

Artigo Original

ANÁLISE DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO APÓS CURTO PERÍODO DE TREINAMENTO DE CROSSFIT

Fernanda Botan Costa¹

RESUMO

Introdução: Crossfit é um programa de treinamento e condicionamento realizado em alta intensidade que estimula o desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória (ACR). ACR é uma componente física relacionada a saúde por integrar diversos sistemas importantes como o cardiovascular, pulmonar e neurovascular. E é medida através do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}). **Objetivo:** Avaliar o VO_{2max} antes e após curto período de treinamento de Crossfit. **Métodos:** Participaram da pesquisa quatro mulheres ($30,3 \pm 3,5$ anos) iniciantes ou com no máximo três meses de prática na modalidade. Foram submetidas a dois testes de *Shuttle Run 20m*, tendo de quatro a seis semanas entre a primeira e a segunda coleta. Durante esse período elas realizaram, no mínimo, oito treinos de crossfit em *box* afiliado. A frequência cardíaca média (FC_{med}) atingida durante os testes foi determinada por cinta com sensor cardíaco conectado por bluetooth ao aplicativo de celular. A composição corporal foi feita utilizando o adipômetro clínico e trena antropométrica. **Resultados:** Os dados apresentaram aumento em 6% do VO_{2max} (antes $34,1 \pm 5,2$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, depois $36,4 \pm 5,7$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$). A frequência cardíaca média (FC_{med}) diminuiu 7,5% (antes $169,5 \pm 11,7$ bpm, depois $156,3 \pm 14$ bpm) e a massa magra (MM) teve pequeno aumento (antes $23,9 \pm 1,2$ kg, depois $24,5 \pm 1,6$ kg). **Conclusão:** Os resultados do presente estudo indicam que houve aumento do VO_{2max} após curto período de treinamento de Crossfit, contudo sugere-se a realização de mais pesquisas sobre o assunto a fim de consolidar os resultados encontrados.

Palavras-chave: Aptidão aeróbica, programa de treinamento e condicionamento extremo, *shuttle run* 20 metros.

ABSTRACT

Introduction: Crossfit is a high intensity training and conditioning program that encourages the development of cardiorespiratory fitness (ACR). ACR is a health-related physical component by integrating several important systems such as cardiovascular, pulmonary and neuro-vascular. And is measured by maximal oxygen uptake (VO_{2max}). **Objective:** To evaluate the VO_{2max} before and after a short period of Crossfit training. **Methods:** Four women (30.3 ± 3.5 years) who started or with a maximum of three months of practice in the modality participated in the study. They were submitted to two tests of *Shuttle Run 20m*, having between four and six weeks between the first and the second collection. During this period they performed at least eight crossfit boxing sessions. The mean heart rate (HRC) achieved during the tests was determined by heart-sensing tape connected by bluetooth to the mobile application. The body composition was made using the clinical adipometer and anthropometric measurement. **Results:** Data presented a 6% increase in VO_{2max} (before 34.1 ± 5.2 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, then 36.4 ± 5.7 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$). The mean heart rate (HR_{max}) decreased by 7.5% (before 169.5 ± 11.7 bpm, then 156.3 ± 14 bpm) and lean mass (MM) had a small increase (before 23.9 ± 1.2 kg, then 24.5 ± 1.6 kg). **Conclusion:** The results of the present study indicate that there was an increase in VO_{2max} after a short period of Crossfit training, however, it is suggested to do more research on the subject in order to consolidate the results found.

Keywords: Aerobic fitness, training program and extreme conditioning, *shuttle run* 20 meters.

