



## **A intensidade relativa à máxima taxa de oxidação de gordura coincide com o primeiro limiar ventilatório em indivíduos treinados mas não em fisicamente ativos.**

**Palavras-Chave: FAT MAX, METABOLISMO, ENDURANCE.**

Danilo S CARUSO, Arthur F GÁSPARI, Rafael R FERREIRA, Manoel SILVA, Mayni G ZAMINIANI, Antônio C MORAES.

Faculdade de Educação Física – UNICAMP, Campinas, São Paulo, Brasil

### **INTRODUÇÃO:**

O metabolismo de gorduras é responsável por grande parte da contribuição energética durante o repouso e exercícios de baixa intensidade (MELZER, 2011). Com o aumento da intensidade do exercício, a oxidação de gorduras aumenta até atingir um pico, então começa a diminuir, formando uma parábola (MAUNDER; PLEWS; KILDING, 2018). A intensidade do exercício, relativa ao consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2\text{ max}}$ ), na qual ocorre a máxima taxa de oxidação de gorduras (MFO) é chamada de  $Fat_{\text{max}}$  (TAKAGI *et al.*, 2014) e parece ocorrer em intensidades de exercício que variam entre 45% e 65% do  $VO_{2\text{max}}$  (PURDOM *et al.*, 2018).

Lima-Silva (2010) comparou  $Fat_{\text{max}}$  e MFO em corredores com desempenho moderado e baixo. Nos indivíduos com melhor desempenho, MFO era mais alto, contudo, para  $Fat_{\text{max}}$  não foi encontrada qualquer diferença. Outros estudos também encontraram diferenças em valores de MFO mas não em  $Fat_{\text{max}}$  quando comparados indivíduos com diferentes níveis de aptidão (MAUNDER; PLEWS; KILDING, 2018). Além disto, MFO apresenta correlação positiva com desempenho de provas de Triathlon Iron-Man (FRANSEN *et al.*, 2017), suportando, então, a idéia de que a MFO se correlaciona melhor com o desempenho do que  $Fat_{\text{max}}$ .

Alguns estudos encontraram uma forte correlação entre  $Fat_{\text{max}}$  e o primeiro limiar ventilatório (LV1), em indivíduos treinados e moderadamente treinados (PERIC *et al.*, 2017, BIRCHER; KNECHTLE, 2004, BIRCHER; KNECHTLE; KNECHT, 2005). O LV1 é um importante marcador relacionado a atividade dos sistemas energéticos, indicando o primeiro aumento da contribuição energética do metabolismo anaeróbio (GASTIN, 2001). Esse limiar pode ser utilizado para definir a intensidade que separa o domínio de intensidade moderado do intenso (XU; RHODES, 1999). Indivíduos treinados em ciclismo tem um domínio de intensidade moderado maior, dado ao LV1 se encontrar em intensidades relativas e absolutas mais altas de exercício (CARITÁ, 2013).

Apesar da correlação, poucos estudos até o momento, avaliaram se esses dois eventos ocorrem nas mesmas intensidades do exercício (BIRCHER; KNECHTLE, 2004, EMERENZIANI *et al.*, 2019), mas parece que o LV1 ocorre em uma intensidade significativamente maior do que a intensidade da MFO (i.e., Fat<sub>max</sub>) (MAUNDER; PLEWS; KILDING, 2018).

No presente estudo analisamos a relação entre Fat<sub>max</sub> e a intensidade do exercício no primeiro limiar ventilatório e os valores de MFO em dois grupos de participantes, Treinados e Fisicamente ativos, com o objetivo de entender se há relação entre esses marcadores e as adaptações com treinamento de *endurance*.

## METODOLOGIA:

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (CAAE: 0064.0.146.000-11/2014) e foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinki de 1964 e suas emendas posteriores ou padrões éticos comparáveis. Todos os participantes foram informados dos riscos e benefícios inerentes aos estudos antes de assinarem o Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Os dados do presente estudo são análises secundárias dos testes de caracterização da amostra de um estudo maior. A amostra foi composta por 19 participantes fisicamente ativos e 10 participantes treinados, recrutados por conveniência. Os critérios de inclusão adotados foram: ter entre 18 e 40 anos, ser do sexo masculino, saudável e declarar disponibilidade para participar dos procedimentos experimentais. O grupo fisicamente ativo precisava praticar  $\geq 2$  sessões semanais de exercício físico, além de ser acostumado a exercícios em bicicleta; os treinados, era necessário ser praticante de ciclismo ou *triathlon*, possuir bicicleta compatível com o ciclo simulador e utilizar o mesmo equipamento durante todo o estudo. Características da amostra Tabela 1.

