

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA-UNIMEP  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – FACIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**INVESTIGAÇÃO DAS RESPOSTAS AGUDAS DO  
CONSUMO DE OXIGÊNIO E DA FREQUÊNCIA  
CARDÍACA NOS EXERCÍCIOS AERÓBIO E DE FORÇA,  
EM HOMENS JOVENS TREINADOS**

Renato Guimarães Bizerra

Piracicaba – SP

2017

**RENATO GUIMARÃES BIZERRA**

**INVESTIGAÇÃO DAS RESPOSTAS AGUDAS DO  
CONSUMO DE OXIGÊNIO E DA FREQUÊNCIA  
CARDÍACA NOS EXERCÍCIOS AERÓBIO E DE FORÇA,  
EM HOMENS JOVENS TREINADOS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Metodista de Piracicaba, para defesa em Ciências do Movimento Humano na Área de Concentração “Biodinâmica” na Linha de Pesquisa “Fisiologia e Treinamento Desportivo”, sob orientação do Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar.

Piracicaba – SP

2017

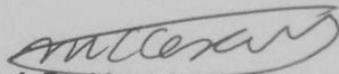
Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP  
Bibliotecária: Marjory Harumi Barbosa Hito. CRB-8/9128

B625i	<p data-bbox="422 1451 1249 1608">Bizerra, Renato Guimarães Investigação das respostas agudas do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca nos exercícios aeróbio e de força, em homens jovens treinados / Renato Guimarães Bizerra. – 2017. 46 f. : il. ; 30 cm.</p> <p data-bbox="422 1641 1249 1733">Orientador: Prof. Me. Marcelo de Castro César Dissertação (mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Ciências do Movimento Humano, Piracicaba, 2017.</p> <p data-bbox="422 1800 1249 1892">1. Exercício Físico - Oxigênio. 2. Exercícios Cardio-Respiratórios. 3. Exercícios de Resistência Muscular. I. César, Marcelo de Castro. II. Título.</p> <p data-bbox="1034 1895 1249 1921">CDU – 796.012.6</p>
-------	--

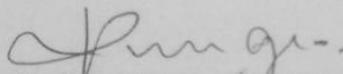
**INVESTIGAÇÃO DAS RESPOSTAS AGUDAS DO CONSUMO DE OXIGÊNIO E DA  
FREQUÊNCIA CARDÍACA NOS EXERCÍCIOS AERÓBIO E DE FORÇA, EM HOMENS  
JOVENS TREINADOS**

**RENATO GUIMARÃES BIZERRA**

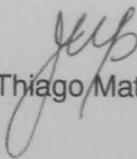
Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 21 de fevereiro de 2017, pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:



Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar - UNIMEP  
Presidente e Orientador



Profa. Dra. Rozangela Verlengia  
UNIMEP



Prof. Dr. Thiago Mattos Frota de Souza  
UNIP

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me dado saúde, força e feito da minha pessoa um mensageiro do bem, que a cada dia transforma a vida das pessoas.

Agradeço por ter nascido dentro de uma família guerreira, que luta desde o sol nascer, até o mesmo se por. Aos meus pais: Antônio e Cenira que com humildade e sabedoria passaram todos os princípios éticos e morais que um filho pode ter.

Agradeço a minha mulher Elani e minha filha Ana que durante toda essa jornada seguraram os alicerces da casa em momentos difíceis.

A todos os professores em especial da UNIMEP que durante dos anos de estudo me transmitiram seus conhecimentos.

Agradeço também aos professores Éron, Marília e Luciana, e especialmente, aos colaboradores deste estudo, professora e doutoranda Pamela Roberta Gomes Gonelli e bolsistas de iniciação científica PIBIC/CNPq Maycon Regazzo de Melo e Joel Edmundo Sobral Júnior, sem eles este sonho não se tornaria realidade.

Agradeço à Profa. Dra. Maria Imaculada de Lima Montebelo pela análise estatística dos dados.

Em especial ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar que com sua sabedoria e um coração maior, me orientou de uma forma que só um pai faria para seu filho, sou grato por Deus ter colocado na minha vida uma pessoa tão iluminada.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado PROSUP.

Obrigado a todos os funcionários da UNIMEP que dentro de suas possibilidades contribuíram para a realização desse sonho. Ao amigo Diezer que nos momentos que precisei me apoiou.

Por último, agradeço todo dia por ter escolhido a profissão que só me traz alegrias, desafios e a possibilidade de ajudar as pessoas a terem uma vida melhor.

“Tudo posso naquele que me fortalece”.  
Filipenses 4:13

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 Desenho do protocolo dos três encontros dos testes realizados pelos 10 homens jovens treinados.....	21
FIGURA 2 Comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões de exercícios aeróbios ( $VO_{2EA}$ ) com o consumo de oxigênio do limiar ventilatório dos voluntários ( $VO_{2LV}$ ).....	27
FIGURA 3 Comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões de exercícios aeróbios ( $VO_{2EA}$ ) com 46% do consumo máximo de oxigênio ( $46\% VO_{2max}$ ) dos voluntários.....	27
FIGURA 4 Comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões de exercícios de força ( $VO_{2EF}$ ) com o consumo de oxigênio do limiar ventilatório dos voluntários ( $VO_{2LV}$ ).....	28
FIGURA 5 Comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões de exercícios de força ( $VO_{2EF}$ ) com a recomendação para o treinamento aeróbio ( $46\% VO_{2max}$ ) dos voluntários.....	29
FIGURA 6 Comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios aeróbios ( $FCEA$ ) com a frequência cardíaca do limiar ventilatório dos voluntários ( $FCLV$ ).....	29
FIGURA 7 Comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios aeróbios ( $FC_{EA}$ ) com a recomendação para o treinamento aeróbio ( $64\% FC_{max}$ ).....	30
FIGURA 8 Comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios de força ( $FC_{EF}$ ) com a frequência cardíaca do limiar ventilatório dos voluntários ( $FC_{LV}$ ).....	31

FIGURA 9 Comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios de força ( $FC_{EF}$ ) com a recomendação para o treinamento aeróbio ( $64\% FC_{max}$ ).....31

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Média e desvio padrão dos testes cardiopulmonares máximos dos voluntários.....25

TABELA 2 Média e desvio padrão dos testes de uma repetição máxima (1RM) dos voluntários.....25

TABELA 3 Resultados do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca dos exercícios das sessões de exercícios aeróbio antes e força depois (EA-EF) e força antes e aeróbio depois (EF-EA).....26

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar as respostas agudas do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e da frequência cardíaca (FC) de homens jovens treinados durante exercícios aeróbios e de força. Participaram 10 voluntários, idade de  $23,90 \pm 3,62$  anos, que foram submetidos aos seguintes testes: cardiopulmonar máximo em esteira, com determinação do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) e limiar ventilatório (LV) e de uma repetição máxima (1RM) nos exercícios supino reto, agachamento e rosca direta com barra; e dois testes cardiopulmonares submáximos do exercício aeróbio (corrida no LV) e de força (exercícios dos testes de 1RM, 3 séries de 8 a 12 repetições, a primeira para aquecimento, seguida por 3 séries a cerca de 70% 1RM); os testes submáximos foram realizados em dois dias diferentes; em um deles os voluntários começaram com o exercício aeróbio e depois de força (EA-EF), e no outro iniciaram com o de força e a seguir o aeróbio (EF-EA). A comparação dos resultados do  $VO_2$  e da FC das sessões de exercícios aeróbio e de força foram realizadas por meio do teste da análise de variância de medidas repetidas, seguida pelo teste de ajuste de Bonferroni para comparações múltiplas, e para comparação das médias do  $VO_2$  e FC dos exercícios aeróbio e de força com os resultados do LV e do mínimo recomendado para aptidão cardiorrespiratória foi realizado o teste t para dados pareados; nível de significância  $p < 0,05$ . Os resultados do  $VO_2$  e da FC dos exercícios aeróbio e de força nas sessões de EA-EF e EF-EA não apresentaram diferenças significativas, os valores do  $VO_2$  dos exercícios aeróbios foram maiores que os de força, e na FC não houve diferenças significativas. Na comparação da média do  $VO_2$  dos exercícios aeróbios com o  $VO_{2LV}$  não ocorreu diferença significativa e foi maior que 46%  $VO_{2max}$ ; a média da FC dos exercícios aeróbios com a FCLV não apresentou diferença significativa, e a FC do exercício aeróbio foi maior que 64%  $FC_{max}$ . A média do  $VO_2$  nos exercícios de força foi menor que o  $VO_{2LV}$  e 46%  $VO_{2max}$ , e a média da FC foi menor que a FCLV e maior que 64%  $FC_{max}$ . Conclui-se que a intensidade do limiar ventilatório mostrou-se adequada para treinamento para aptidão cardiorrespiratória, e a sobrecarga aeróbia no exercício de força foi baixa.

**Palavras-chave:** exercício, consumo oxigênio, frequência cardíaca, força.

## ABSTRACT

The aim of this study was to investigate oxygen uptake ( $VO_2$ ) and heart rate (HR) acute responses during aerobic and strength exercises in trained young men. Participated 10 volunteers, age  $23.90 \pm 3.62$  years, they were submitted to the following tests: maximum cardiopulmonary exercise test in treadmill, with determination of maximal oxygen uptake ( $VO_{2max}$ ) and ventilatory threshold (VT), and 1-repetition maximum (1RM) in bench press, squat and standing barbell curls; and two cardiopulmonary submaximal tests in aerobic exercise (running at VT) and strength (exercises of 1RM test, 3 sets of 8 to 12 repetitions, the first to warm-up and followed by 3 sets approximately 70% 1RM); the submaximal tests were realized in two different days; in one of them the volunteers started with the aerobic exercise and after that, the strength exercise (AE-SE), and on another day started with strength exercise, followed by aerobic exercise (SE-AE). Repeated analysis of variance followed by Bonferroni adjust test to multiple comparisons was used to compare the  $VO_2$  and HR, and paired t-test was used to compare the average of  $VO_2$  and HR with VT and the minimum recommendation to cardiorespiratory fitness; significant level was  $p < 0.05$ . The results of  $VO_2$  and HR didn't show significant differences in AE-SE and SE-AE, the  $VO_2$  values in aerobic exercise were bigger than the strength exercise, and HR didn't show significant differences. The average of  $VO_2$  in aerobic exercises hasn't showed significant difference from  $VO_{2TH}$  and was bigger than 46%  $VO_{2max}$ ; the average of HR in aerobic exercises hasn't showed significant difference from  $HR_{VT}$ , and was bigger than 64%  $HR_{max}$ . The average of  $VO_2$  in strength exercises was smaller than  $VO_{2VT}$  and 46%  $VO_{2max}$ , and the average of HR was smaller than  $HR_{TH}$  and bigger than 64%  $HR_{max}$ . It was concluded that the VT was an adequate intensity to cardiorespiratory fitness training, and aerobic overload in strength exercise was low.

