

Escola de Educação Física e Esporte  
Fisiologia da Atividade Motora I

***Adaptações no músculo  
esquelético promovidas pelo  
treinamento anaeróbico***

Valéria L. G. Panissa

# Dois Blocos

- Bloco I – caracterização do exercício anaeróbio
- Bloco II – adaptações no músculo esquelético

# Objetivos da aula

- Apresentar características de exercícios anaeróbios classificá-los de acordo com suas respectivas demandas fisiológicas
- Essa classificação será utilizada posteriormente nas aulas subsequentes

# O que é exercício anaeróbico?



(a) Anaerobic Metabolism

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_3H_5O_3^- + 2 H^+$$

	NADH	FADH <sub>2</sub>	ATP	CO <sub>2</sub>
1 Glucose				
↓ GLYCOLYSIS ↓				
2 Pyruvate	2		4 -2	
↙				
2 Lactate	-2			
<b>TOTALS</b>	<b>0 NADH</b>		<b>2 ATP</b>	

4



Intensidade máxima  
Velocidade máxima de *Sprint*  
Velocidade pico



Marcadores de potência aeróbia  
Velocidade aeróbia máxima  
Consumo máximo de oxigênio



Marcadores de estabilidade metabólica  
Capacidade aeróbia  
Limiar anaeróbio - Velocidade crítica



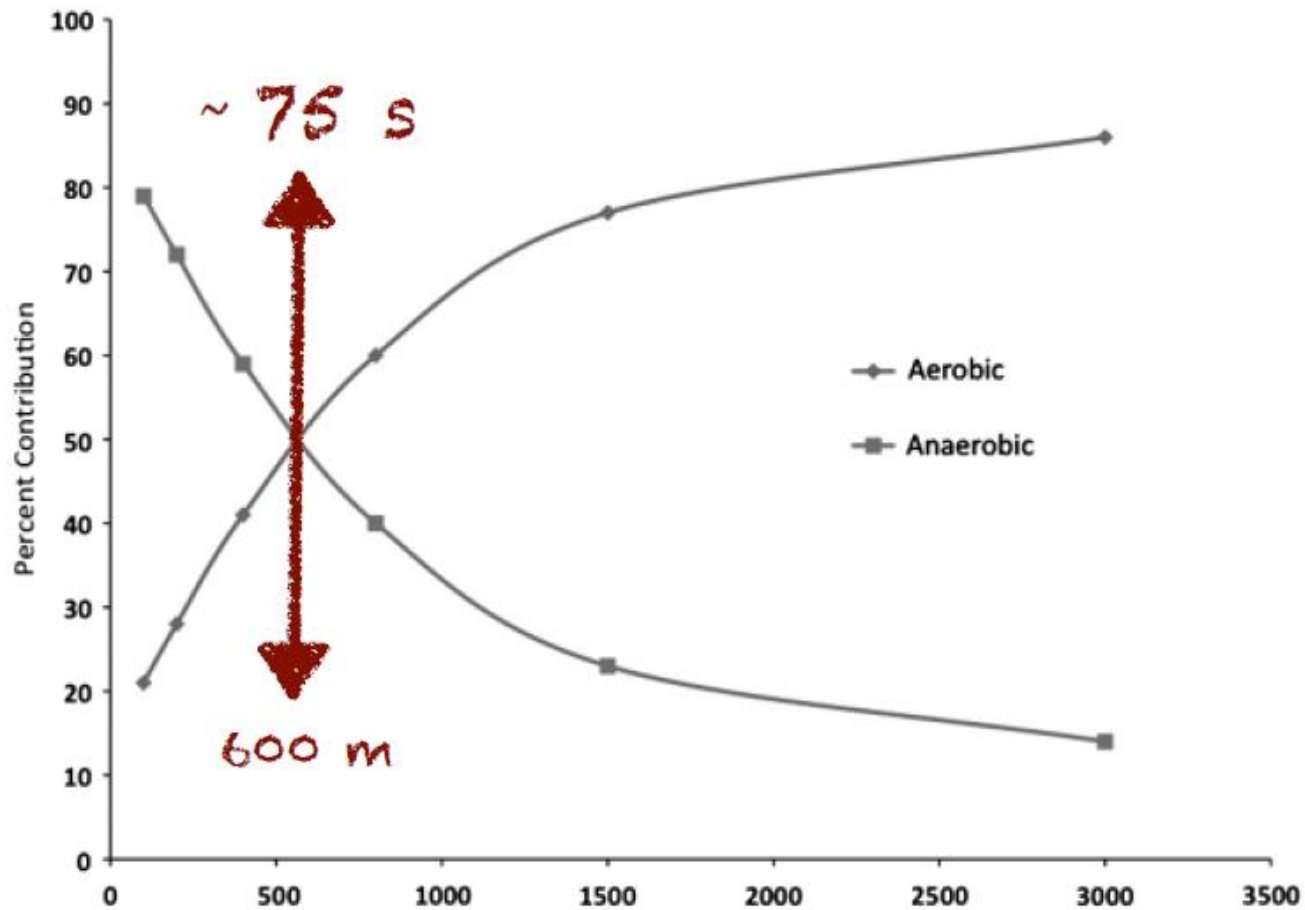
Marcadores de capacidade aeróbia  
Limiar aeróbio