**Tabela 1**

	Grupo	Idade (anos)	Altura (cm)	Massa Corporal (kg)	Potência pico (W)	VO2 pico (ml/kg/min)	Limiar ventilatório (W)	Ponto de compensação respiratória (W)
Mean	Treinados (n = 10)	31.7	177	69.8	385	58.0	223	322
	Fisicamente Ativos (n = 19)	25.4	174	69.1	291	44.9	159	237

Os participantes realizaram um teste incremental máximo no ciclo simulador (Computrainer<sup>TM</sup>, RacerMate<sup>®</sup>, Seattle, USA) com coleta contínua das trocas gasosas, na qual foram analisados o consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ), dióxido de carbono produzido ( $\dot{V}CO_2$ ) e a ventilação ( $\dot{V}_E$ ) (CPX Ultima<sup>TM</sup>, Medgraphics<sup>®</sup>, Minnesota, EUA).

Os protocolos incrementais foram adaptados de acordo com o nível de condicionamento do participante (AMARO-GAHETE *et al.*, 2019, MIDGLEY *et al.*, 2008). No estudo com participantes fisicamente ativos, o degrau foi composto por acréscimos de 25W a cada minuto, enquanto para os treinandos os acréscimos foram de 30W a cada minuto, até que o participante não conseguisse manter a cadência estipulada, mesmo com forte encorajamento verbal. Nos dois casos após a finalização do teste seguiu-se um período de 2 a 5 minutos de recuperação ainda na bicicleta.

A máxima taxa de oxidação de gordura (MFO) durante o teste incremental foi calculada, nos 30 segundos finais de cada degrau, através da equação 2 (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003)

$$MFO = 1,67 \cdot \dot{V}O_2 - 1,67 \cdot \dot{V}CO_2$$

Onde: MFO é a máxima taxa de oxidação de gordura (g/min),  $\dot{V}O_2$  é o consumo de oxigênio (l/min),  $\dot{V}CO_2$  é a produção de gás carbônico (l/min).

Atrelada a MFO temos o seu  $\dot{V}O_2$  associado que será apresentado em percentual do  $\dot{V}O_{2\max}$  ( $\% \dot{V}O_{2\max}$ ), ou seja, a intensidade relativa do exercício na qual ocorre a máxima oxidação de gordura (i.e.,  $Fat_{\max}$ ).