**Key words:** exercise, oxygen uptake, heart rate, strength.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	14
3.1 METABOLISMO ENERGÉTICO .....	14
3.2 TREINAMENTO FÍSICO .....	17
3.3 RESPOSTAS CARDIOPULMONARES AO TREINAMENTO FÍSICO.....	19
4 MÉTODOS .....	21
4.1 CASUÍSTICA .....	21
4.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO .....	21
4.2.1 TESTE CARDIOPULMONAR MÁXIMO .....	22
4.2.2 TESTES DE 1 REPETIÇÃO MÁXIMA (1RM) .....	23
4.2.3 TESTE SUBMÁXIMO COM EXERCÍCIO AERÓBIO .....	23
4.2.4 TESTE SUBMÁXIMO COM EXERCÍCIOS DE FORÇA .....	24
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	24
5 RESULTADOS .....	25
6 DISCUSSÃO .....	32
7 CONCLUSÕES .....	36
REFERÊNCIAS.....	37
ANEXO.....	44

## 1 INTRODUÇÃO

Os testes cardiopulmonares permitem a avaliação das trocas gasosas do sistema cardiorrespiratório (WASSERMAN et al., 1999), os principais índices da aptidão cardiorrespiratória que são o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) e o limiar anaeróbio, que podem ser determinados pelo teste cardiopulmonar (BARROS NETO, CESAR, TAMBEIRO, 1999).

O  $VO_{2max}$  é o maior consumo de oxigênio que um indivíduo consegue atingir durante o exercício físico máximo (WILMORE, COSTILL, 2001; MORROW Jr. et al., 2014). Este índice representa uma medida objetiva da potência aeróbia e é considerado o principal índice de aptidão cardiorrespiratória (WILMORE, COSTILL, 2001; CESAR, GONELLI, 2011).

O limiar anaeróbio é o nível de consumo de oxigênio imediatamente antes do início de acúmulo de lactato no sangue, podendo ser identificado por dosagens séricas de lactato, sendo chamado de limiar de lactato, e pelas alterações ventilatórias no exercício, sendo denominado limiar ventilatório (LV). O limiar ventilatório, além de ser um índice de aptidão cardiorrespiratória, representa uma intensidade adequada para o treinamento para melhora da aptidão cardiorrespiratório (BARROS, CESAR, TAMBEIRO, 1999).

Testes de Repetição Máxima (1RM) determinam a quantidade máxima de peso movimentado por um indivíduo em uma única repetição (MORROW Jr. et al., 2014; PELLEGRINOTTI; CESAR, 2016) e têm sido utilizados para avaliação da força muscular em vários estudos (BOTELHO et al., 2003; SOUZA et al., 2008; CESAR et al., 2009; SIMÕES et al., 2011; LIMA et al., 2012; CESAR et al., 2013; SINDORF et al., 2013; SOUZA et al., 2013; VECHIN et al., 2015).

De acordo com o *American College of Sports Medicine* (2011), para desenvolvimento ou manutenção da aptidão física em adultos saudáveis, o treinamento aeróbio deve ser de intensidade pelo menos moderada, no mínimo 46% do  $VO_{2max}$  e 64% da frequência cardíaca máxima ( $FC_{max}$ ).

Em relação ao treinamento de força, com caráter hipertrófico, para desenvolvimento ou manutenção da aptidão física em adultos saudáveis, devem ser realizadas de uma ou mais séries, de 8 a 12 repetições de 60 a

mais de 80% de 1RM, dependendo do nível de treinamento do indivíduo (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2011).

O treinamento aeróbio aumenta o consumo máximo de oxigênio e o limiar anaeróbio (DAVIS et al., 1979; POOLE; GAESSER, 1985; CESAR; PARDINI; BARROS, 2001; GASKILL et al., 2001; HANSEN et al., 2003; SAUER et al., 2014). Por outro lado, vários estudos demonstraram que o treinamento de força não proporciona aumento no consumo máximo de oxigênio (HURLEY et al., 1984; HICKSON et al., 1988; MARCINICK et al., 1991; KRAMER et al., 1995; ADES et al., 1996; DOLEZAL; POTTEIGER, 1998; SANTA-CLARA et al., 2002; LEVERITT et al., 2003; FERRARA et al., 2004; GLOWACKI et al., 2004; CAUZA et al., 2005; CESAR et al., 2009; LIMA et al., 2012), embora outros estudos tenham encontrado melhora neste índice com esse treinamento (McCARTHY et al. 1995; CHITARA et al., 2005, SOUZA et al., 2008). No limiar anaeróbio, alguns estudos encontraram aumento deste índice com o treinamento de força em homens (MARCINICK et al., 1991; SANTA-CLARA et al., 2002; CHITARA et al., 2005), mas não em mulheres (SOUZA et al., 2008; CESAR et al., 2009; LIMA et al., 2012).

A investigação das respostas cardiopulmonares em testes submáximos tem sido realizada em vários estudos, em exercícios aeróbios e/ou de força (HURLEY et al., 1984; BOTELHO et al., 2003; HUNTER, SEELHORST, SNYDER, 2003; CESAR et al., 2007; CESAR et al., 2009; PANISSA et al., 2009; KOHN, ESSÉN-GUSTAVSSON, MYBURGH, 2011; GONELLI et al., 2011; SIMÕES et al., 2011; SINDORF et al., 2012; VERLENGIA, 2012; CESAR et al., 2013; RAVAGNANI et al., 2013; SINDORF et al., 2013), mas não foram encontradas pesquisas comparando as respostas do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca dos exercício aeróbio na intensidade do limiar ventilatório e de força para treinamento visando hipertrofia, em homens jovens treinados submetidos à sessões de exercícios, comparando os resultados com a intensidade do limiar ventilatório e o mínimo recomendado pelo *American College of Sports Medicine* para o treinamento para aptidão cardiorrespiratória.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Investigar as respostas agudas do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca, durante as sessões de exercícios aeróbio e de força (caráter hipertrófico), realizados no limiar ventilatório em homens jovens treinados.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Comparar as respostas agudas do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca entre sessões de exercícios aeróbio e de força.

Comparar as respostas agudas do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca, durante as sessões de exercícios aeróbio e de força, com os valores do limiar ventilatório.

Comparar as respostas agudas do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca, durante as sessões de exercícios aeróbio e de força, com os valores mínimos de exercício recomendados para o treinamento para aptidão cardiorrespiratória.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 METABOLISMO ENERGÉTICO

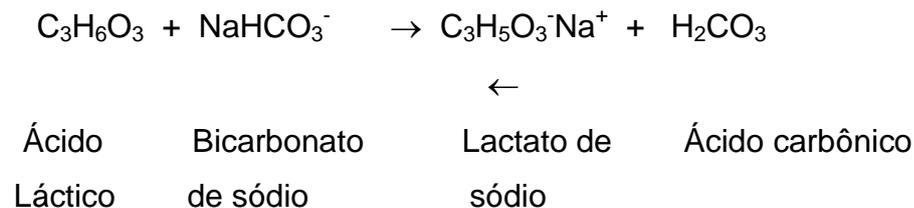
O músculo esquelético pode ser considerado uma máquina cujo combustível é a energia química dos substratos derivados dos alimentos ingeridos e estocados no corpo, principalmente carboidratos e lipídeos. A energia livre do substrato, isto é, a fração do total de energia química que é capaz de desenvolver trabalho, não é utilizada diretamente na contração muscular, sendo primeiramente estocada na ligação fosfato terminal do trifosfato de adenosina (ATP). A ligação fosfato terminal deste composto contém uma alta energia livre de hidrólise, designada de ligação fosfato “de alta energia”. Todos os processos celulares que necessitam de energia dependem do ATP. Na hidrólise da molécula de ATP é liberada energia livre que será utilizada para todas as formas de trabalho biológico (McARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

As respostas fisiológicas musculares agudas que ocorrem nos exercícios têm como objetivo básico promover a ressíntese do ATP utilizado na contração muscular, com o menor comprometimento possível da homeostase. Quando ocorre transição do repouso para o exercício, são aceleradas as três vias energéticas para ressíntese do ATP: sistema ATP-CP (anaeróbio aláctico), metabolismo anaeróbio (anaeróbio láctico) e metabolismo aeróbio (oxidativo) (WASSERMAN et al, 1999; FOSS, KETEYIAN, 2000; GUYTON, HALL, 2002; McARDLE, KATCH, KATCH, 2003).

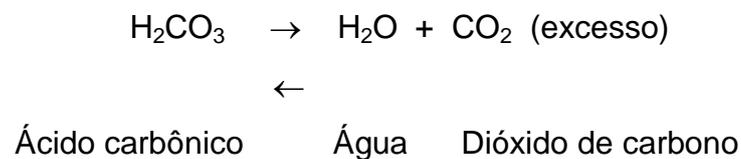
As duas primeiras vias predominam em exercícios de alta intensidade, curta à moderada duração e não dependem de oxigênio, sendo anaeróbios, enquanto o terceiro predomina em exercícios de leve a moderada intensidade, longa duração e é dependente da presença de oxigênio, sendo aeróbio. Destaque-se que ocorre uma contribuição diferenciada das vias energéticas anaeróbias e aeróbias, dependendo da intensidade e duração do exercício, não sendo um exercício estritamente anaeróbio ou aeróbio (FOSS, KETEYIAN, 2000; McARDLE, KATCH, KATCH, 2003).