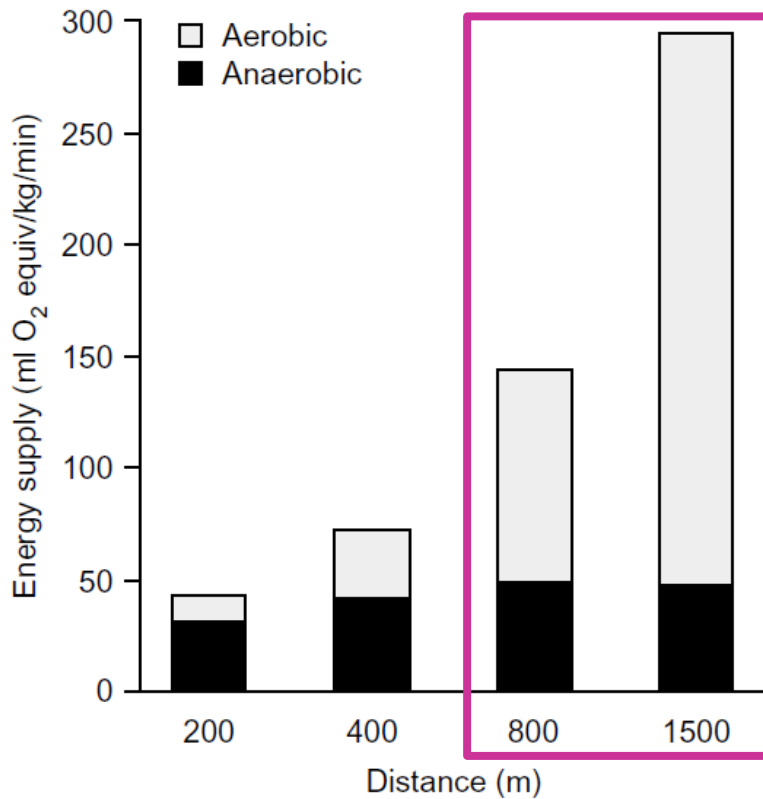
Repouso

# Contribuição dos sistemas em um único esforço máximo

# Interação dos três sistemas de transferência de energia durante o exercício



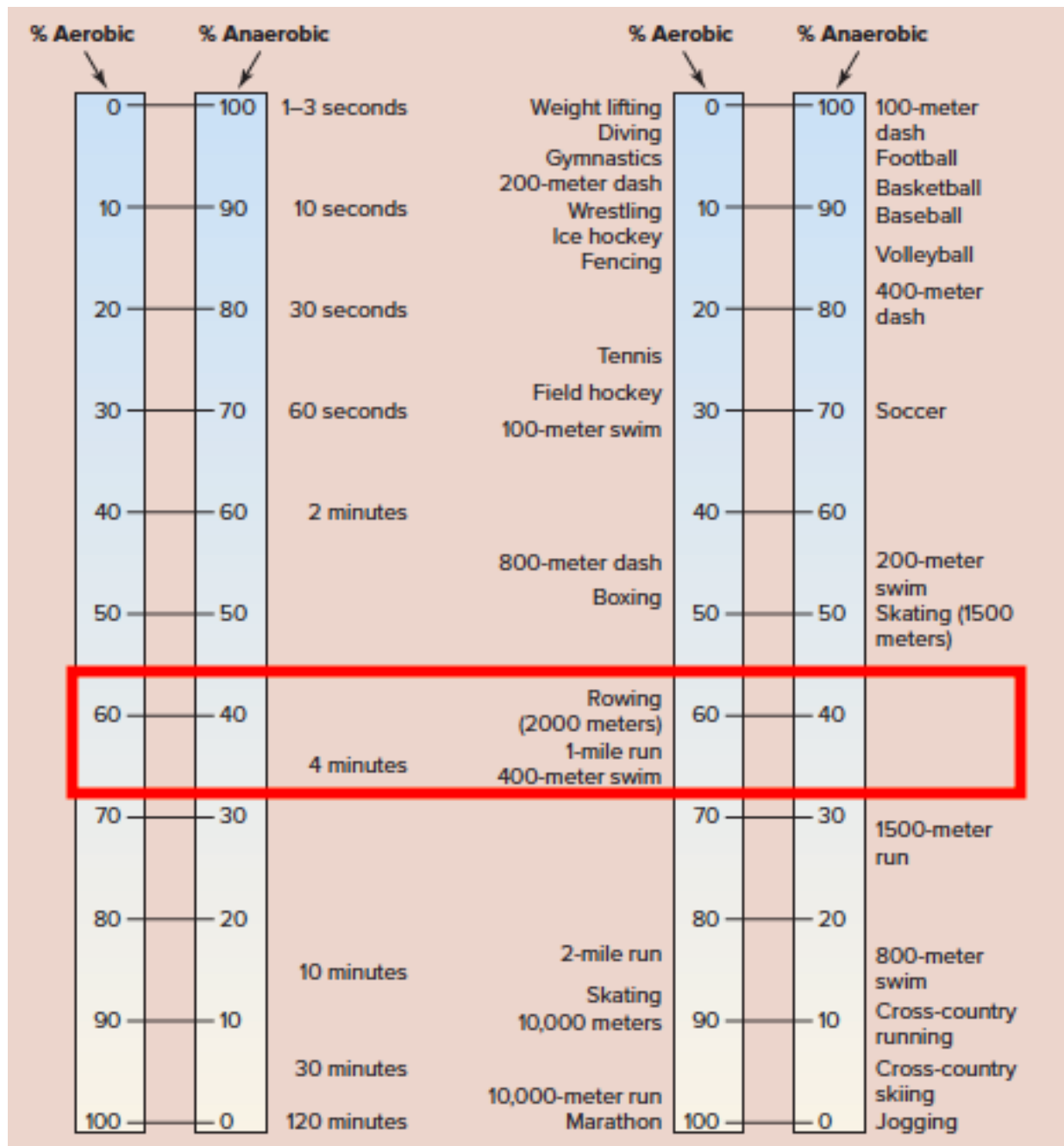
# Interação dos três sistemas de transferência de energia durante o exercício



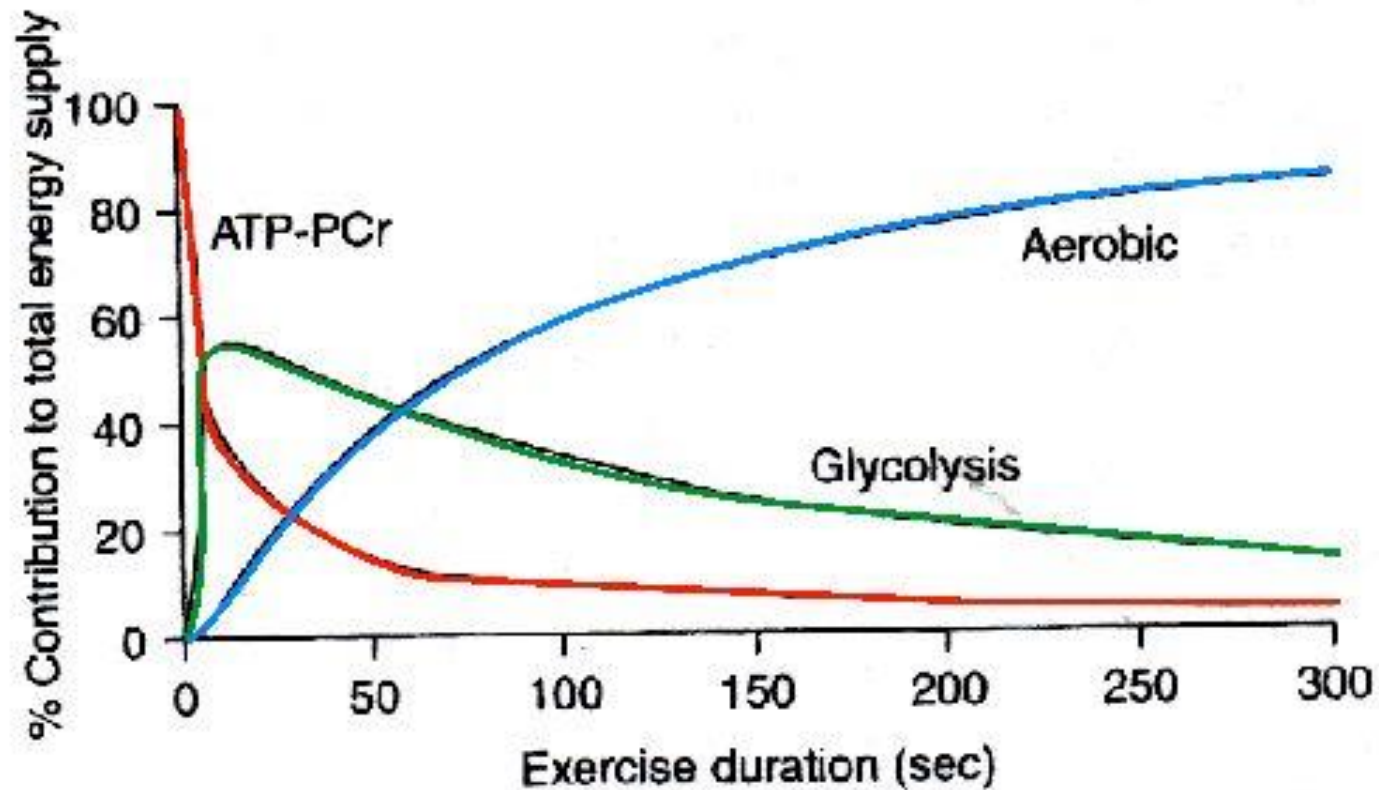
Duration of exhaustive exercise (sec)	% Anaerobic	% Aerobic <sup>a</sup>
0-10	94	6
0-15	88	12
0-20	82	18
0-30	73	27
0-45	63	37
0-60	55	45
0-75	49	51
0-90	44	56
0-120	37	63
0-180	27	73
0-240	21	79

Gastin (2001)





# Contribuição dos Sistemas



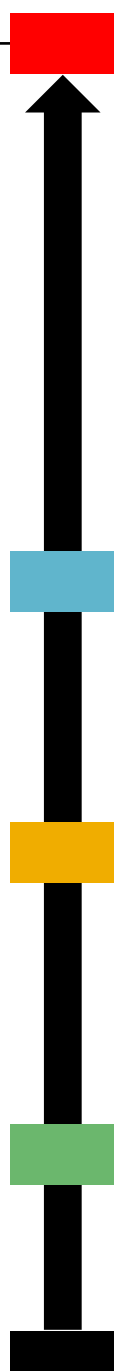
# Métodos para quantificar a contribuição anaeróbia

- Biópsia
- Déficit de oxigênio (MAOD)
- Epoc + lactato



4

Sprint interval training  
(SIT)  
Repeated Sprint  
training (RST)



**Intensidade máxima**  
Velocidade máxima de *Sprint*  
Velocidade pico

**Marcadores de potência aeróbia**  
Velocidade aeróbia máxima  
Consumo máximo de oxigênio

**Marcadores de estabilidade metabólica**  
**Capacidade aeróbia**  
Limiar anaeróbio - Velocidade crítica

**Marcadores de capacidade aeróbia**  
Limiar aeróbio

Repouso

# *Repeated sprint training (RST)*

- Característica central – tiros de 3 a 10s com intervalos até 1 min
- Pausa passiva
- 10 x 6s: 30s de recuperação
- Relação esforço: pausa de 1:5