1. Curso de Educação Física da Faculdade Estácio de Vitória, ES, Brasil.

Endereço para correspondência

Rua Herwan Modenesi
Wanderlei, Quadra 6, Lote 1
29090-350 Jardim Camburi,
Vitória, ES

E-mail

nunosfrade@gmail.com

Submetido em 02/07/2019

Aceito em 15/07/2019

INTRODUÇÃO

Crossfit é um programa de treinamento e condicionamento que vem ganhando reconhecimento e interesse em meio aos indivíduos ativos. Inicialmente este programa foi desenvolvido para treinamento militar e progressivamente se espalhou pela população (SPREY et al, 2016). O treinamento é constituído de movimentos funcionais, constantemente variados, realizados em alta intensidade (TIBANA; SOUSA; PRESTES, 2017). Este programa de treinamento tem por objetivo desenvolver ao máximo as três vias metabólicas e 10 valências físicas, dentre elas a aptidão cardiorrespiratória (TIBANA; ALMEIDA; PRESTES, 2015).

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) é a medida mais válida e utilizada pelos fisiologistas para informar a aptidão cardiorrespiratória do indivíduo. É a máxima capacidade que o organismo possui de transportar e utilizar o oxigênio durante o exercício (POWERS; HOWLEY, 2005). O VO_{2max} , portanto, tem um significado biológico muito importante, pois precisa de uma integração grande de diversos sistemas, como o pulmonar, cardiovascular e neurovascular (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2017).

Segundo as Diretrizes do American College of Sports Medicine (ACSM - 2014) a aptidão cardiorrespiratória (ACR) é considerada um componente do condicionamento físico relacionado à saúde, pois um dos fatores se deve ao seu aumento estar conectado a redução de morte de todas as causas. Paffenbarger et al (1993) em pesquisa realizada com 10.269 homens ex-alunos da Harvard College, mostraram que praticar atividades físicas moderadas a vigorosas (4.5 ou mais METs) estava associada a 23% menos risco de morte se comparado àqueles que não praticaram atividades com essa magnitude.

Devido à grande procura pelo Crossfit, estudos passaram a ser realizados a fim de esclarecer as influências agudas e crônicas que a prática dessa modalidade proporciona ao organismo de seus praticantes. Escobar, Morales e Vandusseldorp (2017), em seu estudo agudo demonstraram que por causa do Crossfit ser uma modalidade de treinamento intenso pode servir como uma forma efetiva de

condicionamento metabólico. Um estudo que teve duração de 10 semanas de treinamento de Crossfit e muito citado é o de Smith et al (2013), que apresentou melhoras significativas na capacidade aeróbia máxima (13,6% nos homens e 11,8% nas mulheres), e composição corporal em indivíduos de diversos níveis de condicionamento físico e gênero após esse período.

Apesar de todos os relatos de estudos acima citados, a literatura específica apresentou muito pouco ou nenhum efeito crônico relacionado a parâmetros psicológicos, de composição corporal e melhorias na aptidão física (TIBANA; SOUSA, 2018). Em razão dos poucos estudos existentes, alguns positivos e outros sem evidências relevantes, e a importância para a saúde da prática de exercícios físicos vigorosos, no qual o Crossfit se enquadra, ainda há muito a pesquisar sobre os benefícios dessa modalidade que tanto atrai a atenção de grande público com perfis tão diversos. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar o VO_{2max} antes e após curto período de treinamento de Crossfit a fim de verificar se o treinamento durante essas semanas foi suficiente para gerar aumento do VO_{2max} .

MÉTODOS

Amostra

Participaram da pesquisa quatro mulheres voluntárias que possuíam entre 26 a 34 anos e iniciantes ou com no máximo três meses de prática na modalidade. Como critério de inclusão não poderiam apresentar quaisquer patologias ou lesão osteomioarticular que pudessem comprometer a saúde ou impossibilitasse o máximo desempenho durante o estudo. As voluntárias foram recrutadas e treinadas por um *box* de Crossfit afiliado (Crossfit Camburi, Jardim da Penha, Vitória, ES, BR). Tiveram frequência mínima de oito treinos ao final do período de quatro a seis semanas. A frequência de treino de cada uma foi: voluntária A, 10 treinos em cinco semanas; voluntária B, nove treinos em cinco semanas; voluntária C, 22 treinos em seis semanas; voluntária D, 14 treinos em quatro semanas. Todos as participantes leram

e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Teste *Shuttle Run* 20 Metros (Vai-e-Vem)

Os testes de esforço foram realizados no período da tarde e noite, numa calçada de cimento regular atrás da Wellness Club e Crossfit Camburi, em Vitória, Espírito Santo. Todos os sujeitos responderam a uma anamnese, para possível detecção de problemas mais sérios de saúde, previamente a realização da pesquisa de campo.