Em testes de esforço de carga crescente, inicialmente o consumo de oxigênio aumenta proporcionalmente mais que a ventilação pulmonar, devido à melhora da relação ventilação-perfusão, diminuindo a relação entre a ventilação pulmonar e o consumo de oxigênio, chamada de equivalente ventilatório para o oxigênio. Após esta fase, a ventilação pulmonar aumenta proporcionalmente ao aumento do consumo de oxigênio até a intensidade moderada de exercício. Acima desta intensidade, no exercício intenso, a ventilação pulmonar passa a aumentar acima das necessidades metabólicas (hiperventilação), ocorrendo aumento sistemático do equivalente ventilatório para o oxigênio (BARROS NETO, CESAR, TEBEXRENI, 1999; WASSERMAN et al. 1999).

De acordo com Wasserman e McIlroy (1964), o ácido láctico formado nos músculos durante o exercício difunde-se para o sangue e é tamponado predominantemente pelo bicarbonato de sódio, na seguinte reação:



O ácido carbônico formado é extremamente volátil e dissocia-se, aumentando a pressão parcial de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no sangue e o excesso de CO<sub>2</sub> é eliminado pelos pulmões:



O consumo de oxigênio imediatamente antes do início de acúmulo de lactato no sangue representa o limiar anaeróbio, sendo denominado limiar ventilatório quando determinado pelas alterações ventilatórias no exercício (BARROS, CESAR, TAMBEIRO, 1999). Este limiar também é denominado de primeiro limiar ventilatório (MEYER et al., 2005).

O aumento progressivo das cargas de exercício provoca um acúmulo de lactato superior à capacidade de tamponamento pelas reservas alcalinas, com acúmulo dos íons hidrogênio, de modo que a acidose metabólica é acentuada, ocorrendo aumento da ventilação pulmonar nestas cargas mais intensas devido à acidose metabólica (BARROS NETO, CESAR, TEBEXRENI, 1999). O aumento desproporcional da ventilação em relação à produção de dióxido de carbono, levando a um aumento sistemático do equivalente ventilatório do dióxido de carbono. Essa intensidade de exercício foi denominada de ponto de compensação respiratória (WASSERMAN et al, 1999) e também é conhecida por segundo limiar ventilatório (MEYER et al., 2005).

No exercício submáximo, em intensidade não superior ao limiar anaeróbio, os ajustes cardiorrespiratórios se estabilizam, mantendo-se constantes e proporcionais à demanda metabólica ao longo da duração do exercício. Este é o exercício aeróbio, no qual a energia transformada em trabalho é proveniente do processo de combustão oxidativa dos substratos energéticos e ocorre a manutenção da fase estável do exercício (WASSERMAN et al., 1999).

Se a intensidade do exercício for aumentada progressivamente até a exaustão do indivíduo, será alcançado o  $VO_{2max}$ , que é o maior consumo de oxigênio que um indivíduo consegue atingir durante o exercício físico máximo (WILMORE, COSTILL, 2001, MORROW Jr. et al., 2014).

Para ser considerado o consumo máximo de oxigênio, deve-se atingir pelo menos dois dos seguintes critérios: platô do consumo de oxigênio; razão das trocas gasosas ( $R \geq 1,10$  ou  $1,15$ ); atingida a frequência cardíaca próxima à máxima prevista pela idade ( $\pm 5$  bpm); percepção subjetiva de esforço pela escala de Borg  $> 17$ ; valores de lactato pós-teste  $>8$  mM. Se não forem preenchidos dois destes critérios, o maior consumo de oxigênio durante o teste deve ser denominado consumo de oxigênio pico (CESAR; GONELLI, 2011).

Quando a intensidade do exercício ultrapassa o limiar anaeróbio, muitas alterações ocorrem, tais como: acidose metabólica, hiperventilação, modificação da coordenação motora, alteração do padrão de recrutamento das fibras musculares, alteração dos substratos energéticos, alteração da cinética do consumo de oxigênio e fadiga muscular (WASSERMAN et al., 1999).

De acordo com Barros, Cesar e Tambeiro (1999), o limiar ventilatório representa uma intensidade de esforço aeróbio, na qual o indivíduo pode sustentar a atividade por um longo período, sendo uma intensidade adequada para o treinamento para melhora da aptidão cardiorrespiratória.

### **3.2 TREINAMENTO FÍSICO**

O treinamento físico não consiste em um modismo da civilização contemporânea, pois vem desde a antiguidade quando se treinava para atividades militares e olímpicas. Essa atividade envolve muitas variáveis fisiológicas e psicológicas, sendo um treinamento sistemático de longa duração (BOMPA, 2002), e tem como objetivo melhorar a aptidão física, e para que isso ocorra deve-se seguir certos princípios básicos como a sobrecarga, especificidade, individualidade biológica e reversibilidade (McARDLE, KATCH, KATCH, 2003).

A sobrecarga determina a intensidade da carga para o treinamento, sendo que o objetivo é ter uma progressão desta carga, com o intuito de proporcionar adaptação e melhora do indivíduo (FOSS; KETAYIAN, 2000; McARDLE, KATCH, KATCH, 2003).

A especificidade leva às adaptações fisiológicas específicas pelos estímulos da sobrecarga do treinamento, por exemplo, exercícios aeróbios proporcionam adaptações do treinamento para aptidão cardiorrespiratória, e o treinamento de corrida proporciona maior aprimoramento para correr do que para nadar (FOSS, KETAYIAN, 2000; BOMPA, 2002; McARDLE, KATCH, KATCH, 2003).

A individualidade biológica indica que as pessoas têm diferentes respostas ao treinamento físico (FOSS, KETAYIAN, 2000; BOMPA, 2002; McARDLE, KATCH, KATCH, 2003).

A reversibilidade é a redução e perda dos efeitos do treinamento após a interrupção do mesmo, sendo a fase de destreinamento (FOSS, KETAYIAN, 2000; BOMPA, 2002; McARDLE, KATCH, KATCH, 2003).

No decorrer dos últimos anos, existe uma procura maior em identificar maneiras de conseguir o desenvolvimento da força e massa muscular. Com esse objetivo, métodos distintos têm sido procurados para a melhora da força e

massa muscular, uma vez que o músculo responde a estímulos sob stress mecânico (KARABULUT et al., 2007).

O *American College of Sports Medicine* (2011) preconiza o treinamento de força, com caráter hipertrófico, para a melhora na manutenção da aptidão física de adultos saudáveis, sessões com 8 a 10 exercícios, de uma ou mais séries com 8 a 12 repetições e carga de 60 a mais de 85% de 1RM, dependendo do nível de treinamento do indivíduo.

O treinamento aeróbio pode ser realizado para se alcançar vários objetivos, entre eles pode-se destacar o aprimoramento da aptidão cardiorrespiratória, promoção da saúde e para um maior dispêndio energético total, auxiliando no controle da massa corporal (*AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE*, 2011), podendo ser realizado de forma contínua, que é feito em intensidade constante; ou intervalada, com intensidade intermitente (WILMORE; COSTILL, 2001).

De acordo com o princípio da especificidade do treinamento, os treinamentos aeróbios e de força proporcionam adaptações musculares distintas. O treinamento aeróbio aumenta os estoques intramusculares de substratos, enzimas oxidativas, capilarização e mitocôndrias. O treinamento de força tem pequeno efeito na capilarização, nas enzimas oxidativas e estoques intramusculares de substratos (com exceção do glicogênio muscular) (TANAKA; SWENSEN, 1998).

O treinamento aeróbio induz a uma modulação parassimpática e a redução da modulação simpática cardíaca em relação a frequência cardíaca (MIDDLETON; DE VITO, 2005).

Do repouso ao exercício físico dinâmico ocorrem mudanças nos batimentos cardíacos provocando acertos fisiológicos para suprir a energia gasta pelos músculos envolvidos (HUGHSON, 2009). Ao treinar na mesma sessão aeróbio e força pode ocorrer um efeito positivo no treino aeróbio, pelo acréscimo da aptidão cardiorrespiratória dando ênfase à modulação parassimpática cardíaca (KARAVIRTA, 2009; HENDRICKSON et al. 2010).

O consumo de oxigênio e a frequência cardíaca são utilizados como parâmetros para determinação da intensidade de treinamento aeróbio (*AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE*, 2011; PELLEGRINOTTI, CESAR, 2016). Entretanto, no treinamento de força, devido à oclusão do fluxo

sanguíneo nos tecidos ativos, ocorre uma resposta adrenérgica aumentada com o sistema nervoso autônomo secretando grandes quantidades de epinefrina e noraepinefrina no sangue, e esses efeitos humorais proporcionam aumento da frequência cardíaca (KRAEMER et al., 1987), de modo que as respostas da frequência cardíaca durante as sessões de treinamento de força não são proporcionais ao aumento do consumo de oxigênio, não sendo adequada para avaliar a sobrecarga aeróbia do exercícios de força (SIMÕES et al., 2011; SINDORF et al., 2013).

### 3.3 RESPOSTAS CARDIOPULMONARES AO TREINAMENTO FÍSICO

O treinamento aeróbio é utilizado para melhora da aptidão cardiorrespiratória (*AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE*, 2011) e proporciona aumento do consumo máximo de oxigênio e do limiar anaeróbio (DAVIS et al., 1979; CESAR, PARDINI, BARROS, 2001; GASKILL et al., 2001; HANSEN et al., 2003; SAUER et al., 2014).

A maioria dos estudos não encontrou aumento do  $VO_{2máx}$  com o treinamento de força (HURLEY et al., 1984; HICKSON et al., 1988; MARCINICK et al., 1991; KRAMER et al., 1995; ADES et al., 1996; DOLEZAL; POTTEIGER, 1998; BISHOP et al., 1999; SANTA-CLARA et al., 2002; LEVERITT et al., 2003; FERRARA et al., 2004; GLOWACKI et al., 2004; CAUZA et al., 2005; CESAR et al., 2009; LIMA et al., 2012), entretanto, outros estudos encontraram melhoras deste índice (McCARTHY et al., 1995; CHITARA et al., 2005; SOUZA et al., 2008). No limiar anaeróbio, alguns estudos encontraram aumento deste índice com o treinamento de força em homens (MARCINICK et al., 1991; SANTA-CLARA et al., 2002; CHITARA et al., 2005), mas não em mulheres (BISHOP et al., 1999; SOUZA et al., 2008; CESAR et al., 2009; LIMA et al., 2012).

Em relação às respostas cardiopulmonares agudas, Botelho et al. (2003), Hurley et al. (1984), Simões et al. (2011) e Sindorf et al. (2013), encontraram que a sobrecarga aeróbia dos protocolos de exercícios de força estudados era insuficiente para proporcionar melhora da aptidão cardiorrespiratória.