# Participação dos sistemas no RST

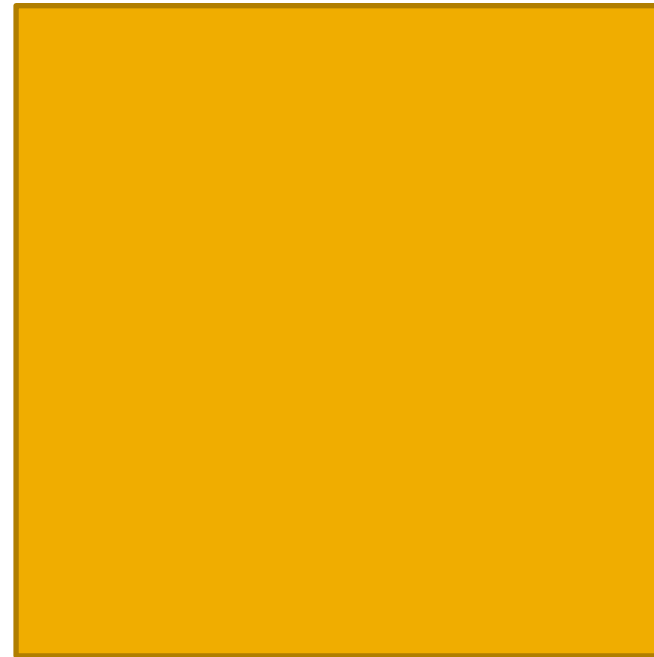
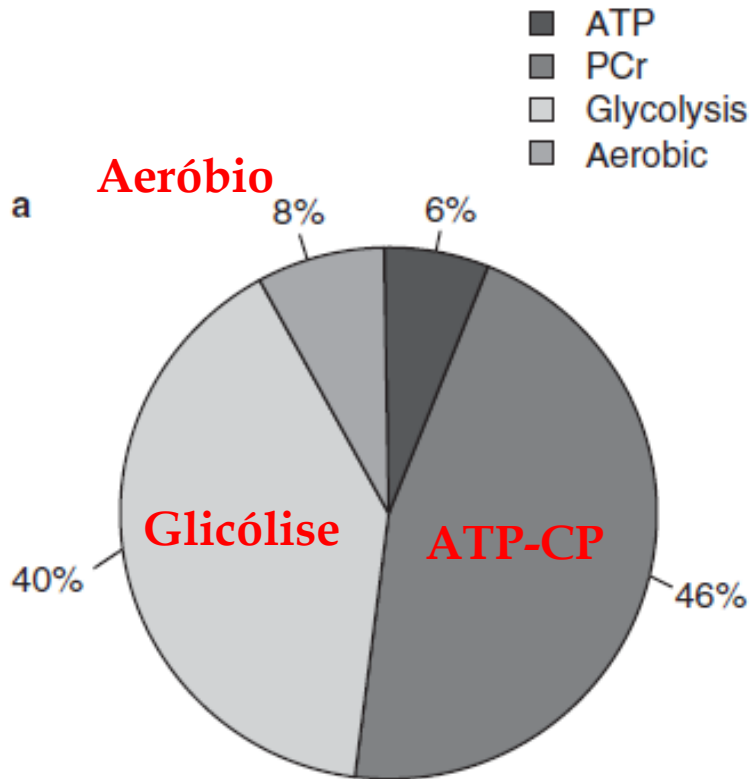
- 10 x 6s na maior intensidade possível com 30s de intervalo

## Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise

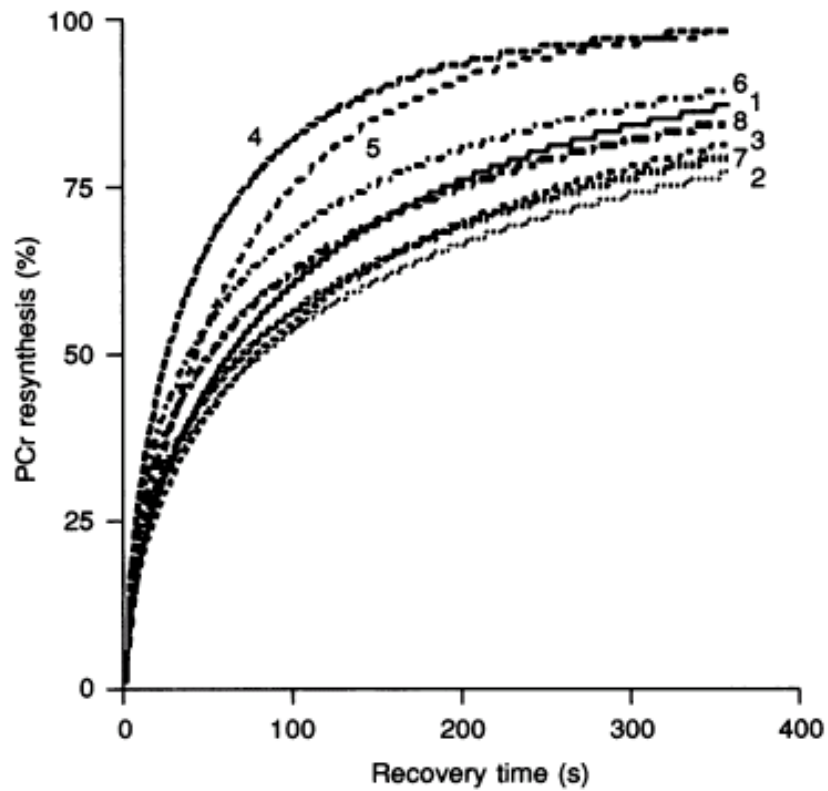
G. C. GAITANOS, C. WILLIAMS, L. H. BOOBIS, AND S. BROOKS

*Department of Physical Education, Sports Science, and Recreation Management, Loughborough University, Loughborough, Leicestershire LE11 3TU, United Kingdom*