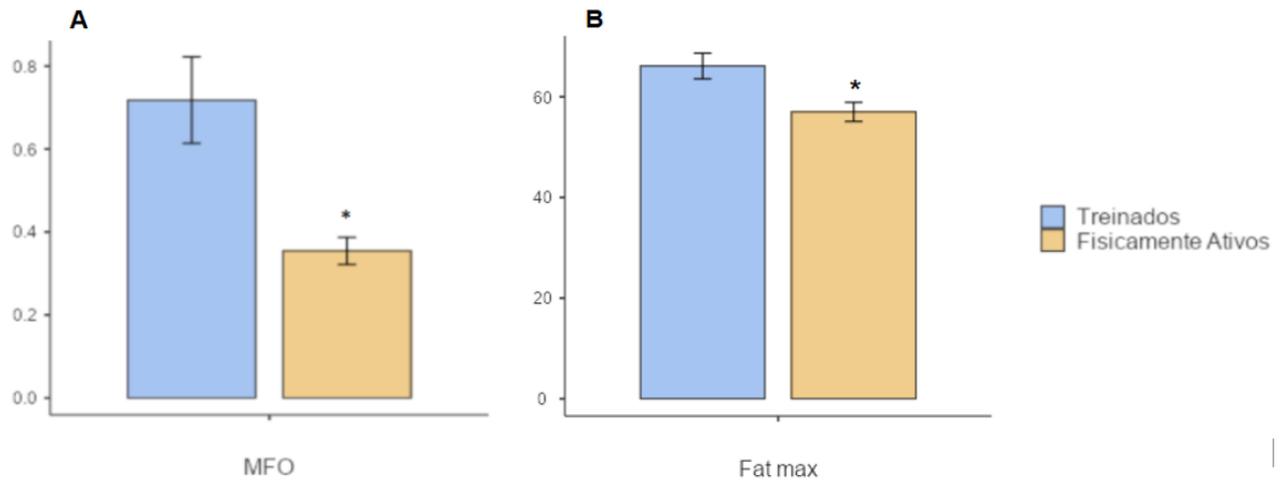
#### *Análise Estatística*

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro Wilk*. MFO,  $Fat_{\max}$  e RER no  $Fat_{\max}$  foram comparados através de teste T-independente pra duas amostras. Teste T-pareado dentro dos grupos foi utilizado para comparar  $Fat_{\max}$  e o LV1 dos participantes. Além disso, foi aplicado um teste de correlação de Pearson entre MFO e Potência pico do teste incremental. Para todas as análises estatísticas foi utilizado o software *Jamovi* (Version 1.6) [Computer Software]. Os dados são apresentados em média e desvio padrão, e o nível de significância adotado para todas as comparações foi de  $p < 0,05$ .

#### **RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

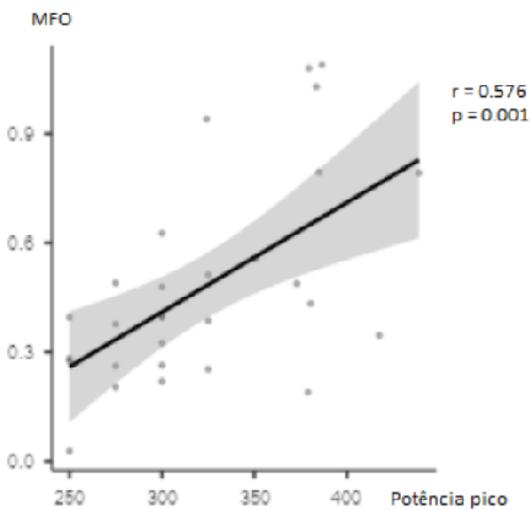
De acordo com a literatura, no presente estudo, os valores de MFO encontrados foram significativamente ( $p < 0,001$ ) maiores nos indivíduos treinados comparado aos fisicamente ativos (Figura 1a). Confirmando os achados, MFO apresentou correlação com a potência pico do teste incremental ( $r = 0,576$ ;  $p < 0,001$ ), vide figura 2. Porém, curiosamente, os valores de  $Fat_{\max}$  também foram diferentes ( $p = 0,017$ ), sendo que a MFO está em intensidades relativas ao  $\dot{V}O_{2\max}$  mais altas nos treinados (Figura 1b), o que não era esperado de segundo a literatura (MAUNDER; PLEWS; KILDING, 2018).

**Figura 1**



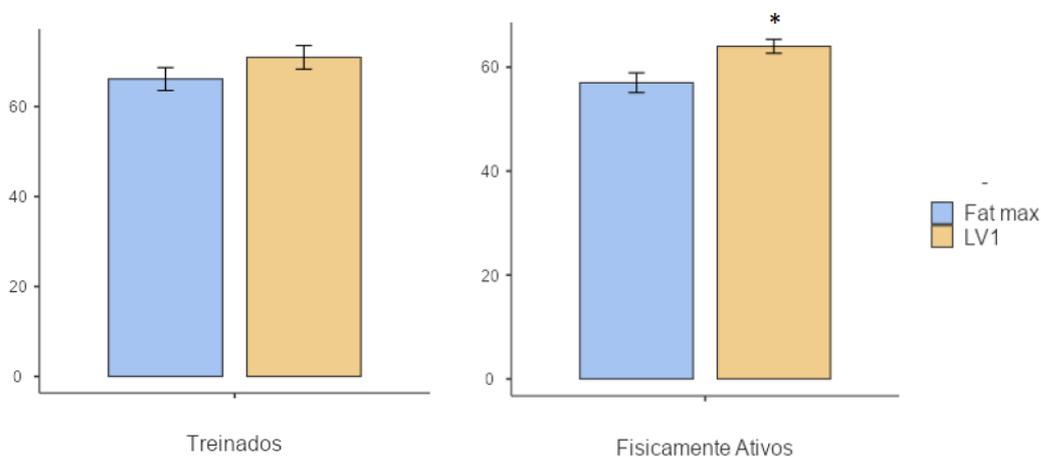
\*indica diferença significativa ( $p < 0.05$ )

**Figura 2**



No grupo dos fisicamente ativos, a  $Fat_{max}$  se encontra em intensidades mais baixas que LV1 ( $p < 0,001$ ). Curiosamente, nos indivíduos treinados não foi encontrada diferença estatística significativa entre as duas intensidades ( $p = 0,104$ ), vide figura 3.