Em um estudo com 13 homens não treinados, idade de 44 a 55 anos, Hurley et al. (1984) investigaram os efeitos de 16 semanas de treinamento de força. Foi realizada a medida do consumo de oxigênio durante uma sessão completa de treinamento com oito exercícios. Os resultados demonstraram baixos valores de consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) durante as sessões de treinamento, cerca de 18,3 ml/kg/min ou 45% do  $VO_{2máx}$  e frequência cardíaca (FC) de 155 bpm.

Botelho et al. (2003) compararam os parâmetros metabólicos e hemodinâmicos entre exercício aeróbio e anaeróbio de membros superiores em uma mesma demanda energética. Dez indivíduos do sexo masculino foram submetidos a um protocolo de exercício de resistência muscular localizada (RML), quatro séries de 15 repetições a 60% de 1RM com um minuto de intervalo, comparado com exercício aeróbio no ergômetro de braço por cinco minutos no mesmo consumo médio de oxigênio do exercício de RML. Os autores observaram uma baixa demanda energética durante os exercícios resistidos, o que proporcionaria uma pequena sobrecarga para potência aeróbia. Os valores médios no exercício de RML foram:  $VO_2$  de 10,18 ml/kg/min, FC de 119,72 bpm.

Simões et al. (2011) estudaram 22 mulheres jovens treinadas. As voluntárias realizaram teste cardiopulmonar máximo em esteira e testes de 1RM, e foram dois protocolos de treinamento de intensidades diferentes: em uma sessão de resistência muscular localizada (3 séries, 15 a 20 repetições a 50% de 1RM e intervalos de 1 minuto entre as séries) e uma sessão de força máxima (3 séries, 3 a 5 repetições e 90% 1RM e intervalos de 3 minutos entre as séries). Os autores encontraram que a resposta aguda cardiorrespiratória na sessão de treinamento de resistência muscular localizada teve maior sobrecarga aeróbia em relação à sessão de força máxima, mas não suficiente para melhora da aptidão cardiorrespiratória em mulheres jovens.

No estudo de Sindorf et al. (2013), 23 mulheres jovens treinadas foram submetidas aos testes cardiopulmonar máximo e testes de 1RM, e a protocolo de treinamento de força de hipertrofia muscular com 3 séries de 8 repetições a 70% de 1 RM e durante as sessões. Foi observado que o protocolo de treinamento de força proporcionou pequena sobrecarga cardiorrespiratória nas voluntárias.

Entretanto, não foram encontrados estudos investigando a sobrecarga cardiorrespiratória durante exercícios de força e aeróbio na intensidade do limiar ventilatório realizados na mesma sessão de treinamento.

## 4 MÉTODOS

### 4.1 CASUÍSTICA

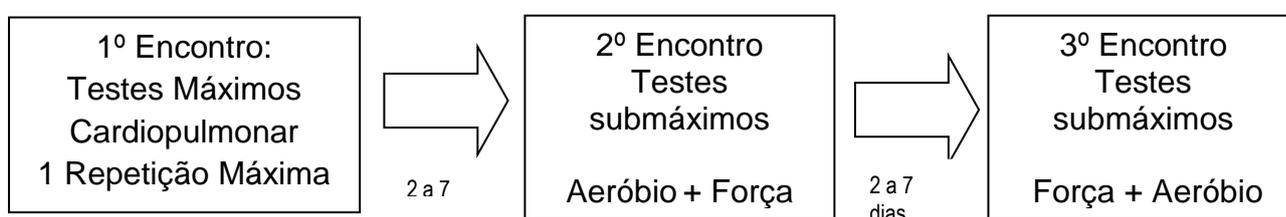
Participaram 10 voluntários do sexo masculino, idade média de  $23,90 \pm 3,62$  anos, massa corporal de  $76,51 \pm 11,41$  kg e estatura  $1,74 \pm 0,07$  m, saudáveis, treinados. Para descartar contraindicações aos exercícios físicos, foram realizados anamnese e exame físico dos voluntários.

Critérios de inclusão: estar em treinamento aeróbio e de força há pelo menos um ano e ter classificação da aptidão cardiorrespiratória boa ou alta acordo com os valores do  $VO_{2max}$  (AMERICAN HEART ASSOCIATION, 1972). Critérios de exclusão: ser portador de doenças crônicas, apresentar lesões ou ser tabagista.

Foi feito esclarecimento do desenvolvimento do estudo e as informações sobre riscos e benefícios para os voluntários, que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo faz parte de projeto temático aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba, em 26 de agosto de 2014, protocolo nº 55/2014 (ANEXO).

### 4.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Os voluntários foram submetidos a um protocolo de testes de esforço físico, constituindo-se de testes cardiopulmonar máximo e de 1RM no primeiro dia e de dois testes cardiopulmonares submáximos em sessões randomizadas com exercícios combinados (aeróbio e força) com intervalos entre dois e sete dias, com um total de três encontros (Figura 1).



**FIGURA 1** Desenho do protocolo dos três encontros dos testes realizados pelos 10 homens jovens treinados.

Nos 2º e 3º Encontros os voluntários foram instruídos a comparecerem ao laboratório em jejum de três horas antes dos testes submáximos, para evitar o efeito térmico dos alimentos (McARDLE, KATCH, KATCH, 2003). Em uma das sessões de exercícios (2º Encontro), cinco voluntários começaram com o exercício aeróbio e depois de força (EA-EF), e na outra sessão (3º Encontro) foi invertida a ordem, com início dos exercícios de força e depois aeróbio (EF-EA); e outros cinco voluntários fizeram no 2º Encontro primeiro os exercícios de força (EF-EA) e no 3º Encontro o aeróbio (EA-EF). Entre uma sessão e outra de exercícios houve um intervalo de cerca de 20 minutos, sem coleta das medidas cardiopulmonares, para recuperação dos voluntários às condições pré-exercício.

#### 4.2.1 TESTE CARDIOPULMONAR MÁXIMO

No 1º Encontro, o primeiro teste realizado pelos voluntários foi o cardiopulmonar máximo em esteira ergométrica Inbrasport® ATL. Foi utilizado protocolo contínuo, de carga crescente, até a exaustão, proposto por Tebexreni et al. (2001): preparação com caminhada em velocidade baixa; primeiro estágio de dois minutos, seguido por estágios com velocidades de 5 a 14 km/h (incrementos de 1 km/h a cada minuto), depois aumento de inclinação, de 5,0% a cada minuto, nos estágios finais.

As medidas cardiopulmonares foram realizadas de forma direta, por analisador de gases metabólicos (VO2000 – Medical Graphics®) e a FC foi determinada a cada minuto por meio do sistema de telemetria (Polar®).

O  $VO_{2max}$  foi considerado o maior valor de consumo de oxigênio atingido no teste, sendo preenchidos pelo menos dois dos seguintes critérios (SOUZA et al., 2008; CESAR et al., 2009; CESAR, GONELLI, 2011): platô do consumo de oxigênio; razão das trocas gasosas maior ou igual 1,10; atingida frequência cardíaca próxima ao máximo previsto para idade ( $\pm 5$  bpm); percepção subjetiva de esforço pela escala de Borg superior a 17.

O limiar anaeróbio foi determinado por método ventilatório, sendo considerado o primeiro limiar ventilatório (LV), de acordo com os seguintes critérios (DAVIS et al., 1976; BARROS NETO, CESAR, TAMBEIRO, 1999; GONELLI et al., 2006): hiperventilação pulmonar; aumento sistemático do equivalente ventilatório para o oxigênio; aumento abrupto da razão de trocas gasosas.

Foram determinados o  $VO_{2max}$ , a  $FC_{max}$ , o consumo de oxigênio do limiar ventilatório ( $VO_{2LV}$ ), a frequência cardíaca do limiar ventilatório ( $FC_{LV}$ ) e a velocidade do LV. Também foram calculados os valores mínimos de intensidade para o treinamento aeróbio preconizados para o treinamento aeróbio, 46%  $VO_{2max}$  e 64%  $FC_{max}$ .

#### **4.2.2 TESTES DE 1 REPETIÇÃO MÁXIMA (1RM)**

No 1º Encontro também foram realizados três testes de 1RM, cerca de 20 minutos após teste cardiopulmonar máximo. Foram feitos alongamentos e aquecimento específico por meio de exercícios com baixa carga no supino reto, agachamento e rosca direta com barra. Foram realizados testes de 1RM com os mesmos exercícios do aquecimento, com intervalos de dois minutos entre cada tentativa, sendo cinco o número máximo de tentativas (BROWN, WEIR, 2001).

Entre um teste de 1RM e outro o intervalo também foi de dois minutos.

A partir dos dados obtidos foi determinado o percentual individual de 30% 1RM e 70% 1RM aplicados nos exercícios submáximos.

#### **4.2.3 TESTE SUBMÁXIMO COM EXERCÍCIO AERÓBIO**

No teste submáximo com exercício aeróbio (sessão de exercício aeróbio) foram realizados os registros das medidas cardiopulmonares pré-exercício por cinco minutos com os voluntários sentados. Logo após, os voluntários realizaram a sessão de exercício aeróbio, uma corrida na esteira ergométrica Inbrasport® ATL na velocidade do LV durante 20 minutos, tendo

dois minutos de aquecimento com 50% da velocidade do LV e dois minutos de recuperação na mesma velocidade. Após a corrida, foram realizadas as medidas na recuperação, com o voluntário sentado por 15 minutos.

A medida dos gases expirados foi realizada de forma direta, por analisador de gases metabólicos VO2000 – Medical Graphics®. A frequência cardíaca foi monitorada por meio de um Polar® Vantage NV. Foram determinados o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), frequência cardíaca (FC).

#### **4.2.4 TESTE SUBMÁXIMO COM EXERCÍCIOS DE FORÇA**

No teste submáximo com exercícios de força (sessão de exercícios de força) foram feitos os registros das medidas cardiopulmonares pré-exercícios de força por cinco minutos com os voluntários sentados, a seguir iniciaram a sessão de exercícios de força alternado por seguimento na seguinte ordem: supino reto, agachamento e rosca direta com barra, três séries de oito a 12 repetições, a primeira com carga leve (cerca de 30% 1RM) para aquecimento, seguida por três séries a cerca de 70% 1RM, intervalos de 90 segundos entre as séries e exercícios. Após os exercícios, foram realizadas as medidas na recuperação, com o indivíduo sentado por 15 minutos. A medida dos gases expirados e as variáveis determinadas foram as mesmas do exercício aeróbio.