Antes dos testes de aptidão cardiorrespiratória foram mensurados dentro do *box* a massa corporal (kg), circunferência abdominal (cm), circunferência da cintura (cm), diâmetro ósseo de punho e fêmur (cm), dobras cutâneas (mm) e frequência cardíaca de repouso.

As mensurações da massa corporal foram feitas pela balança do *box* de Crossfit afiliado, circunferência abdominal e cintura foram realizadas por uma trena antropométrica de fibra Sanny e as dobras cutâneas por um adipômetro clínico também Sanny (American Medical do Brasil LTDA, Rudge Ramos, SP). Os diâmetros ósseos por um paquímetro Innovare de 16 cm Cercorf (Bleymed Comércio de Produtos Médicos LTDA, Porto Alegre, RS). A frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$), média (FC_{med}) e repouso (FC_{rep}) foi determinada pelo Polar *Bluetooth Smart H7 Heart Rate Sensor* (Polar Electro Inc., Lake Success, NY, USA) que estava conectado por

bluetooth ao aplicativo de celular Polar Beat.

Para a realização dos testes de corrida foram necessários os seguintes itens: local plano de pelo menos 25 metros, fita métrica, caixa de som portátil, áudio do teste, dois cones, fita crepe, folhas de anotação, prancheta e monitor de frequência cardíaca.

Os testes consistiram nos participantes percorrerem um espaço de 20 metros delimitado entre dois cones através de um ritmo cadenciado por um áudio gravado especialmente para este fim. O áudio emitia bips a intervalos específicos para cada estágio, sendo que a cada bip a avaliada deveria estar cruzando com um dos pés um dos dois cones, ou seja, saindo de um dos cones correndo em direção ao outro, cruzando este com pelo menos um dos pés ao ouvir um “bip” e voltando em sentido contrário. No áudio, o término de um estágio é sinalizado com dois bips consecutivos e com uma voz avisando o número do estágio concluído (DUARTE; DUARTE, 2001). A duração dos testes dependeram da aptidão cardiorrespiratória de cada pessoa, sendo máximo e progressivo, moderado no início e se tornando mais intenso no final.

No primeiro estágio a velocidade foi de 8,5 km/h, sendo acrescida de 0,5 km/h a cada um dos estágios seguintes. Cada estágio tem a duração de aproximadamente um minuto. Em cada estágio são realizadas de 7 a 15 idas e vindas de 20 metros (Tabela 1) (DUARTE; DUARTE, 2001).

Tabela 1 – Especificações do áudio para os testes.

ESTÁGIOS (Nº)	VELOCIDADES (KM/H)	Nº DE IDAS/VOLTAS (ESTÁGIO COMPLETO)
1	8,5	7
2	9,0	8
3	9,5	8
4	10,0	8
5	10,5	9
6	11,0	9
7	11,5	10
8	12,0	10
9	12,5	10
10	13,0	11
11	13,5	11
12	14,0	12
13	14,5	12
14	15,0	13
15	15,5	13
16	16,0	13
17	16,5	14
18	17,0	14
19	17,5	15
20	18,0	15
21	18,5	15

O aquecimento e familiarização do teste foram realizados correndo o primeiro estágio. Os testes terminaram quando as avaliadas não conseguiram mais correr e

pararam voluntariamente. O último estágio concluído foi anotado, para se obter o VO₂max, através da equação publicada por Léger et al (1988), a qual para pessoas com 18 anos ou mais

corresponde a: $y = -27,4 + 6,0 X$. Onde $y = VO_{2max}$ em ml/kg/min e $X =$ velocidade em km/h (no estágio atingido).

