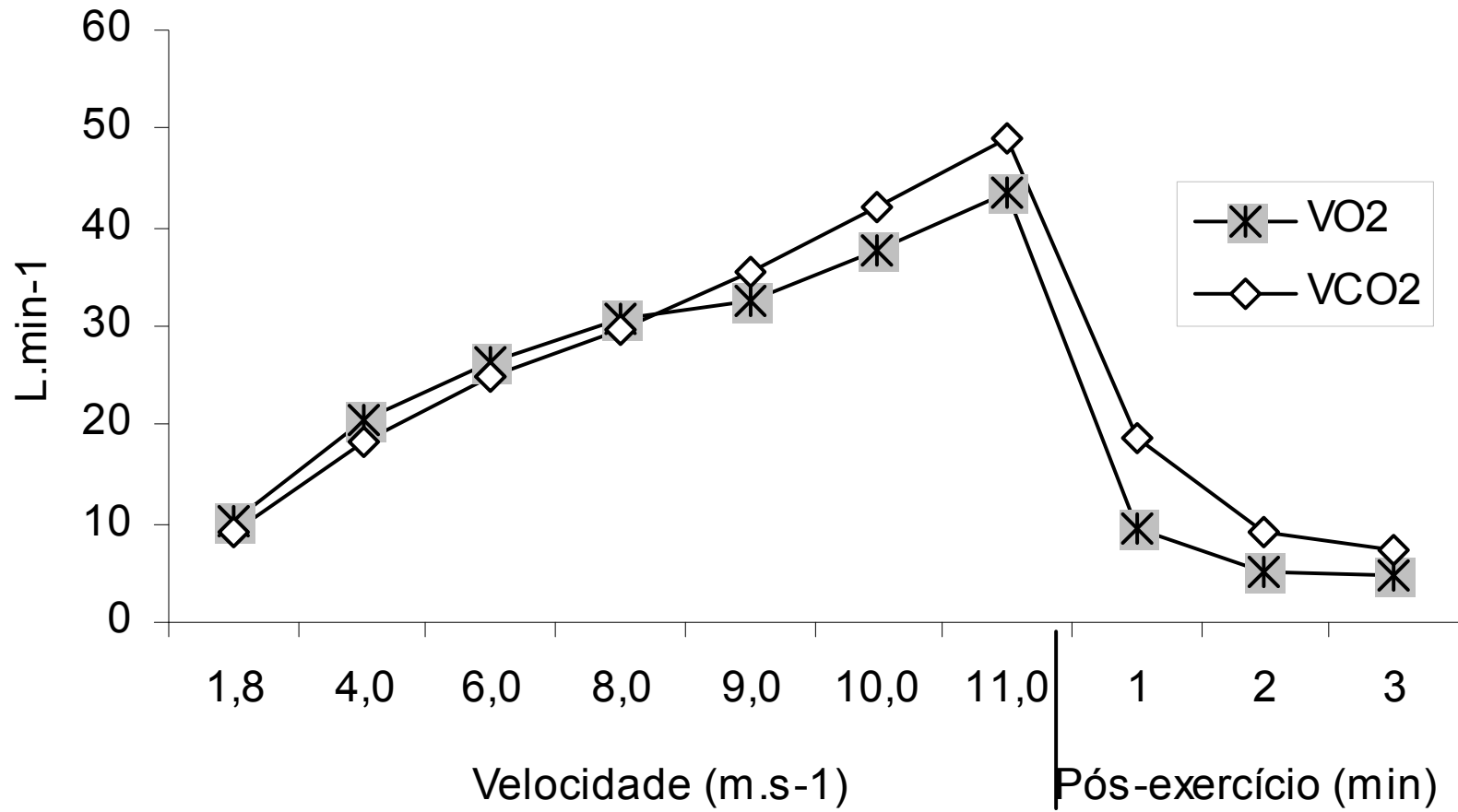
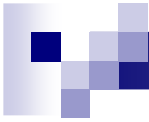
Médias, desvios-padrão da **Produção de CO₂ (VCO₂)**, em litros por minuto, de seis cavalos da raça Árabe durante o TPEP.




R = concentrações de CO₂ produzido/O₂ utilizado no ar



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





O quociente respiratório = concentrações de CO₂ produzido/O₂ 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 CO₂.



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 CO₂ produzido conforme a equação:



- Maior volume de CO₂ produzido (VCO₂), desproporcional ao consumo de O₂, resulta em maior valor do R na fase final do exercício.



Obrigado

Marcos Jun Watanabe

watanabe@fmvz.unesp.br