#### **4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Para todas as variáveis foi realizada a análise descritiva dos resultados, com média e desvio padrão.

A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. A comparação entre os dados as sessões de exercícios aeróbio e de força foram realizadas por meio do teste Anova de medidas repetidas seguido pelo teste de ajuste de Bonferroni para comparações múltiplas.

Foram calculadas as médias do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca dos exercícios aeróbio e de força (médias de EA-EF e EF-EA), que foram comparadas com o limiar ventilatório ( $VO_{2LV}$  e  $FC_{LV}$ ) e com os valores mínimos de intensidade para o treinamento para aptidão cardiorrespiratória (46%  $VO_{2max}$  e 64%  $FC_{max}$ ), por meio do teste t para dados pareados.

Em todas as análises foi considerado nível de significância de cinco por cento ( $p < 0,05$ ).

Os dados foram processados no Excel 2013 e no SPSS versão 22.0.

## 5 RESULTADOS

Os resultados dos testes cardiopulmonares máximos encontram-se na tabela 1 e dos testes de 1RM na tabela 2.

**TABELA 1** Média e desvio padrão dos testes cardiopulmonares máximos dos voluntários.

Variável	Média ± Desvio padrão
$VO_{2max}$ (ml/kg/min)	58,55 ± 5,31
$FC_{max}$ (bpm)	189,30 ± 5,25
$VO_{2LV}$ (ml/kg/min)	34,79 ± 5,94
$FC_{LV}$ (bpm)	159,00 ± 14,11
$Vel_{LV}$ (km/h)	10,30 ± 1,35

$VO_{2max}$  – consumo máximo de oxigênio;  $FC_{max}$  – frequência cardíaca máxima;  $VO_{2LV}$  – consumo de oxigênio do limiar ventilatório;  $FC_{LV}$  – frequência cardíaca do limiar ventilatório;  $Vel_{LV}$  – velocidade do limiar ventilatório

**TABELA 2** Média e desvio padrão dos testes de uma repetição máxima (1RM) dos voluntários.

Variável	Média ± Desvio padrão
Supino (kg)	77,60 ± 16,78
Agachamento (kg)	104,60 ± 19,23
Rosca direta com barra (kg)	43,50 ± 7,50

Os dados apresentaram distribuição paramétrica. Na comparação do VO<sub>2</sub> pré-exercício não foram observadas diferenças significativas nas sessões de exercícios aeróbico antes e força depois (EA-EF), e força antes e aeróbico depois (EF-EA).

Na tabela 3 estão apresentados os resultados da comparação dos valores durante os exercícios nas sessões de EA-EF e EF-EA. No VO<sub>2</sub> dos exercícios aeróbicos não foram observadas diferenças significativas nas diferentes sessões, assim como nos exercícios de força, e foram observados maiores valores do VO<sub>2</sub> dos exercícios aeróbicos e relação aos exercícios de força. A FC nos exercícios aeróbicos e de força não apresentaram diferenças significativas.

A duração do EPOC foi inferior a 15 minutos nas sessões dos exercícios aeróbicos e de força.

**TABELA 3** Resultados do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca dos exercícios das sessões de exercícios aeróbico antes e força depois (EA-EF) e força antes e aeróbico depois (EF-EA).

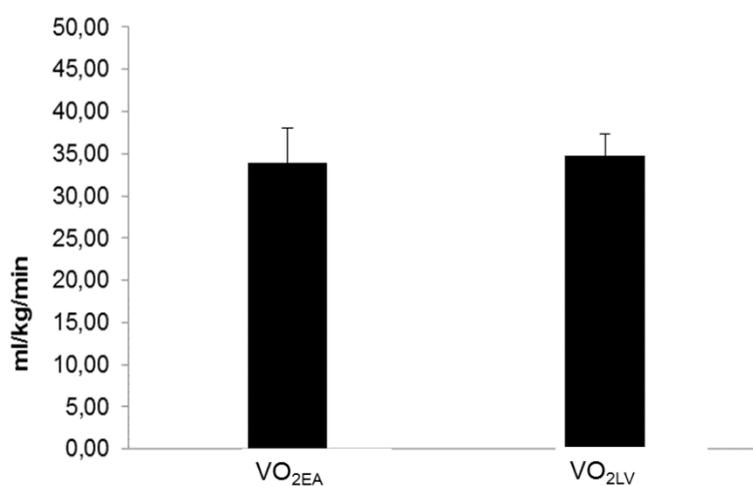
Variável	Aeróbico EA-EF	Aeróbico EF-EA	Força EA-EF	Força EF-EA
<b>VO<sub>2</sub> exerc</b> (ml/kg/min)	32,98 ± 3,47 <sup>a</sup>	34,78 ± 4,85 <sup>a</sup>	13,37 ± 1,16 <sup>b</sup>	13,23 ± 1,50 <sup>b</sup>
<b>FC exerc</b> (bpm)	152,58 ± 7,40 <sup>a</sup>	154,16 ± 8,21 <sup>a</sup>	146,17 ± 10,72 <sup>a</sup>	141,91 ± 12,43 <sup>a</sup>

VO<sub>2</sub> exerc – consumo oxigênio exercício; FC exerc – frequência cardíaca exercício.  
Variáveis seguidas por letras diferentes indicam que há diferença significativa.

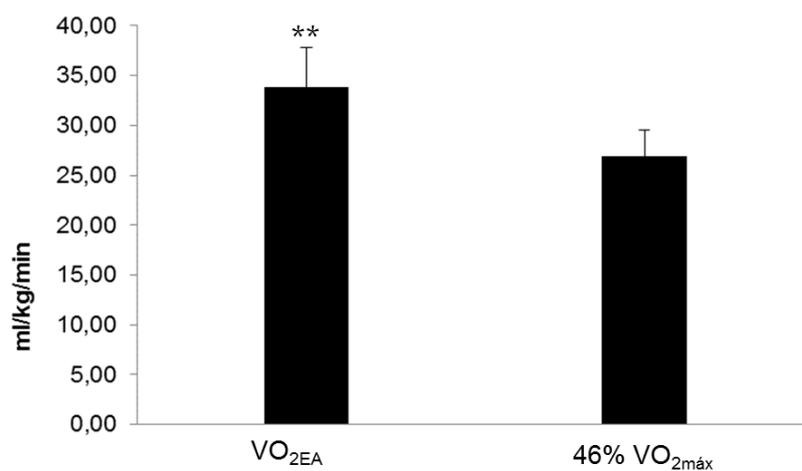
Como não foram observadas diferenças significativas entre as variáveis dos exercícios aeróbico e de força entre os EA-EF e EF-EA, foi calculada a média dos valores de consumo de oxigênio e frequência cardíaca dos exercícios aeróbico e de força para comparação com o limiar ventilatório e as recomendações para treinamento da aptidão cardiorrespiratória do *American College of Sports Medicine* (2011).

Na comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões dos exercícios aeróbios ( $VO_{2EA}$ ) com o  $VO_{2LV}$  não houve diferença significativa (Figura 2). O  $VO_{2EA}$  foi maior que 46%  $VO_{2máx}$  (Figura 3).

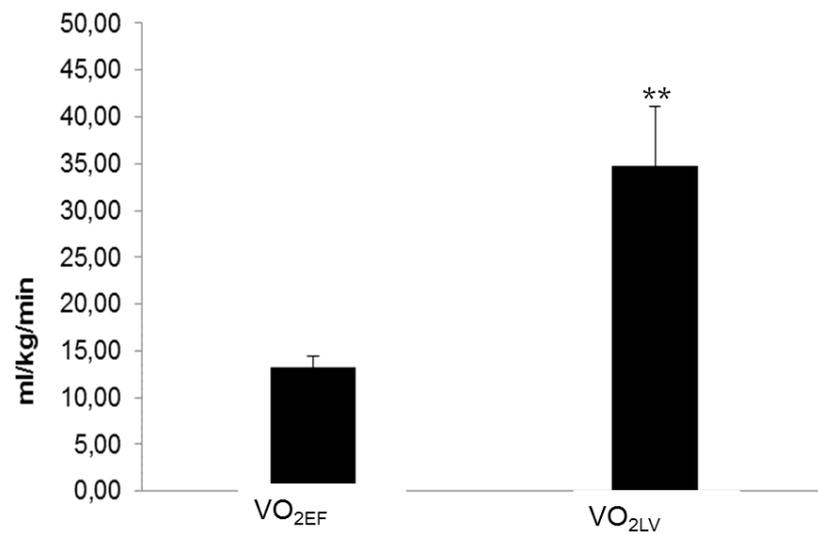
O consumo de oxigênio médio das duas sessões de exercícios de força ( $VO_{2EF}$ ) foi menor que o  $VO_{2LV}$  (Figura 3) e 46%  $VO_{2máx}$  (Figura 5).



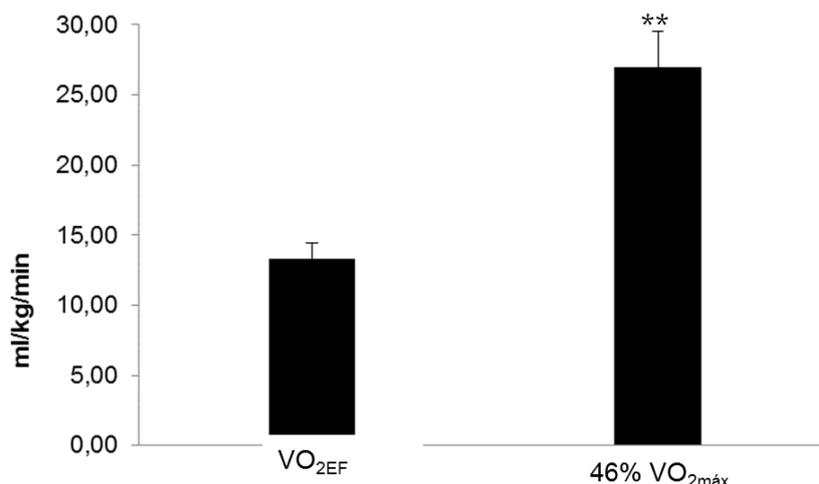
**FIGURA 2** Comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões de exercícios aeróbios ( $VO_{2EA}$ ) com o consumo de oxigênio do limiar ventilatório dos voluntários ( $VO_{2LV}$ ).