# Primeiro e último sprint



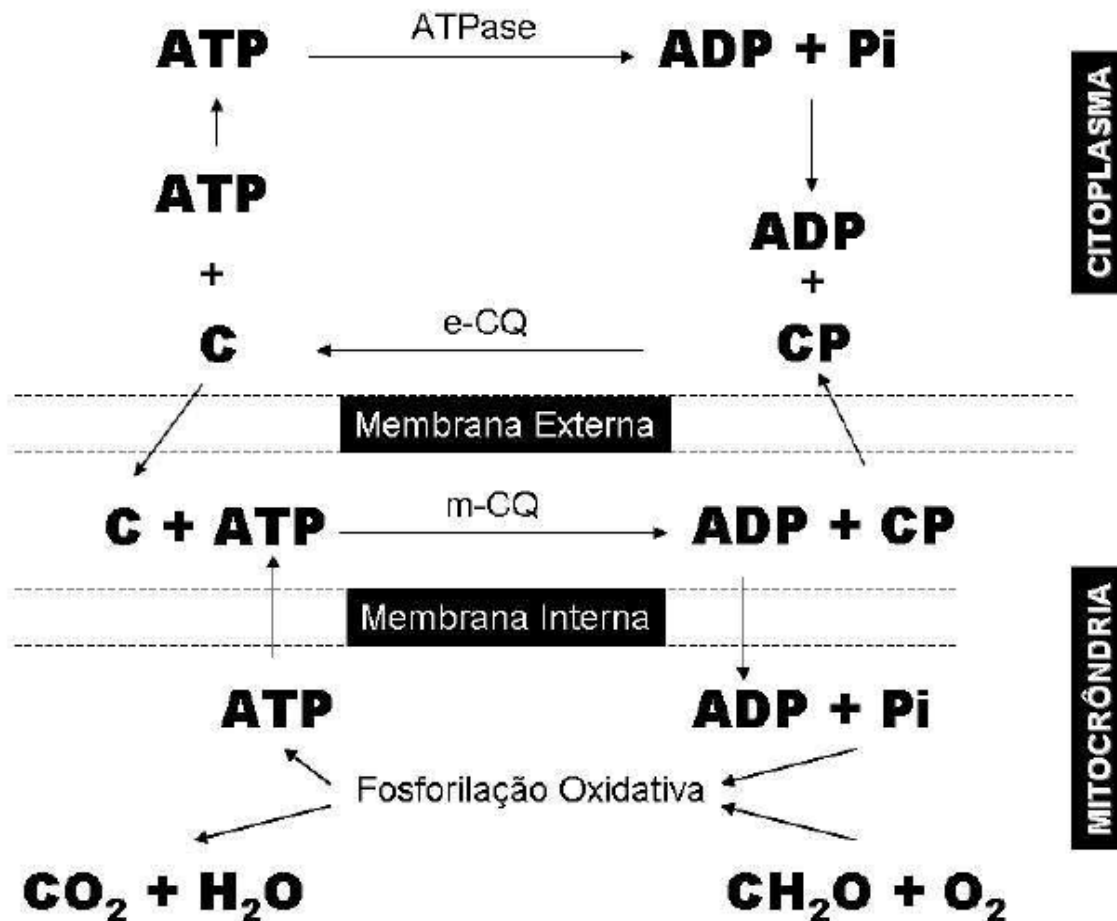
# Ressíntese de CP



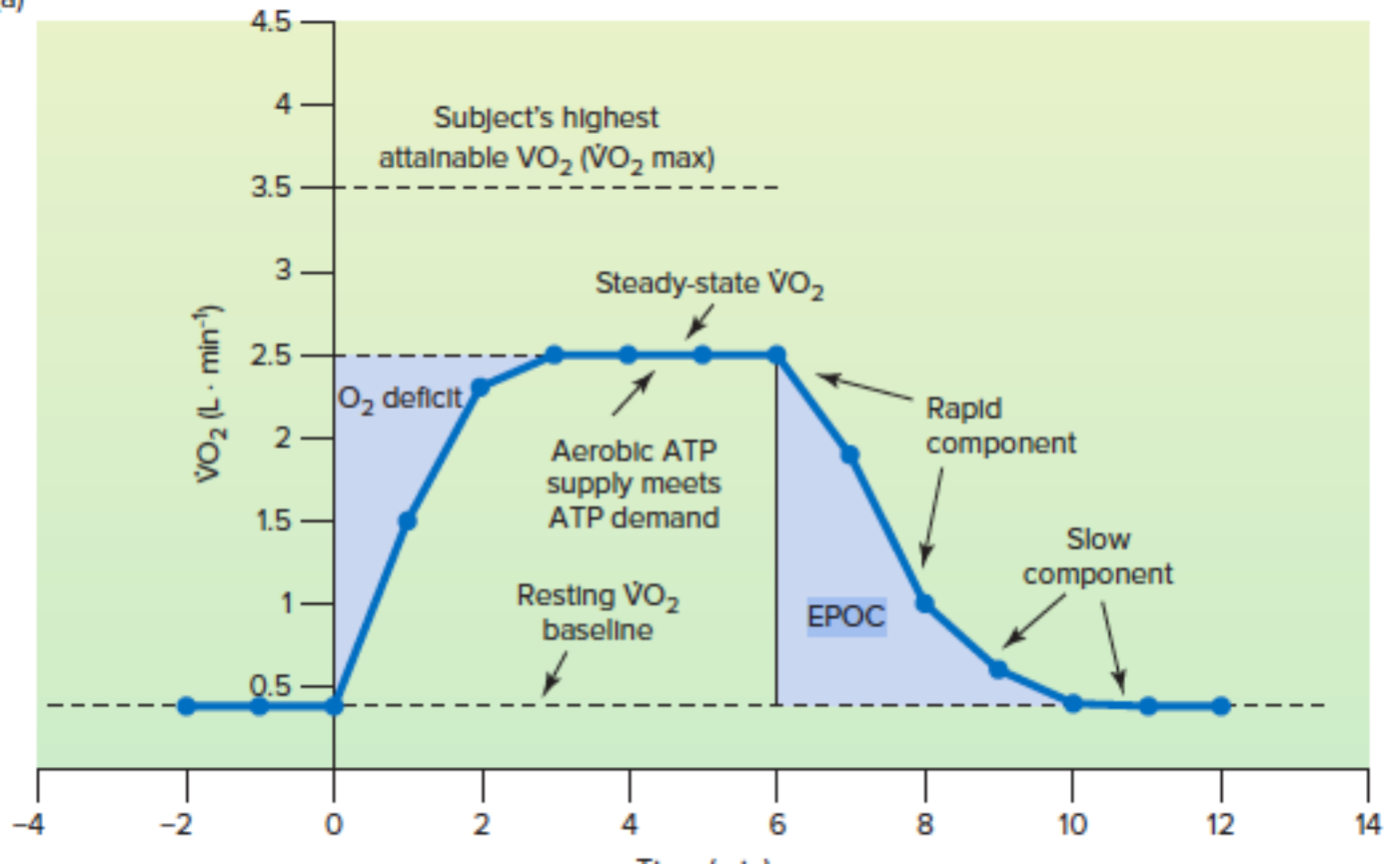
Bogdanis et al. (1995)



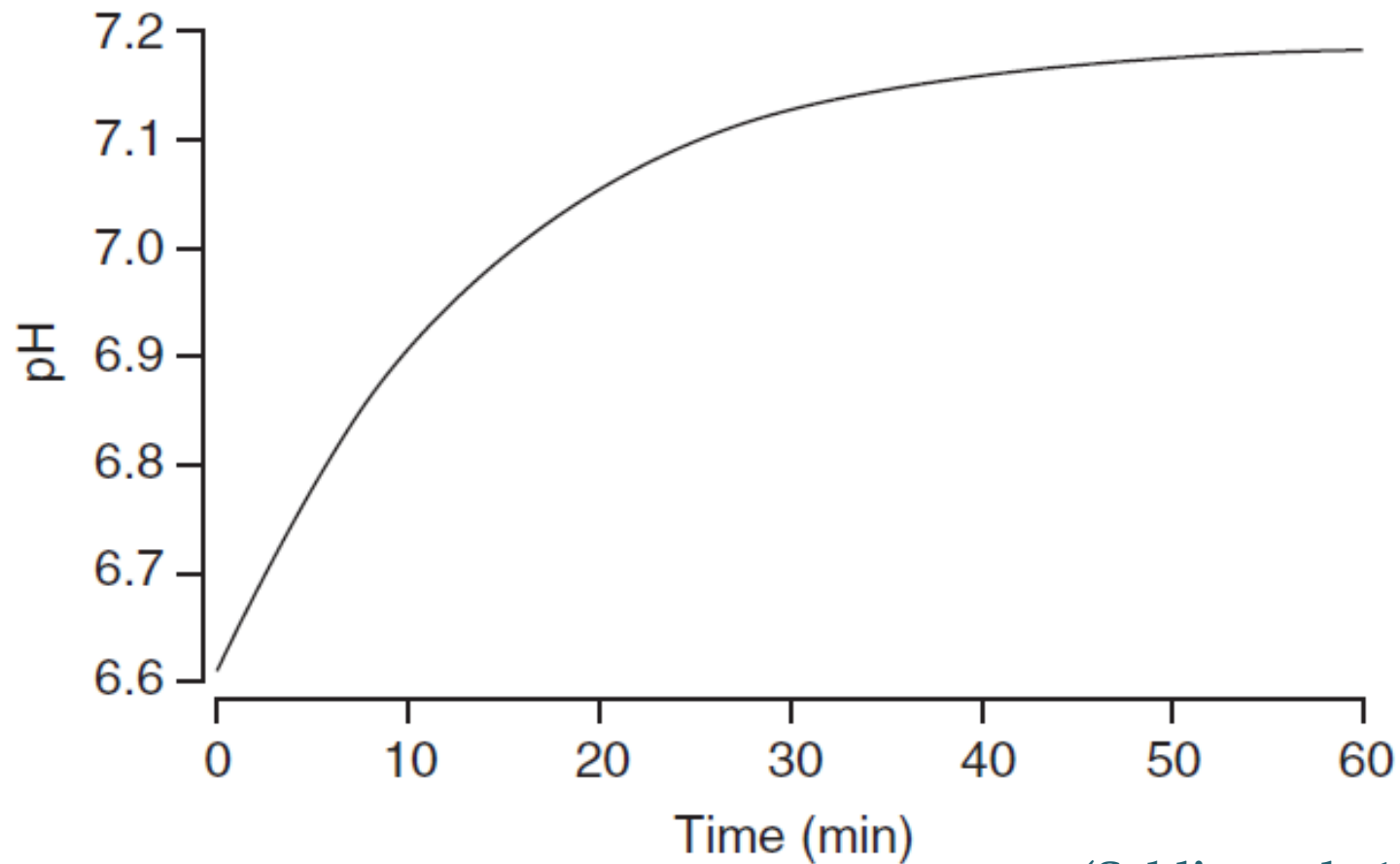
# Provisão de energia anaeróbica alática durante o trabalho de tiros múltiplos



(a)