Logo após o teste de aptidão cardiorrespiratória foi aplicado o teste de percepção subjetiva de esforço (PSE) – Escala de Borg, 6 a 20.

Análise Estatística

Os resultados serão apresentados em Média e desvio padrão. Será realizada uma estatística inferencial para análise dos dados. O teste estatístico inferencial será selecionado de

acordo com uma análise das variáveis do estudo. O software estatístico utilizado será o Microsoft Office Excel (Redmand, Washington, Estados Unidos).

RESULTADOS

Os resultados individuais e coletivos do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) das voluntárias comparando as medições antes e após o período de treinamento são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Análise do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) das voluntárias

Voluntárias	Antes (ml.kg⁻¹.min⁻¹)	Após (ml.kg⁻¹.min⁻¹)
A	32,6	32,6
B	41,6	44,6
C	29,6	32,6
D	32,6	35,6
Média ± DP	34,1 ±5,2	36,4 ±5,7

Entre as 4 participantes, apenas A não apresentou melhora, permanecendo com o mesmo índice após o treinamento. De acordo com a classificação utilizada pela Sociedade Brasileira de Cardiologia, (HERDY; CAIXETA, 2016), duas das quatro voluntárias (C e D) tiveram alterações positivas na aptidão cardiorrespiratória, passando da classificação “fraco” para “regular” após o treinamento.

A voluntária B também apresentou melhora e permaneceu na mesma classificação “excelente”.

A tabela 3 apresenta os dados da frequência cardíaca máxima e média durante o teste de aptidão cardiorrespiratória antes e após o treinamento.

Tabela 3 – Análise da frequência cardíaca máxima (FC_{max}) e frequência cardíaca média (FC_{med}) antes e após o treinamento

Voluntárias	FC_{max} (bpm)		FC_{med} (bpm)	
	Antes	Após	Antes	Após
A	182	178	165	142
B	201	199	187	173
C	184	187	163	162
D	186	190	163	148
Média ± DP	188,3 ±8,7	188,5 ±8,7	169,5 ±11,7	156,3 ±14,0

As FC_{max} não tiveram alterações significativas após o treinamento e se mantiveram na zona de classificação da ACSM (2014) como vigorosa (muito forte). A voluntária A atingiu a zona de intensidade Vigorosa (forte) (77 a < 94% da FC_{max}), a voluntária C a zona Vigorosa (muito forte) (94 a < 100% da FC_{max}), enquanto que as voluntárias B e D ultrapassaram a zona Máxima (100% FC_{max}). No entanto, ocorreu diminuição relevante das FC_{med} de aproximadamente 7,5% após o período de treinamento. As frequências cardíacas iniciais das voluntárias A, B, C e D, respectivamente foram de: antes 90 bpm, após 85 bpm; antes 70 bpm, após 90 bpm; antes 74 bpm, após 70 bpm; e antes e após 80 bpm.

A massa corporal e a massa gorda das voluntárias comparando as medições antes e após o período de treinamento são apresentados na tabela 4. Os dados apresentados mostram que não ocorreram alterações importantes na massa corporal antes e após o treinamento, assim como também não tiveram alterações na massa gorda.

Tabela 4 – Massa corporal e massa gorda antes e após o período de treinamento

Voluntárias	Massa corporal (kg)		Massa gorda (%)	
	Antes	Após	Antes	Após
A	70,0	71,25	29,39	30,84
B	54,6	55,9	18,79	20,41
C	70,1	69,1	30,28	26,97
D	62,0	61,55	28,36	27,94
Média ± DP	64,2 ±7,4	64,5 ±7,1	26,7±5,3	26,5 ±4,4

Protocolo 7 Dobras Pollock

Porém, analisando individualmente os resultados, as voluntárias A e B tiveram aumento da massa corporal e massa gorda após o treinamento, enquanto as voluntárias C e D apresentaram diminuição da massa corporal e massa gorda, equilibrando dessa forma a média dos dados.