**FIGURA 3** Comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões de exercícios aeróbios ( $VO_{2EA}$ ) com 46% do consumo máximo de oxigênio (46%  $VO_{2máx}$ ) dos voluntários. \*\* $p < 0,01$ .



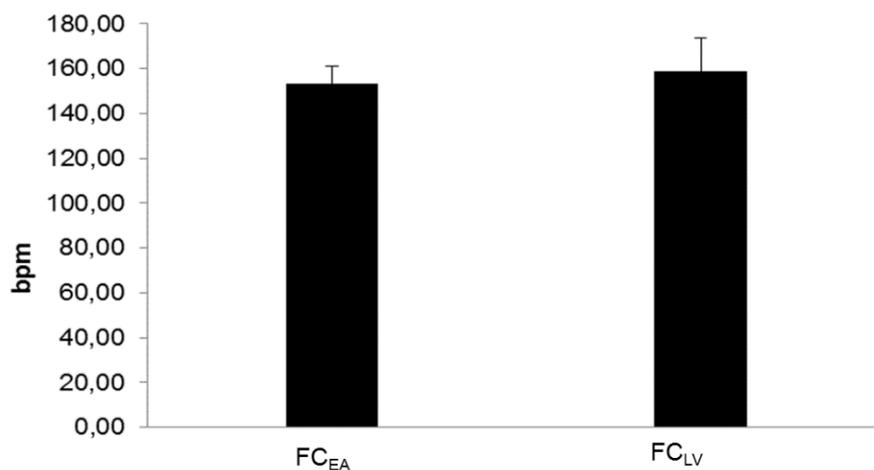
**FIGURA 4** Comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões de exercícios de força ( $VO_{2EF}$ ) com o consumo de oxigênio do limiar ventilatório dos voluntários ( $VO_{2LV}$ ). \*\* $p < 0,01$ .



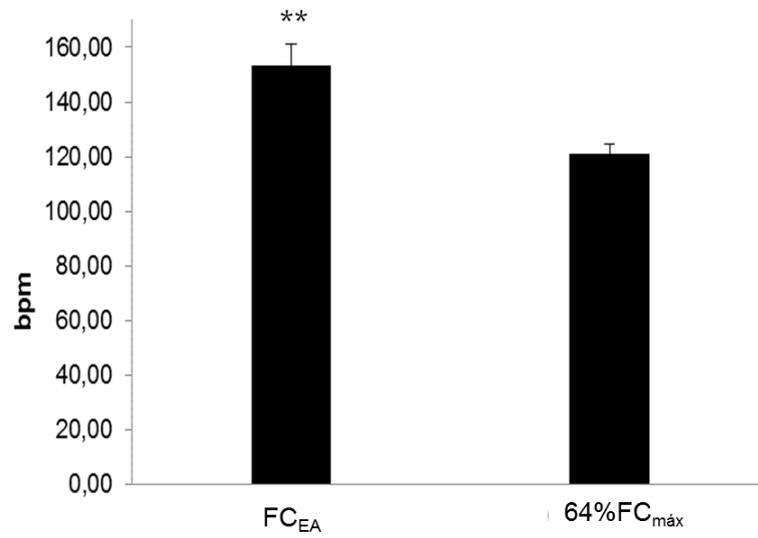
**FIGURA 5** Comparação da média do consumo de oxigênio das duas sessões de exercícios de força (VO<sub>2EF</sub>) com a recomendação para o treinamento aeróbio (46% VO<sub>2máx</sub>) dos voluntários. \*\*p < 0,01.

Na comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios aeróbios (FCEA) com a FCLV não houve diferença significativa (Figura 6). A FCEA foi maior que 64% FC<sub>máx</sub> (Figura 7).

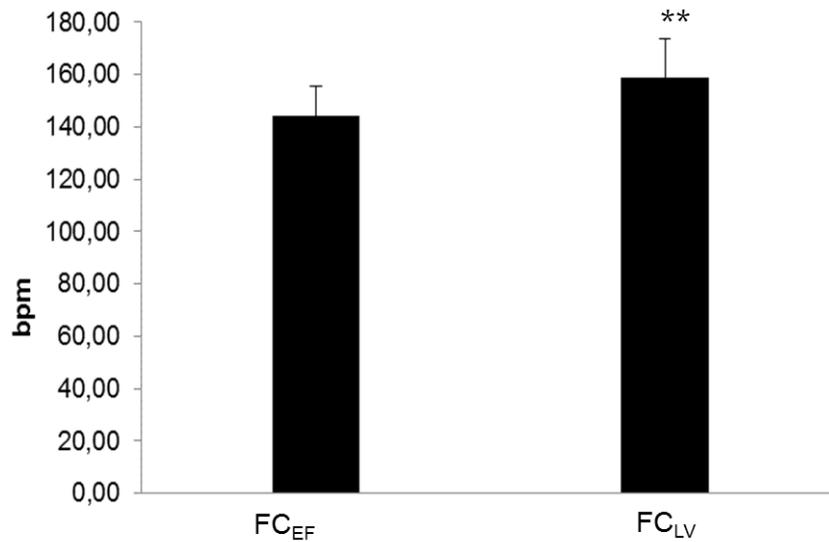
A frequência cardíaca média das duas sessões de exercícios de força (FCEF) foi menor que a FCLV (Figura 8) e maior que 64% FC<sub>max</sub> (Figura 9).



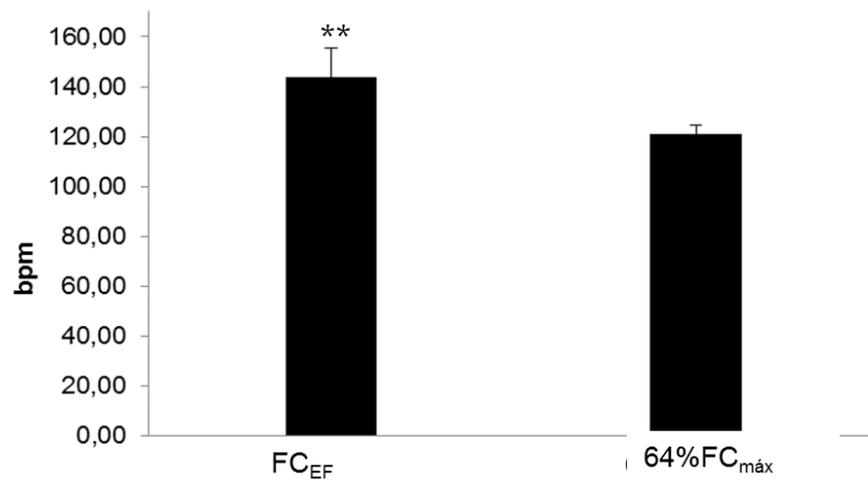
**FIGURA 6** Comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios aeróbios ( $FC_{EA}$ ) com a frequência cardíaca do limiar ventilatório dos voluntários ( $FC_{LV}$ ).



**FIGURA 7** Comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios aeróbios ( $FC_{EA}$ ) com a recomendação para o treinamento aeróbio ( $64\% FC_{máx}$ ). \*\* $p < 0,01$ .



**FIGURA 8** Comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios de força ( $FC_{EF}$ ) com a frequência cardíaca do limiar ventilatório dos voluntários ( $FC_{LV}$ ). \*\* $p < 0,01$ .



**FIGURA 9** Comparação da média da frequência cardíaca das duas sessões de exercícios de força ( $FC_{EF}$ ) com a recomendação para o treinamento aeróbio ( $64\% FC_{max}$ ). \*\* $p < 0,01$ .

## 6 DISCUSSÃO

Os voluntários deste estudo eram homens jovens que praticavam exercícios aeróbio e de força há pelo menos um ano. Rhea (2004) considera indivíduos com menos de um ano de treinamento de força como não treinados, de um a cinco anos como treinados recreacionalmente e mais de cinco anos como altamente treinados, de modo que os voluntários deste estudo podem ser classificados como treinados em nível recreacional.

Crisp et al. (2013) avaliaram jogadores de basquetebol e futebol, idade entre 18 e 23 anos, e encontraram, nos atletas de basquetebol valores médios de  $VO_{2max}$  de 50,0 ml/kg/min, ou seja, inferiores aos voluntários deste estudo, mas  $VO_{2LV}$  de 35,9 ml/kg/min, próximos ao deste estudo, e os atletas de futebol tiveram  $VO_{2max}$  de 58,3 ml/kg/min, ou seja, semelhantes aos voluntários deste estudo, mas  $VO_{2LV}$  de 41,3 ml/kg/min, superiores aos deste estudo. Estas diferenças podem ser explicadas devido a Crisp et al. (2013) terem avaliado atletas, que apresentaram valores do  $VO_{2LV}$  proporcionalmente altos em relação ao  $VO_{2max}$ , mas estes dados reforçam que os voluntários deste estudo eram indivíduos treinados.

De acordo com Souza et al. (2013), testes de 1RM utilizando exercícios livres, que são realizados com barras e anilhas, podem ser utilizados em academias de ginástica e clubes que tenham estes materiais, sendo que neste estudo os testes de 1RM foram no supino, agachamento e rosca direta com barra, de modo que os resultados encontrados podem ser reproduzidos em outros locais que possam ter estes materiais que são de fácil acesso.

Os valores do consumo de oxigênio pré-exercício não foram diferentes nas sessões de exercícios nos EA-EF e EF-EA, indicando que os 35 minutos de recuperação (15 minutos após o exercício com as medidas cardiopulmonares e 20 minutos de intervalo) foram suficientes para que os voluntários estivessem nas mesmas condições antes de cada sessão.

Durante a realização dos exercícios, o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca não apresentaram diferenças significativas nos exercícios aeróbios nos EA-EF e EF-EA, assim como nos exercícios de força nos EA-EF e EF-EA, indicando que a sessão de exercício inicial não influenciou nas respostas agudas das sessões posteriores, demonstrando que o intervalo entre o término

de exercício de uma sessão e o início de outra, cerca de 40 minutos (15 das medidas cardiopulmonares na recuperação, 20 de intervalo e 5 das medidas pré exercício) foi suficiente para recuperação dos voluntários.