# pH muscular durante recuperação passiva após 6 min de exercício dinâmico exaustivo

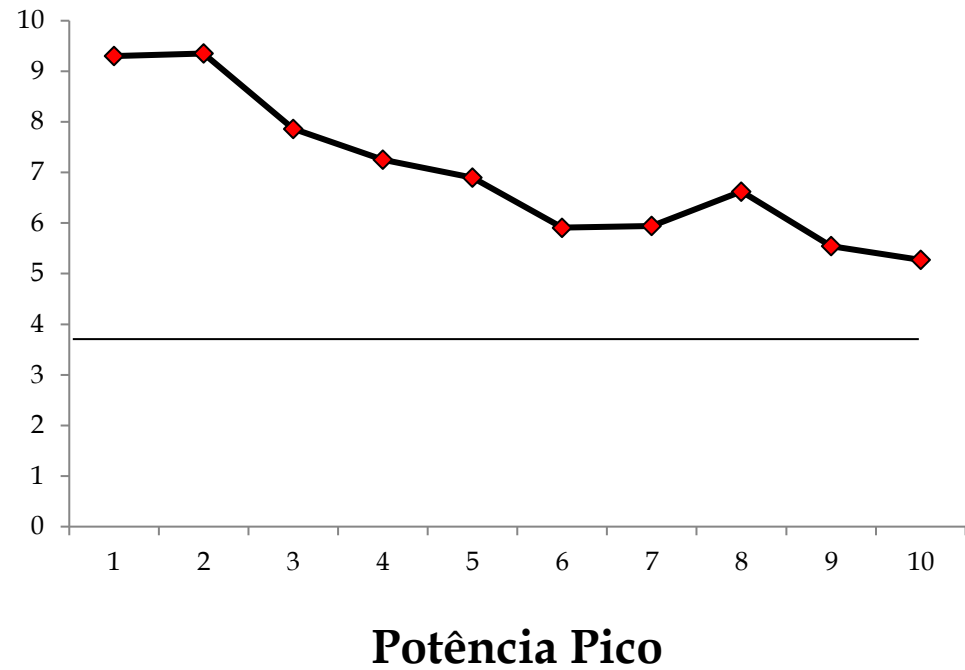
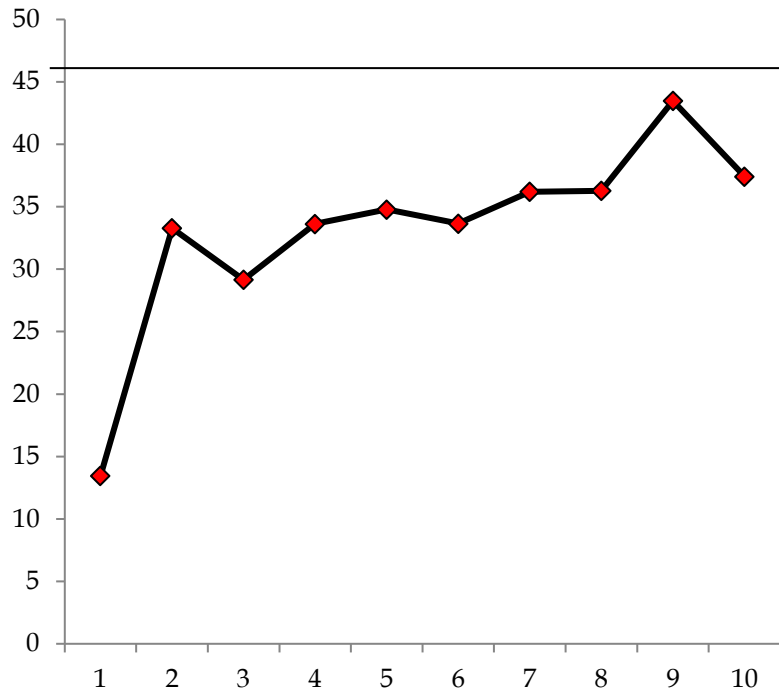


(Sahlin et al., 1976)

# Exemplo

10 x 6s: 30s

### Consumo de oxigênio



(Lopes-Silva, 2016)

# *Sprint interval training*

- Característica central – tiros de 20 a 30s com intervalos superiores a 2 min
- Pausa passiva
- 4 x 30s : 4 min
- Relação esforço:pausa de 1:8

# Wingate 30 (all out) x 4 min

## Performance and energy systems contributions during upper-body sprint interval exercise

Emerson Franchini<sup>1</sup>, Monica Yuri Takito<sup>2\*</sup>, Maria Augusta Peduti Dal'Molin Kiss<sup>3</sup>

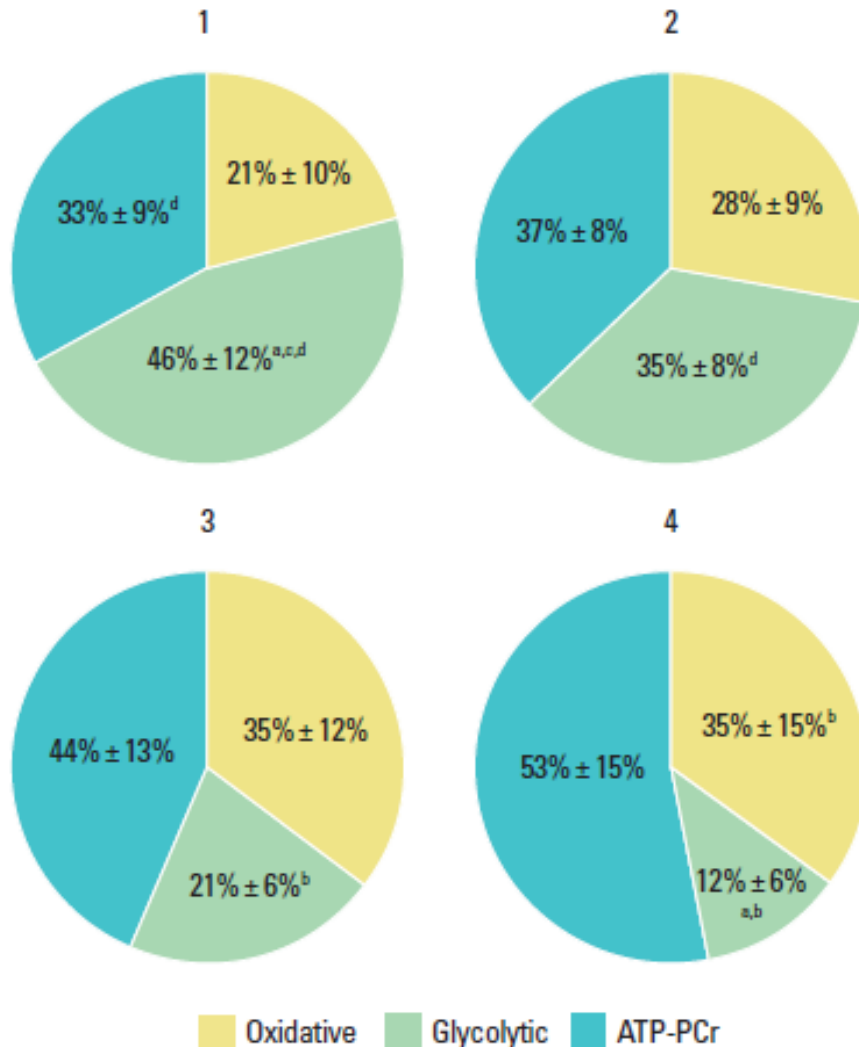
<sup>1</sup>Martial Arts and Combat Sports Research Group, School of Physical Education and Sport, University of Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil

<sup>2</sup>Human Movement Pedagogy Department, School of Physical Education and Sport, University of Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil

<sup>3</sup>School of Physical Education and Sport, University of Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil

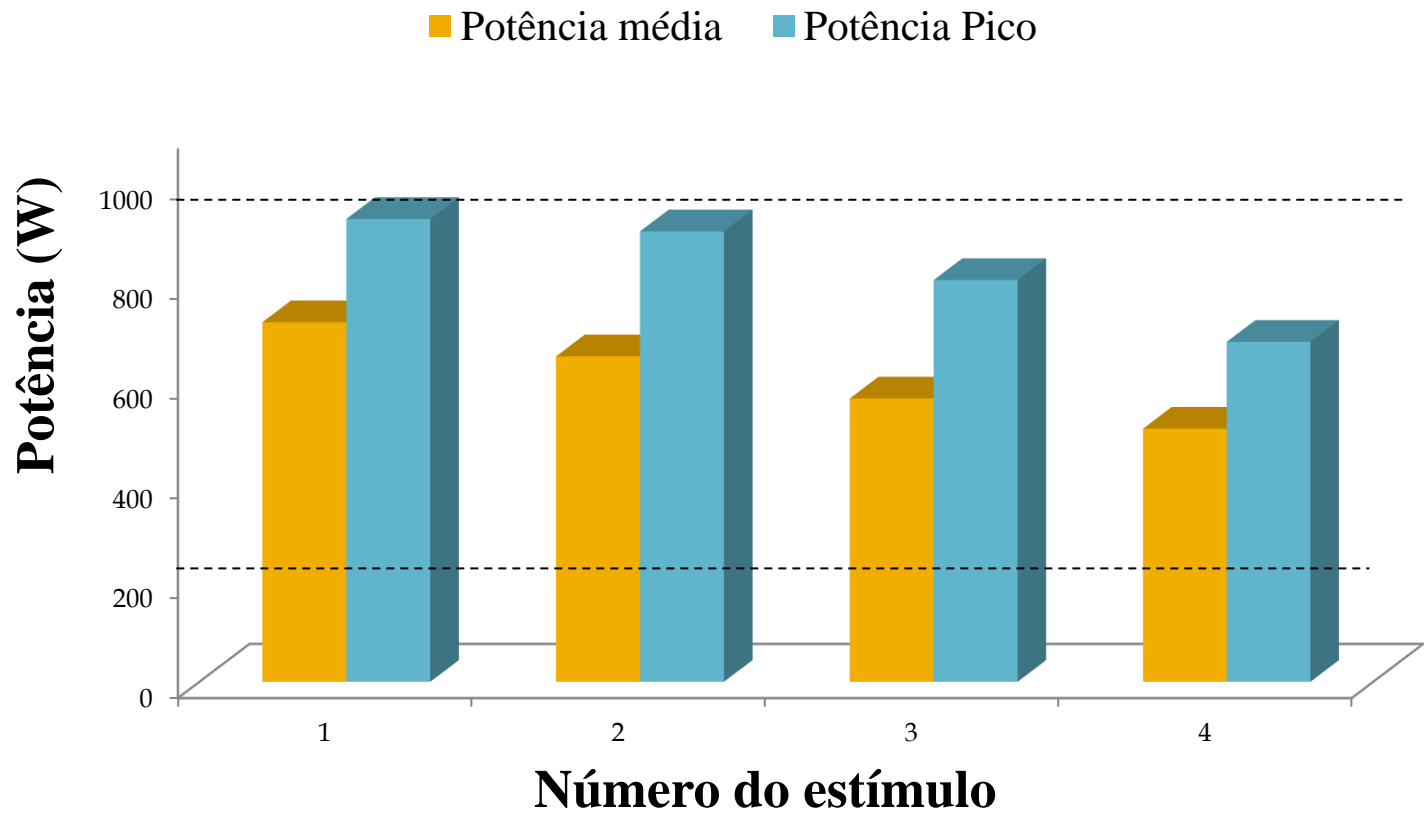
(Franchini et al., 2017)