**Figura 3**



\*indica diferença significativa ( $p < 0.05$ )

Em Lima-Silva (2010), os valores de taxa de troca respiratória (RER) no  $Fat_{max}$  foram maiores em corredores com melhor desempenho. Contudo, no nosso estudo não foi encontrado diferença significativa ( $p = 0,100$ ) para RER no  $Fat_{max}$ , entre treinados e ativos, 0,84 e 0,88, respectivamente. Ainda assim, o fato do  $Fat_{max}$  acontecer em intensidades mais próximas ao LV1 nos treinados, somado aos achados de Hetlelid e col. (2015) que mostraram que a capacidade de oxidação de gordura em altas intensidades está relacionada com melhores desempenhos, nos levam a acreditar que além de indivíduos treinados terem maior MFO, o treinamento de *endurance* pode gerar adaptações que fazem com que a contribuição do metabolismo de gorduras continue aumentando ou que se mantenha em uma taxa maior, mesmo após o aumento da contribuição do metabolismo glicolítico.

## BIBLIOGRAFIA

- ACHTEN, Jeukendrup; JEUKENDRUP, A. E. Maximal fat oxidation during exercise in trained men. **International journal of sports medicine**, v. 24, n. 08, p. 603-608, 2003.
- AMARO-GAHETE, Francisco J. et al. Assessment of maximal fat oxidation during exercise: a systematic review. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 29, n. 7, p. 910-921, 2019.
- BIRCHER, Stefan; KNECHTLE, Beat. Relationship between fat oxidation and lactate threshold in athletes and obese women and men. **Journal of sports science & medicine**, v. 3, n. 3, p. 174, 2004.
- BIRCHER, Stefan; KNECHTLE, B.; KNECHT, H. Is the intensity of the highest fat oxidation at the lactate concentration of 2 mmol L<sup>-1</sup>? A comparison of two different exercise protocols. **European journal of clinical investigation**, v. 35, n. 8, p. 491-498, 2005.
- CARITÁ, Renato Aparecido Corrêa et al. Aptidão aeróbia e amplitude dos domínios de intensidade de exercício no ciclismo. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, p. 271-274, 2013.
- EMERENZIANI, Gian Pietro et al. Relationship between individual ventilatory threshold and maximal fat oxidation (MFO) over different obesity classes in women. **PLoS One**, v. 14, n. 4, p. e0215307, 2019.
- FRANSEN, Jacob et al. Maximal fat oxidation is related to performance in an ironman triathlon. **International journal of sports medicine**, v. 38, n. 13, p. 975-982, 2017.
- GASTIN, Paul B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports medicine**, v. 31, n. 10, p. 725-741, 2001.
- HETLELID, Ken J. et al. Rethinking the role of fat oxidation: substrate utilisation during high-intensity interval training in well-trained and recreationally trained runners. **BMJ Open Sport & Exercise Medicine**, v. 1, n. 1, p. e000047, 2015.
- MAUNDER, Ed; PLEWS, Daniel J.; KILDING, Andrew E. Contextualising maximal fat oxidation during exercise: determinants and normative values. **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 599, 2018.
- MELZER, Katarina. Carbohydrate and fat utilization during rest and physical activity. **e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism**, v. 6, n. 2, p. e45-e52, 2011.
- MIDGLEY, Adrian W. et al. Challenging a dogma of exercise physiology. **Sports Medicine**, v. 38, n. 6, p. 441-447, 2008.
- LIMA-SILVA, Adriano E. et al. Relationship between training status and maximal fat oxidation rate. **Journal of sports science & medicine**, v. 9, n. 1, p. 31, 2010.
- PERIC, Ratko et al. Does the aerobic threshold correlate with the maximal fat oxidation rate in short stage treadmill tests?. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 58, n. 10, p. 1412-1417, 2017.
- PURDOM, Troy et al. Understanding the factors that effect maximal fat oxidation. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2018.
- TAKAGI, Shun et al. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation in short-time testing. **Journal of sports sciences**, v. 32, n. 2, p. 175-182, 2014.
- XU, Fan; RHODES, Edward C. Oxygen uptake kinetics during exercise. **Sports Medicine**, v. 27, n. 5, p. 313-327, 1999.