O consumo de oxigênio foi muito superior nos exercícios aeróbios que nos exercícios de força, apontando que a sobrecarga aeróbia na corrida na intensidade do primeiro limiar ventilatório foi muito maior que os exercícios de força a 70% 1RM. Por outro lado, não houve diferença na frequência cardíaca entre os exercícios aeróbio e de força, o que indica que a resposta da frequência cardíaca é excessiva nos exercícios de força, o que está de acordo com outros estudos (WILMORE et al., 1978; HURLEY et al., 1984; SIMÕES et al., 2011; SINDORF et al., 2013).

O tempo do EPOC foi menor que 15 minutos em todos os voluntários em todas as sessões de exercícios. Nos exercícios aeróbios, esta rápida recuperação era esperada, pois espera-se que nos exercícios até o limiar anaeróbio a fase de débito de oxigênio dure poucos minutos (WASSERMAN et al., 1999).

Nos exercícios de força, Castinheiras Neto, Silva e Farinatti (2009) apontam que existe discordância na literatura da magnitude do EPOC após o treinamento de força, provavelmente devido às diferenças metodológicas entre os estudos. Os dados do presente estudo indicam que o EPOC teve curta duração, o que está de acordo com outros estudos (WILMORE et al., 1978; SIMÕES et al., 2011; SINDORF et al., 2013).

Nos exercícios aeróbios, a corrida na velocidade do primeiro limiar ventilatório apresentou valores de consumo de oxigênio e frequência cardíaca que não diferiram entre as duas sessões, mostrando que a carga de treinamento utilizada foi reprodutível. A média do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca nas sessões de exercícios aeróbios foram similares às obtidas no teste cardiopulmonar máximo, que utilizou um protocolo de degrau, com incrementos de carga a cada minuto, proposto por Tebexreni et al (2001), indicando que a velocidade, o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca do limiar ventilatório obtidos no teste cardiopulmonar, utilizando este protocolo, são reprodutíveis para o treinamento aeróbio contínuo de homens jovens treinados.

Os resultados da média do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca no LV foram muito superiores aos mínimos recomendados pelo *American College of Sports Medicine* (2011) para treinamento para aptidão cardiorrespiratória em adultos saudáveis, estes dados indicam que a velocidade do primeiro limiar ventilatório do teste cardiopulmonar máximo em esteira consiste em uma carga adequada para treinamento aeróbio contínuo para melhora aptidão cardiorrespiratória de homens jovens treinados, o que está de acordo com Barros Neto, Cesar e Tambeiro (1999), que consideram o limiar ventilatório não apenas um índice de classificação da aptidão cardiorrespiratória, mas também uma referência de intensidade para treinamento aeróbio.

Entretanto, além do treinamento em intensidade moderada, o *American College of Sports Medicine* (2011) também recomenda o treinamento vigoroso, ou a combinação de moderado e vigoroso, para treinamento para aptidão cardiorrespiratória em adultos saudáveis.

Cesar e Gonelli (2011) citam que o treinamento contínuo na intensidade do limiar ventilatório é adequado em determinadas situações para jogadores de futebol, como início de programas de treinamento ou para redução da massa corporal, mas maiores intensidades e treinamentos intermitentes devem ser utilizados para melhora do desempenho.

Nos exercícios de força, realizados com o número de repetições e intensidade adequada para treinamento de força em adultos saudáveis, os valores do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca não foram diferentes nas duas sessões de exercícios, indicando que a carga de 70% 1RM foi reproduzível na medida do  $VO_2$  e da FC durante a realização dos exercícios de força pelos homens jovens treinados.

A média do consumo de oxigênio nas sessões de exercícios de força foram inferiores ao mínimo preconizado para treinamento para aptidão cardiorrespiratória recomendada pelo *American College of Sports Medicine* (2011), e muito inferior ao LV. Estes dados indicam que os exercícios de força proporcionam pequena sobrecarga cardiorrespiratória em homens jovens treinados, sendo necessária a realização de exercícios aeróbios para melhora da aptidão cardiorrespiratória. A baixa sobrecarga aeróbia nos exercícios de

força encontra nesta pesquisa está de acordo com os estudos de Hurley et al. (1984), Botelho et al. (2003), Simões et al. (2011) e Sindorf et al. (2013).

A média da frequência cardíaca nas sessões de exercícios de força foi inferior ao LV, mas superiores ao mínimo recomendado para treinamento da aptidão cardiorrespiratória pelo *American College of Sports Medicine* (2011), o que deve ser atribuído a uma estimulação simpática excessiva nos exercícios de força (KRAEMER et al., 1987) e não à sobrecarga aeróbia. Estes resultados estão de acordo com outros estudos (WILMORE et al., 1978; HURLEY et al., 1984; SIMÕES et al., 2011; SINDORF et al., 2013) que observaram uma resposta da frequência cardíaca excessiva nos exercícios de força, e reforçam que a FC não é um indicador adequado da sobrecarga aeróbia nos exercícios de força.

Os resultados observados nos voluntários durante os exercícios de força indicam que treinamento de força visando hipertrofia muscular não proporciona sobrecarga aeróbia suficiente para treinamento da aptidão cardiorrespiratória, de modo que o treinamento aeróbio também deve ser realizado por homens jovens em programas de exercícios para melhora da aptidão física e saúde.

## 7 CONCLUSÕES

Os exercícios aeróbios apresentaram valores do  $VO_2$  muito superiores aos exercícios de força, mas não houve diferenças significativas na FC, indicando uma resposta excessiva da frequência cardíaca nos exercícios de força.

Nos exercícios aeróbios, a corrida na velocidade do primeiro limiar ventilatório apresentou valores do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca semelhantes aos obtidos ao LV do teste cardiopulmonar máximo, e os resultados foram muito superiores aos mínimos recomendados para treinamento para aptidão cardiorrespiratória, de modo que a velocidade do primeiro limiar ventilatório consiste em uma referência adequada para treinamento aeróbio contínuo para homens jovens treinados.

Nos exercícios de força, os valores de consumo de oxigênio foram inferiores ao mínimo preconizado para treinamento para aptidão cardiorrespiratória, e o consumo de oxigênio foi muito inferior ao LV, indicando que os exercícios de força realizados não proporcionaram sobrecarga aeróbia suficiente para melhora da aptidão cardiorrespiratória em homens treinados. Na FC os resultados foram inferiores ao LV, mas superiores ao mínimo recomendado para treinamento da aptidão cardiorrespiratória, apontando que a frequência cardíaca não é um indicador adequado para avaliar a sobrecarga aeróbia nos exercícios de força.

## REFERÊNCIAS

ADES, P. A.; BALLOR, D. L.; ASHIKAGA, T.; UTTON, J. L.; NAIR, K. S. Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. **Annals of Internal Medicine**. v.124, n.6, p.568-572, 1996.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.43, n.7, p.1334-1359, 2011.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. **Exercise testing and training of apparently health individuals. A handbook for physicians**. Dallas: American Heart Association, 1972.

BARROS NETO, T.L., CESAR, M.C.; TAMBEIRO, V.L. Avaliação da Aptidão Física Cardiorrespiratória. In GHORAYEB, N.; BARROS, T. **O Exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos**. São Paulo: Atheneu, p.15-24, 1999.

BARROS NETO, T.L., CESAR, M.C.; TEBEXRENI, A.S. Avaliação da Aptidão Física Cardiorrespiratória. In GHORAYEB, N.; BARROS, T. **O Exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos**. São Paulo: Atheneu, p.3-13, 1999.

BOMPA T.O. **Teoria e Metodologia do Treinamento**. 4. ed. São Paulo: Forte, 2002.

BOTELHO, P.A., CESAR, M.C., ASSIS, M.R., PAVANELLI, C., MONTESANO, F.T., BARROS, T.L. Comparação das variáveis metabólicas e hemodinâmicas entre exercícios resistidos e aeróbios, realizados em membros superiores. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.8, n.2, p.35-40, 2003.

BROWN, L.E; WEIR, J.P. ASEP Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology**, v.4, n.3, p.01-21, 2001.

CAUZA, E.; HANUSCH-ENSERER, U.; STRASSER, B.; LUDVIK, B.; METZ-SCHIMMERL, S.; PACINI, G.; WAGNER, O.; GEORG, P.; PRAGER, R.; KOSTNER, K.; DUNKY, A.; HABER, P. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.86, n.8, p.1527-33, 2005.

CASTINHEIRAS NETO, A.G.; SILVA, N.L.; FARINATTI, P.T.V. Influência das variáveis do treinamento contra-resistência sobre o consumo de oxigênio em

excesso após o exercício: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.15, n. 1, p. 70-78, 2009.

CESAR, M.C.; BORIN, J.P.; GONELLI, P.R.G.; SIMÕES, R.A. ; SOUZA, T.M.F.; MONTEBELO, M.I.L. The effect of local muscle endurance training on cardiorespiratory capacity in young women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.6, p.1637-1643, 2009.

CESAR, M.C.; GONELLI, P.R.G. Avaliação cardiorrespiratória de jogadores de futebol. In FREITAS, T.G.P. (ORG.). **A Ciência da Grande Área: Futebol e Conhecimento Interdisciplinar**. Uberaba: TecnoSports, p.175-185, 2011.

CESAR, M.C.; GONELLI, P.R.G.; SEBER, S.; PELLEGRINOTTI, I.L.; MONTEBELO, M.I.L. Comparison of physiological responses to treadmill walking and running in young men. **Gazzetta Medica Italiana Archivio Per Le Scienze Mediche**, v.166, n.5, p.163-167, 2007.

CESAR, M.C, PARDINI, D.P., BARROS, T.L. Efeitos do exercício de longa duração no ciclo menstrual, densidade óssea e potência aeróbia de corredoras. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.9, n.2, p.7-13, 2001.

CESAR, M.C.; SINDORF, M.A.G.; SILVA, L.A.; P.R.G.; PELLEGRINOTTI, I. L.; VERLENGIA, R.; MONTEBELO, M.I.L.; MANCHADO-GOBATTO, F.B. Comparison of the acute cardiopulmonary responses of trained young men walking or running the same distance at different speeds on a treadmill. **Journal of Exercise Physiology Online**, v.16, N.4, p.84-91, 2013a.