# Wingate 30 (all out) x 4 min



(Franchini et al., 2017)

# 4 x 30s (*all out* com 7,5% da massa corporal) : 3 min de pausa passiva





# Concluindo

- ✓ Diversas modalidades esportivas tem alta solicitação anaeróbia
- ✓ RST e SIT
- ✓ Alta solicitação da glicólise e do sistema ATP-CP no primeiro esforço
  - ✓ elevadas concentrações de  $H^+$  e diminuição do PH
  - ✓ dependência da restauração de CP
- ✓ Retorno do ph segue padrão monoexponencial com meio tempo de ~ 9 a 15 minutos
- ✓ meio tempo da ressíntese de ATP-CP pode ocorrer em **60 segundos**

**Obrigada!**  
**valeriapanissa@usp.br**

---

Escola de Educação Física e Esporte  
Fisiologia da Atividade Motora I

***Adaptações no músculo  
esquelético promovidas pelo  
treinamento anaeróbico***

Valéria L. G. Panissa

# Bloco II - Objetivos da aula

- Adaptações metabólicas e estruturais;
- Oxidação de substratos;

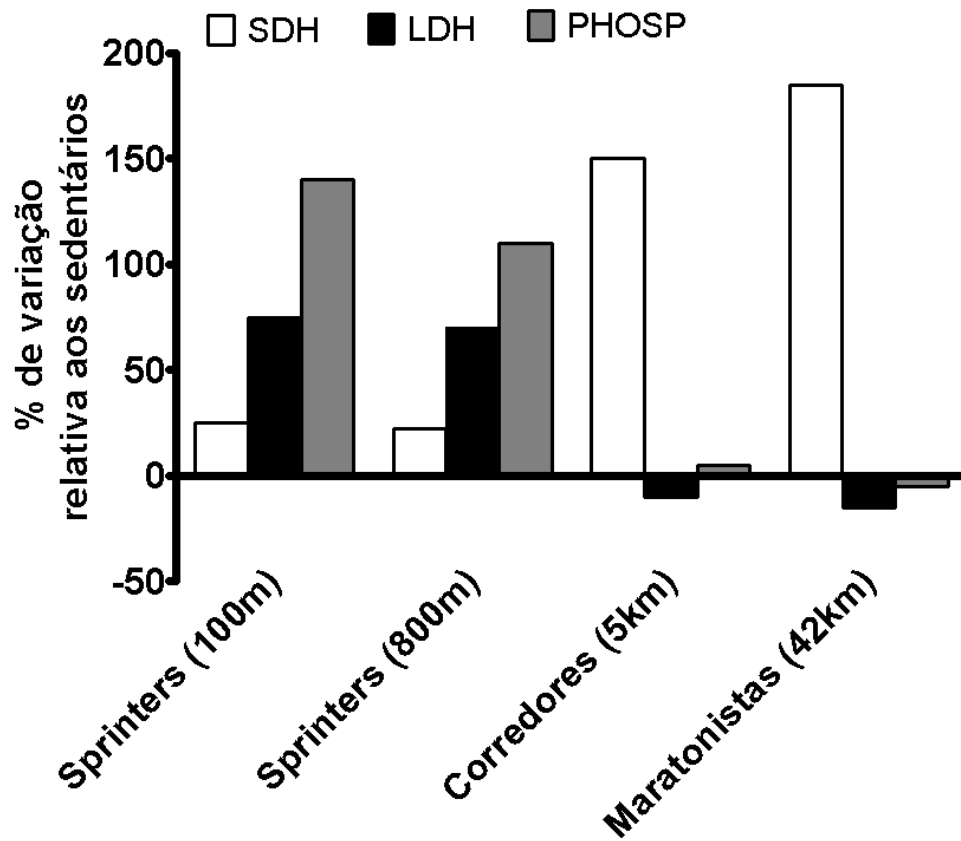
# Adaptações

- Aumento de atividades de enzimas anaeróbias;
- Proporção de fibras rápidas aumentada;
- Aumento de substratos:
  - PCr
  - Glicogênio muscular
  - ATP

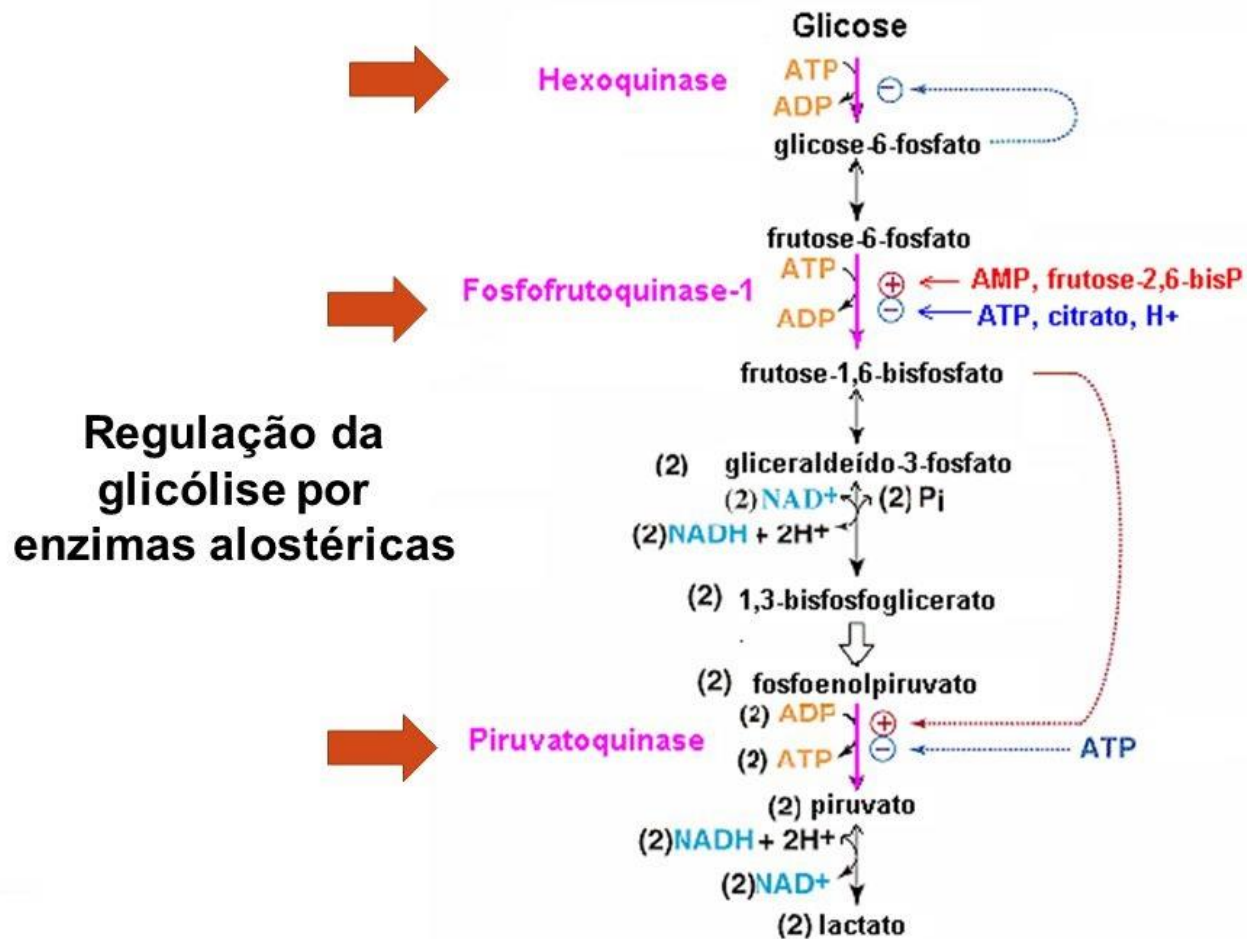
Especificidade

# Variações na atividade enzimática

Tipo de modalidade praticada  
(Vastus lateralis)