Na tabela 5 são apresentados os resultados de massa magra e circunferência abdominal mensurados antes e após o treinamento. A massa magra teve pequeno aumento, sendo influenciado pelos resultados das voluntárias C e D. Em relação a circunferência abdominal, a média não teve modificação importante, também sendo

dicotômico entre o aumento obtido pelas voluntárias A e B e a diminuição ocorrida nas voluntárias C e D. De acordo com a classificação da ACSM (2014), a voluntária A, passou de “risco aumentado” para “risco aumentado substancialmente”, a voluntária B, permaneceu “fora de risco”, a voluntária C, permaneceu em “risco aumentado” e a voluntária D, passou de “risco aumentado” para “fora de risco”.

As circunferências da cintura foram: voluntária A, antes 78 cm e após 77 cm; voluntária B, antes 66 cm, após 67 cm; voluntária C, antes 81 cm, após 82 cm; e voluntária D, antes 72 cm e após 72,3 cm.

Tabela 5 – Massa magra e circunferência abdominal antes e após o período de treinamento

Voluntárias	Massa magra (kg)		Circunferência abdominal (cm)	
	Antes	Após	Antes	Após
A	24,63	24,22	84,0	88,0
B	23,85	23,73	73,0	75,0

C	24,78	26,58	85,5	83,5
D	22,25	22,88	82,0	79,5
Média ± DP	23,9 ±1,2	24,4 ±1,6	81,1±5,6	81,5 ±5,6

O Índice de Massa Corporal (IMC) de A, B, C e D foram, antes 25,7 kg/m², depois 26,1 kg/m²; antes 21,6 kg/m², depois 22,1 kg/m²; antes 27,7 kg/m², depois 27,3 kg/m²; e antes 24,8 kg/m², depois 24,6 kg/m², respectivamente.

E a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) ao final do teste *Shuttle Run* 20 Metros foi 19 antes e 15 depois de A, 15 antes e 14 depois de B, 14 antes e 15 depois de C e 14 antes e 13 depois de D.

DISCUSSÃO

O objetivo do estudo foi analisar o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) antes e após curto período de tempo (entre quatro a seis semanas) de treinamento de Crossfit. Outros itens também foram analisados, como: frequência cardíaca média (FC_{med}) e composição corporal. Os resultados encontrados foram de melhoria da aptidão cardiorrespiratória (ACR) em três de quatro participantes, redução da FC_{med} e pequenas alterações na composição corporal.

O VO_{2max} das participantes aumentou aproximadamente 6% após o treinamento. De três voluntárias que apresentaram melhoras, duas delas tiveram alteração na classificação utilizada pela Sociedade Brasileira de Cardiologia (HERDY; CAIXETA, 2016), passando de fraco para regular corroborando com os achados de Smith et al (2013), que apresentaram melhoras significativas na capacidade aeróbia máxima (13,6% nos homens e 11,8% nas mulheres) e composição corporal em indivíduos de diversos níveis de condicionamento físico e gênero após 10 semanas de treinamento de Crossfit. Também está de acordo com Murawska-Cialowicz, Wojna e Zuwala-Jagiello (2015) que após três meses de treinamento de Crossfit observaram melhoras no condicionamento físico dos indivíduos acompanhados (sete homens e cinco mulheres). Em todos o VO_{2max} aumentou, principalmente nas mulheres (38,71 ± 5,67 antes, para 44,91 ± 6,24, depois). Os estudos de Smith et al (2013) e Murawska-Cialowicz, Wojna e Zuwala-Jagiello (2015) foram

longitudinais de 10 e 12 semanas e obtiveram resultados crônicos adaptativos mais expressivos do que os achados nesse estudo de curto período. Logo, aponta-se para a questão tempo-dependente, na qual quanto mais tempo de treinamento, maior a probabilidade de melhora do VO_{2max}, em razão de que já é possível observar aumento do VO_{2max} no curto período.