# Aumento na atividade enzimática



# Tipos de Fibras

**TABLE 1.1 Percentages and Cross-Sectional Areas of Type I and Type II Fibers in Selected Muscles of Male and Female Athletes**

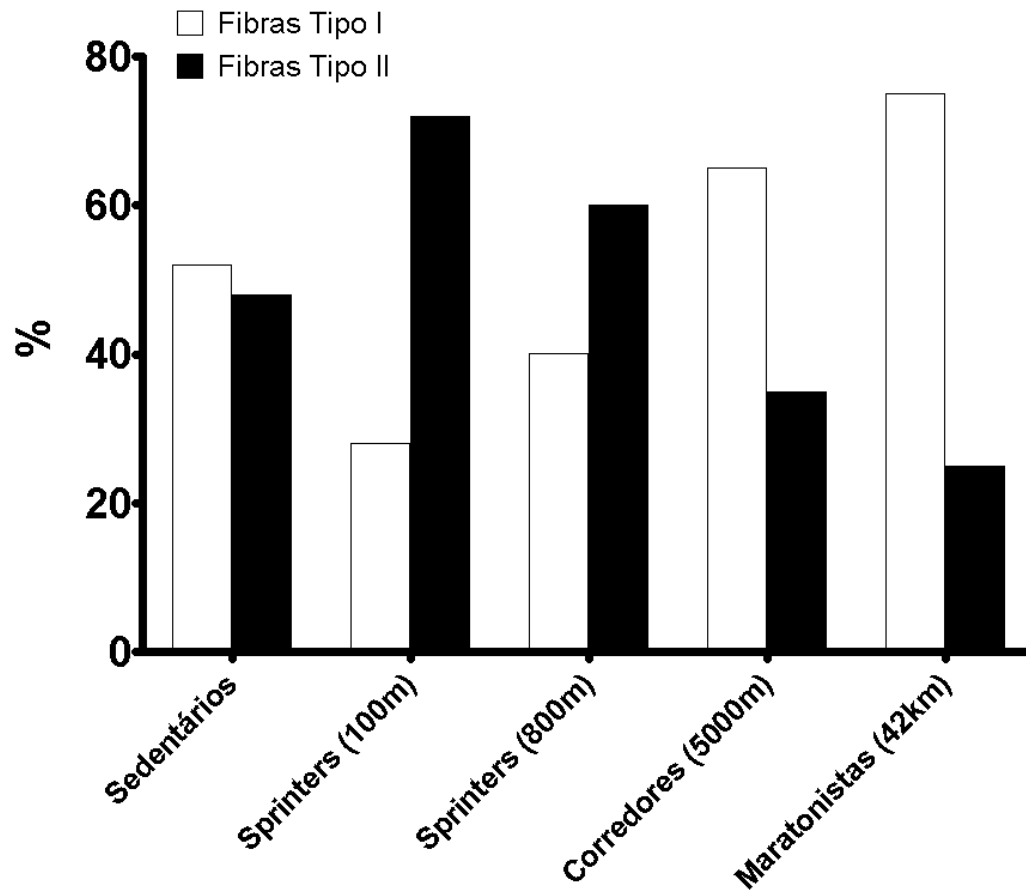
Athlete	Sex	Muscle	% type I	% type II
Sprint runners	M	Gastrocnemius	24	76
	F	Gastrocnemius	27	73
Distance runners	M	Gastrocnemius	79	21
	F	Gastrocnemius	69	31
Cyclists	M	Vastus lateralis	57	43
	F	Vastus lateralis	51	49
Swimmers	M	Posterior deltoid	67	33
Weightlifters	M	Gastrocnemius	44	56
	M	Deltoid	53	47
Triathletes	M	Posterior deltoid	60	40
	M	Vastus lateralis	63	37
	M	Gastrocnemius	59	41
Canoeists	M	Posterior deltoid	71	29
Shot-putters	M	Gastrocnemius	38	62
Nonathletes	M	Vastus lateralis	47	53
	F	Gastrocnemius	52	48

Adapted, by permission, from W.L. Kenney, J.H. Wilmore, and D.L. Costill, 2015, *Physiology of sport and exercise*, 6th ed. (Champaign, IL: Human Kinetics), 45.



# Variações na % de distribuição de fibras

Tipo de fibra de acordo com modalidade praticada  
(Vastus lateralis)



# SIT - 4 x 30s : 4,5 minutos

*J Physiol* 586.1 (2008) pp 151–160

151

## **Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans**

1764 citações

Kirsten A. Burgomaster<sup>1</sup>, Krista R. Howarth<sup>1</sup>, Stuart M. Phillips<sup>1</sup>, Mark Rakobowchuk<sup>1</sup>, Maureen J. MacDonald<sup>1</sup>, Sean L. McGee<sup>2</sup> and Martin J. Gibala<sup>1</sup>

*J Physiol* 575.3 (2006) pp 901–911

901

## **Short-term sprint interval *versus* traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance**

1419 citações

Martin J. Gibala<sup>1</sup>, Jonathan P. Little<sup>1</sup>, Martin van Essen<sup>1</sup>, Geoffrey P. Wilkin<sup>1</sup>, Kirsten A. Burgomaster<sup>1</sup>, Adeel Safdar<sup>2</sup>, Sandeep Raha<sup>2</sup> and Mark A. Tarnopolsky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Exercise Metabolism Research Group, Department of Kinesiology, McMaster University, Hamilton, Ontario, L8S 4K1, Canada

<sup>2</sup>Departments of Pediatrics and Medicine, McMaster University, Hamilton, Ontario, L8N 3Z5, Canada



# Oxidação de substratos - HIIT e SIT

- 10 de 16 estudos reportaram aumento de oxidação de gordura (62%);
- 10 a 26%
- 4 de 11 estudos reportaram aumento de oxidação de gordura (37%);
- 3 a 10%

**Changes in fat oxidation in response to various regimes of high intensity interval training (HIIT)**

Todd Anthony Astorino<sup>1</sup> · Matthew M. Schubert<sup>1</sup>

# Cross-talk - intensidade ou volume?

*J Physiol* 597.16 (2019) pp 4111–4113

## CROSSTALK

**CrossTalk proposal: Exercise training intensity is more important than volume to promote increases in human skeletal muscle mitochondrial content**

Martin J. MacInnis<sup>1</sup> ,

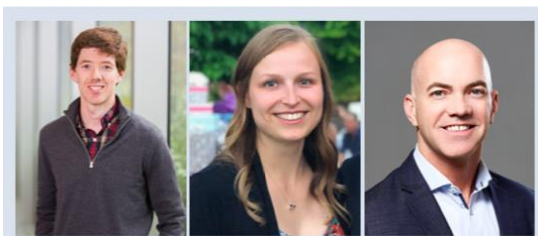
Lauren E. Skelly<sup>2</sup> and Martin J. Gibala<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Kinesiology, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada*

<sup>2</sup>*Department of Kinesiology, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada*

Email: martin.macinnis@ucalgary.ca



Edited by: Francisco Sepúlveda & Paul Greenhaff



*J Physiol* 597.16 (2019) pp 4115–4118

## CROSSTALK

**CrossTalk opposing view: Exercise training volume is more important than training intensity to promote increases in mitochondrial content**

David J. Bishop<sup>1,2</sup> , Javier Botella<sup>1</sup>   
and Cesare Granata<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Institute for Health and Sport (iHeS), Victoria University, Melbourne, Australia*