No entanto, não é possível identificar se essa melhoria se deve: a) à familiarização com o teste quando aplicado pela segunda vez. Bellar et al (2015) em seu estudo com atletas de Crossfit e iniciantes na modalidade sugerem que a chave para um melhor desempenho está associada ao histórico de participação do atleta na atividade; b) e/ou à motivação de superar o próprio resultado inicial. Sibley e Bergman (2017) apresentaram em sua pesquisa que os participantes de Crossfit se esforçam primeiramente para atingir objetivos relacionados a saúde e desenvolvimento de habilidades, e em segundo lugar, a melhora do condicionamento físico e a aceitação social. Sendo que os conteúdos intrínsecos de seus objetivos têm influência direta na frequência da prática da atividade; c) ou de fato melhora da ACR devido ao treinamento de Crossfit, como descrito anteriormente.

A média da frequência cardíaca máxima (FC_{max}) registrada das voluntárias permaneceu a mesma de antes e após o treinamento, estando na zona de intensidade Vigorosa (muito forte), segundo a ACSM (2014), indicando que realmente chegaram a intensidade máxima,

conforme o esperado. Reforçando dessa forma os achados do estudo de Kliszczewicz et al (2015), que registraram média $93,3 \pm 1,2\%$ FC_{max} após seis minutos de treinamento de Crossfit e de $97,7 \pm 1,9\%$ FC_{max} após 20 minutos, e pôde constatar que a resposta da FC_{max} é proporcional a intensidade do exercício. A FC_{med} durante o teste *Shuttle Run* 20 metros diminuiu 7,5% e manteve-se dentro da classificação de intensidade Vigorosa (forte), apontando que devido a intensidade alta atingida durante o treinamento pôde-se ocorrer adaptações positivas tornando o sistema cardiovascular mais eficiente.

A composição corporal teve como análises principais a Massa Corporal (MC), Massa Gorda (MG), Massa Magra (MM) e Circunferência Abdominal (CA). Os resultados das médias não apresentaram alterações significativas na MC, MG e CA antes e após o treinamento confirmando o que Tibana e Sousa (2018) e Claudino et al (2018), relataram em suas revisões sistemáticas de literatura e meta-análises acerca do assunto. Os autores são claros em mostrar que não há alterações significativas da composição corporal relacionadas ao treinamento de Crossfit. No entanto, houve pequeno aumento da média registrada da MM igualmente registrado pelos estudos de Smith et al (2013), Murawska-Cialowicz, Wojna e Zuwala-Jagiello (2015) e Sperlich (2017). Portanto, em relação a composição corporal ainda existe uma contradição grande entre os estudos, visto que a composição corporal está relacionada diretamente a dieta do participante além da dedicação ao treinamento. E nos poucos estudos existentes não houve controle da alimentação dos participantes, salvo a pesquisa de Smith et al (2013), a qual relata realização de dieta paleolítica, entretanto o mesmo informa que é impossível atribuir totalmente a melhoria da composição corporal dos voluntários somente ao treinamento.

A familiarização com o teste *Shuttle Run* 20 metros foi uma das principais limitações da pesquisa. Apesar das explicações e do aquecimento ter sido feito realizando os dois primeiros estágios do teste, ainda surgiram muitas dúvidas durante a primeira fase, sendo sanadas na fase pós treinamento. Uma melhor medição e mais controlada poderia ter sido feita em teste ergoespirométrico. Além disso, um período maior de pesquisa longitudinal

contendo mais fases poderia apresentar resultados mais consistentes. Limitações correspondentes a frequência semanal de treinos das voluntárias também pode ter influenciado os resultados, pois as alterações negativas do antes e após o treinamento foram das participantes que treinaram menos e ficaram doentes nesse período, ao passo que as voluntárias que treinaram pelo menos três vezes semanais tiveram resultados positivos. Outra limitação importante foram as desistências dos voluntários, de nove participantes que fizeram os testes da primeira etapa, apenas quatro estiveram aptos para realizarem a segunda etapa.

Os resultados do presente estudo indicam que houve aumento do consumo máximo de oxigênio após curto período de treinamento de Crossfit, contudo sugere-se a realização de mais pesquisas sobre o assunto a fim de consolidar os resultados encontrados.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE.

Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2014.

BELLAR, D. et al. The relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in crossfit exercise. **Biology of Sports.** v. 32, n. 4, p. 315-320, 2015.

CLAUDINO, J. G. et al. Crossfit overview: systematic review and meta-analysis.

Sports Medicine – Open. v. 4, n. 1, p. 1-14, 2018.

DUARTE, M. F. S.; DUARTE, C. R. Validade do teste aeróbico de corrida de vai-e-vem de 20 metros. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento.** v. 9, n. 3, p. 07-14, 2001.

ESCOBAR, K. A.; MORALES, J.; VANDUSSELDORP, T. A. Metabolic profile of crossfit training bout. **Journal of Human Sport and Exercise.** v. 12, n. 4, p. 1248- 1255, 2017.

HERDY, A. H.; CAIXETA, A. Classificação Nacional da Aptidão Cardiorrespiratória pelo Consumo Máximo de Oxigênio. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia.** v. 106, n. 5, p. 389-395, 2016.

KLISZCZEWICZ, B.; et al. Acute exercise and oxidative stress: Crossfit vs. treadmill bout. **Journal of Human Kinetics**. v. 47, p. 81-90, 2015.

LÉGER, L. A.; et al. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness.

Journal of Sports Sciences. v. 6, p. 93-101, 1988.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

MURAWSKA-CIALOWICZ, E.; WOJNA, J.; ZUWALA-JAGIELLO, J. Crossfit training changes brain-derived neurotrophic factor and irisin levels at rest, after wingate and progressive tests, and improves aerobic capacity and body composition of young physically active men and women. **Journal of Physiology and Pharmacology**. v. 66, n. 6, p. 811-821, 2015.

PAFFENBARGER, R. S. J.; et al. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. **The New England Journal of Medicine**. v. 328, n. 8, p. 538-545, 1993.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 5. ed. Barueri: Manole, 2005.

SIBLEY, B. A.; BERGMAN, S. M. What keeps athletes in the gym? Goals, psychological needs, and motivation of Crossfit participants. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. DOI: 10.1080/1612197X.2017.1280835

SMITH, M. M. et al. Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 27, n. 11, p. 3159-3172, 2013.

SPERLICH, B. et al. Functional high-intensity circuit training improves body composition, peak oxygen uptake, strength, and alters certain dimensions of quality of life in overweight women. **Frontiers in Physiology**. v. 8, article 172, p. 1-9, 2017.

SPREY, J. W. C. et al. An epidemiological profile of crossfit athletes in Brazil. **The Orthopaedic Journal of Sports Medicine**. v. 4, n. 8, p. 1-8, 2016.

TIBANA, R. A.; ALMEIDA, L. M.; PRESTES, J. Crossfit riscos ou benefícios? O que sabemos até o momento? **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v. 23, n. 1, p. 182-185, 2015.

TIBANA, R. A.; SOUSA, N. M. F.; PRESTES, J. **Programa de condicionamento extremo: planejamento e princípios**. Barueri: Manole, 2017.

TIBANA, R. A.; SOUSA, N. M. F. Are extreme conditioning programmes effective and safe? A narrative review of high intensity functional training methods research paradigms and findings. **BMJ Open Sports and Exercise Medicine**. 0:e000435. doi:10.1136/bmjsem-2018-000435.