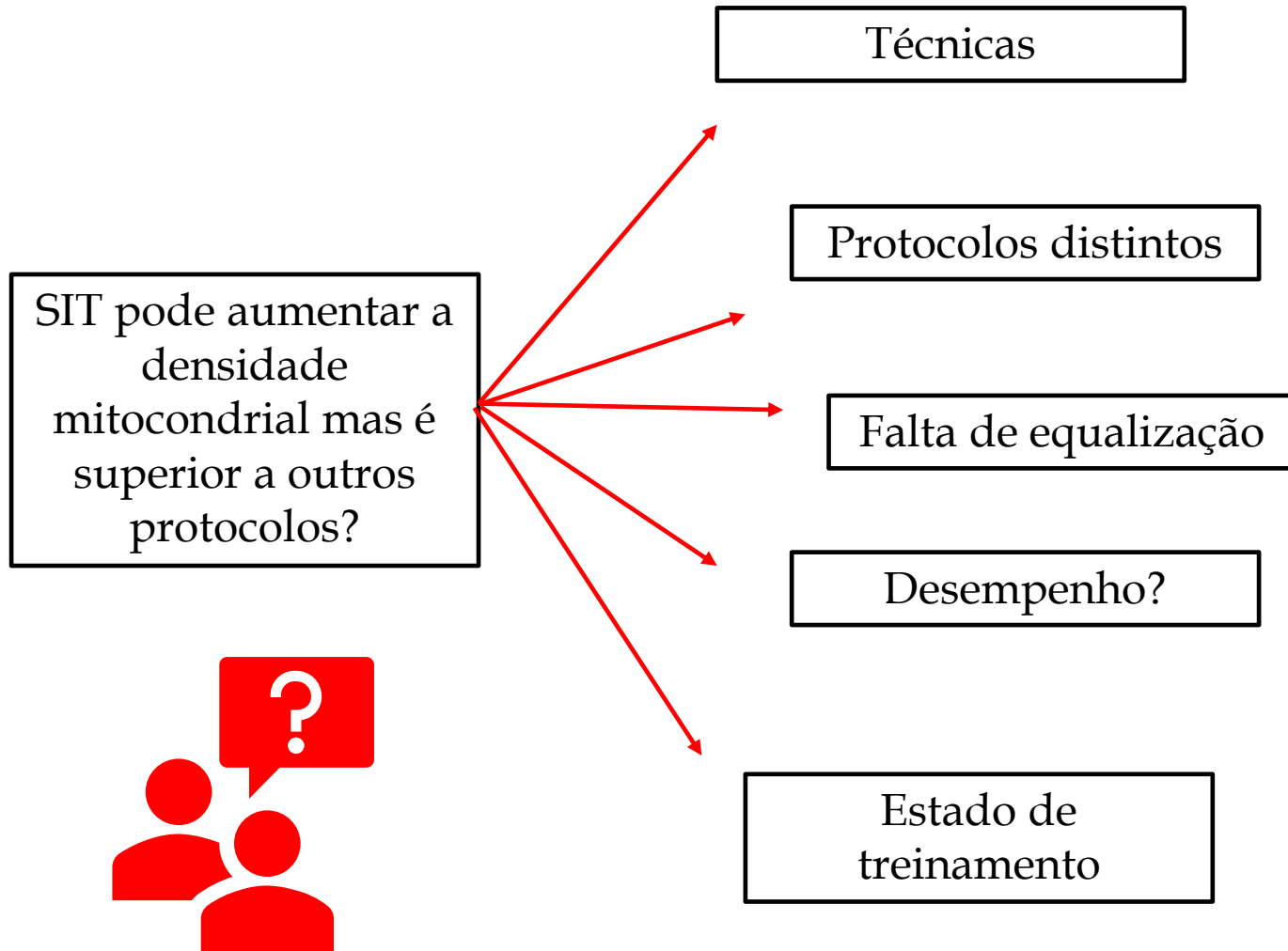
<sup>2</sup>*School of Medical & Health Sciences, Edith Cowan University, Joondalup, Australia*

<sup>3</sup>*Department of Diabetes, Central Clinical School, Monash University, Melbourne, Australia*

Email: David.Bishop@vu.edu.au

Edited by: Francisco Sepúlveda & Paul Greenhaff





# Porque?

- Estado de treinamento
- Contribuição aeróbia

*Scand J Med Sci Sports* 2011; 21: 765-772  
doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01136.x

© 2010 John Wiley & Sons AS  
SCANDINAVIAN JOURNAL OF  
MEDICINE & SCIENCE  
IN SPORTS

## **Specific muscle adaptations in type II fibers after high-intensity interval training of well-trained runners**

T. A. Kohn<sup>1</sup>, B. Essén-Gustavsson<sup>2</sup>, K. H. Myburgh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physiological Sciences, Stellenbosch University, Matieland, Stellenbosch, South Africa, <sup>2</sup>Department of Clinical Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden  
Corresponding author: Prof. K. H. Myburgh, Department of Physiological Sciences, Stellenbosch University, Private Bag X1, Matieland, Stellenbosch 7602, South Africa. Tel: +27 21 808 3146, Fax: +27 21 808 3145, E-mail: khm@sun.ac.za

Accepted for publication 8 March 2010

Intervalado extensivo  
(HIIT longo)



LDH nas  
fibras  
tipo IIa

**Generalized training effects induced by athletic preparation**

A review

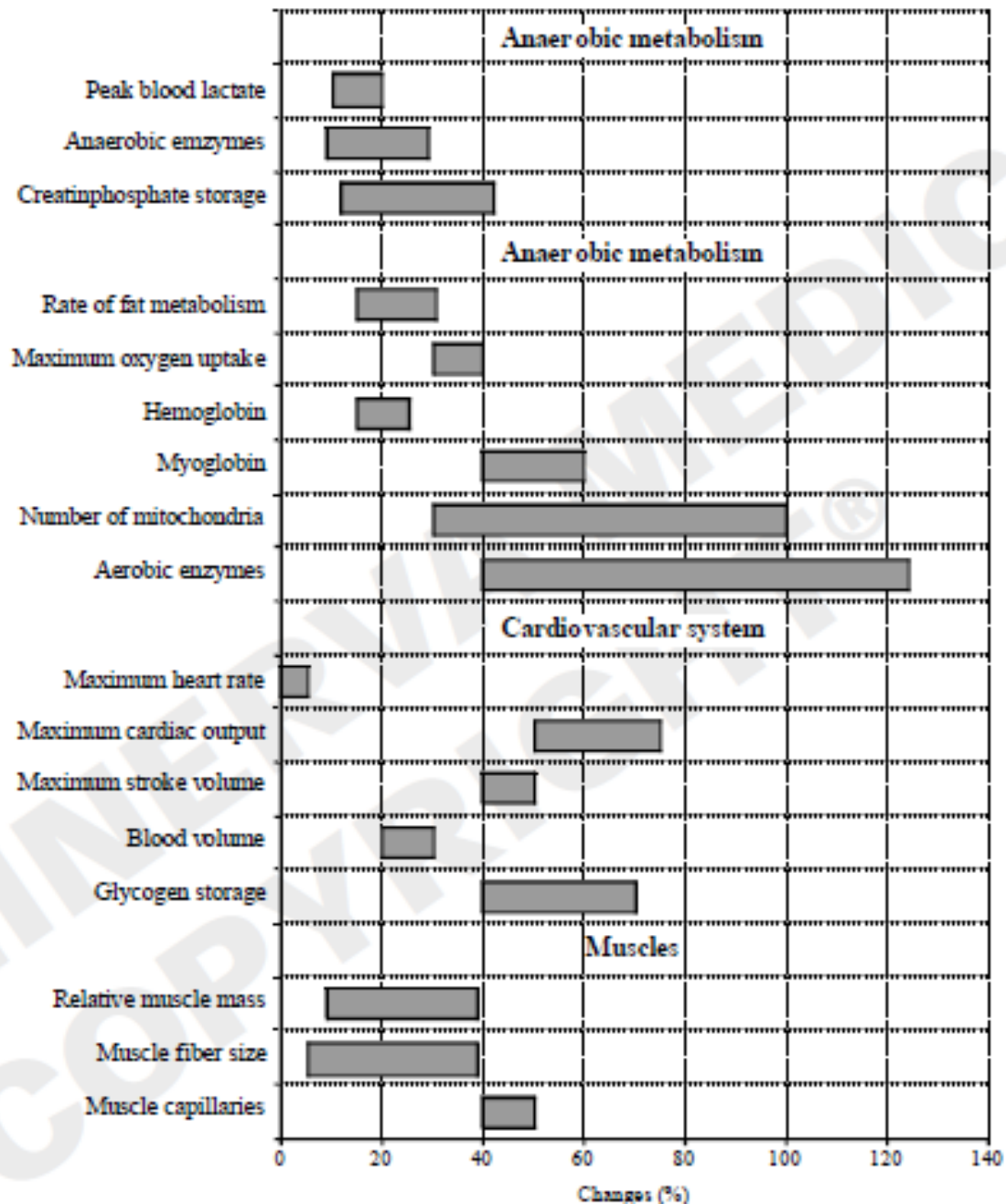
---

V. B. ISSURIN

---

*Elite Sport Department at the Wingate Institute  
for Physical Education and Sport, Netanya Israel*

---





# Concluindo

- Efeitos importantes em enzimas anaeróbias, aumento de substratos (ATP, PC e glicogênio); fibras rápidas;
- Pode ocorrerem efeitos em estruturas funcionais e morfológicas relacionadas ao metabolismo aeróbio mas em menor magnitude;
- Janela de adaptação anaeróbia é menor!

**Obrigada!**  
**valeriapanissa@usp.br**