CESAR, M.C.; SINDORF, M.A.G ; SIMÕES, R.A.; GONELLI, P.R.G.; MONTEBELO, M.I.L.; PELLEGRINOTTI, I.L. Comparação do gasto energético de mulheres durante o treinamento de força máxima e de resistência muscular localizada. **Motricidade (Santa Maria da Feira)**, v.9, n.1, p.50-56, 2013b.

CHITARA, M.; CHAMARI, K.; CHAOUACHI, M.; CHAOUACHI, A., KOUBAA, D.; FEKI, Y.; MILLET, G.P.; AMRI, M. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. **British Journal of Sports Medicine**. v.39, n.8, p.555-60, 2005.

CRISP, A.H.; VERLENGIA, R.; SINDORF, M.A.G.; GERMANO, M.D.; CESAR, M.C.; LOPES, C.R. Time to exhaustion at VO<sub>2</sub> max velocity in basketball and soccer athletes. **Journal of Exercise Physiology**, v.16, n. 2, p.82-91, 2013.

DAVIS, J.A.; FRANK, H.M.; WHIPP, B.J.; WASSERMAN, K. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-age men. **Journal of Applied Physiology**, v.46, n.6, p.1039-1046, 1979.

DAVIS, J.A.; VODAK, P.; WILMORE, J.H.; VODAK, J.; KURTZ, P. Anaerobic threshold and maximal aerobic power for threes modes of exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.41, n.4, p.544-550, 1976.

DAVIS, J.N.; TUNG, A.; CHAK, S.S.; VENTURA, E.E.; BYRD-WILLIAMS, C.E.; ALEXANDER, K.E.; WEIGENBERG, M.J.; SPRUIJT-METZ, D.; GORAN, M.I. Aerobic and strength training reduces adiposity in overweight Latina adolescents. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.41, n.7, p.1494-1503, 2009.

DOLEZAL, B.A.; POTTEIGER, J.A. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. **Journal of Applied Physiology**. v.85; n.2; p.695-700, 1998.

FARINATTI, P.T., CASTINHEIRAS NETO, A.G. The effect of between-set rest intervals on the oxygen uptake during and after resistance exercise sessions performed with large-and small-muscle mass. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.11, p3181-3190, 2011.

FERRARA, C.M.; McCRONE, S.H.; BRENDLE, D.; RYAN, A.S.; GOLDEBERG, A.P. Metabolic effects of the addition of resistive to aerobic exercise in older men. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. v.14, p.73-80, 2004.

FOSS, M.L.; KETEYIAN, S.J. **Fox - Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2000.

GAESSER, G.A; BROOKS, G.A. Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 16, n. 1, p. 29-43, 1984.

GASKILL, S.E.; WALKER, A.J.; SERASS, R.A.; BOUCHARD, C.; GAGNON, J.; RAO, D.C.; SKINNER, J.S.; WILMORE, J.H.; LEON, A.S. Changes in ventilatory threshold with exercise training in a sedentary population: the Heritage Family Study. **International Journal of Sports Medicine**. v. 22, p.586-592, 2001.

GLOWACKI, S.P.; MARTIN, S.E.; MAURER, A.; BAEK, W.; GREEN, J.S.; CROUSE, S.F. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise outcomes in men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.36, n.12, p.2119-27, 2004.

GONELLI, P.R.G.; FILHO, E.G.; CARRARO, R.; MONTEBELO, M.I.L.; CESAR, M.C. Comparison of cardiopulmonary responses to treadmill walking and running at the same speed in young women. **Journal of Exercise Physiology online**, v.14, n.3, p.53-59, 2011.

GONELLI, P.R.G.; PEDROSO, M.A.B.; SIMÕES, R.A.; SOUZA, T.M.F.; DALLEMOLE, C.; MONTEBELO, M.I.L.; BORIN, J.P.; CESAR, M.C. Respostas cardiopulmonares de mulheres jovens ao exercício máximo em esteira. **Saúde em Revista**, v.8, n.20, p.31-36, 2006.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

HANSEN G.;BLANCHARD C.; RODGERS W.; BELL G. Efficacy of prescribing endurance training intensity using the ventilatory equivalents for oxygen and carbon dioxide in untrained men and women. **Research in Sports Medicine**, v.11, p.23-32, 2003.

HICKSON, R.C.; DVORAK, B.A.; GOROSTIAGA, E.M.; KUROWSKI, T.T.; FOSTER C. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. **Journal of Applied Physiology**. v.65, n.5, p. 2285-2290, 1988.

HOFF, J.; HELGERUD, J.; WISLOFF, U. Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, n.6, p.870-877, 1999.

HUGHSON R.L. Oxygen uptake kinetics: historical prospective and future directions. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 34, p. 840-850, 2009.

HUNTER, G.R; SEELHORST, D; SNYNDER, S. Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.17, n.1, p.76-81, 2003.

HURLEY, B.F.; SEALS, D.R.; EHSANI, A.A.; CARTIER, L.-J.; DALSY, G.P.; HAGBERG, J.M.; HOLLOSZY, J.O. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.16, n.5, p.483-488, 1984.

KARABULUT, M; ABE, T; SATO, Y; BEMBEN, M. Overview of neuromuscular adaptations of skeletal muscle to KAATSU Training. **International Journal of KAATSU Training Research**, v.3, p.1-9, 2007.

KARAVIRTA L., TULPPO M.P., LAAKSONEN D.E., NYMAN K., LAUKKINEN R.T., KINNUNEN H. et al. Heart rate dynamics after combined endurance and strength training in older men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 7, p. 192-201, 2012.

KOHN, T.A.; ESSÉN-GUSTAVSSON, B.; MYBURGH, K.H. Specific muscle adaptations in type II fibers after high-intensity interval training of well-trained runners. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.21, n.6, p.765-772, 2011.

KRAEMER W.J.; NOBLE, B.J.; CLARK, M.J.; CULVER, B.W. Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. **International Journal of Sports Medicine**, v.8, n.4, p.247-52, 1987.

KRAEMER, W.J.; PATTON, J.F.; GORDON, S.E.; HARMAN, E.A.; DESCHENES, M.R.; REYNOLDS, K.; NEWTON, R.U.; TRIPLETT, N.T.; DZIADOS, J.E. Compatibility of high-intensity strength and endurance training

on hormonal and skeletal muscle adaptations. **Journal of Applied Physiology**, v.78, n.3, p. 976-89, 1995.

LEVERIT, M.; ABERNETHY, P.J.; BARRY, B.; LOGAN, P.A. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.17, n.3, p.503-508, 2003.

LIMA C.; BOULLOSA, D.; FROLLINI, A.B. ; DONATTO, F.F. ; LEITE, R.D. ; GONELLI, P.R.G.; MONTEBELO, M.I.L.; PRESTES, J.; CESAR, M.C. Linear and daily undulating resistance training periodizations have differential beneficial effects in young sedentary women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n.9, p.723-727, 2012.

MARCINIK, E.J.; POTTS, J.; SCHLABACH, G.; WILL, S.; DAWSON, P.; HURLEY, B.F. Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.23, n.6, p.739-43, 1991.

McCARTHY, J. P.; AGRE, J.C.; GRAF, B.K.; POZNIAK, M.A.; VAILAS, A.C. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.27, n. 3, p.429-33, 1995.

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

MEYER, T.; LUCÍA, A.; EARNEST, C.P.; KINDERMANN W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription form submaximal gas exchange parameters – theory and application. **International Journal of Sports Medicine**, v.26, Suppl.1, p.S38-S48, 2005.

MIDDLETON N., DE VITO G. Cardiovascular autonomic control in endurance-trained and sedentary young woman. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 34, p.840-850, 2005.

MORROW Jr., J.R.; JACKSON, A.W.; DISCH, J.G.; MOOD, D.P. **Medida e avaliação do desempenho humano**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

PELLEGRINOTTI, I.L; CESAR, M.C. Educação física e saúde no século XXI: conhecimento e compromisso social. In: MOREIRA, W.W; NISTA- PICCOLO, V.L (Orgs). **Educação física e esporte no século XXI**. Campinas: Papirus, p.363-380, 2016.

PHILLIPS, W.T; ZIURAITIS, J.R. Energy cost of the ACSM single-set resistance training protocol. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.17, n.2, p.350-355, 2003.

PHILLIPS, W.T; ZIURAITIS, J.R. Energy cost of single-set resistance training in order adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.3, p.606-609, 2004.

POOLE, D.C., GAESSER, G.A. Response of ventilatory and lactate thresholds to continuous and interval training. **Journal of Applied Physiology**, v.58, n.4, p.1115-1121, 1985.

RAVAGNANI, C.F.C.; MELO, F.C.L.; RAVAGNANI, F.C.P.; BURINI, F.H.P.; BURINI, R.C. Estimativa do equivalente metabólico (MET) de um protocolo de exercícios físicos baseada na calorimetria indireta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.19, n.2, p.134-138, 2013.

RHEA, M.R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.4, p.918-920, 2004.

SANTA-CLARA, H.; FERNHALL, B.O.; MENDES, M.; SARDINHA, L.B. Effect of a 1 year combined aerobic- and weight-training exercise programme on aerobic capacity and ventilatory threshold in patients suffering from coronary artery disease. **European Journal of Applied Physiology**. v.87, n.6, p. 568-575, 2002.

SAUER D.; PERES J.A.; CARLETTI L.; MONTEIRO D.W. Efeito de três periodizações do treinamento aeróbio sobre o limiar ventilatório. **Revista Brasileira de Ciência do Esporte**. v. 36, n. 3, p. 663-670, 2014.

SIMÕES, R.A.; GONELLI, P.R.G.; CELANTE, GS; SINDORF, M.A.G.; SOUZA, T.M.F.; MONTEBELO, M.I.L.; BORIN, J.P.; CESAR, M.C. Comparison of acute cardiorespiratory responses in women engaged in local muscle endurance vs. high load strength training. **Journal of Exercise Physiology Online**, v.14, n.4, p.106-119, 2011.

SIMÕES, R.A. ; SALLES, G.S.L.M.; GONELLI, P.R. G.; LEITE, G.; DIAS, R.; CAVAGLIERI, C.R. ; PELLEGRINOTTI, I.L.; BORIN, J.P.; VERLENGIA, R.; ALVES, S.C.C.; CESAR, M.C. Efeitos do treinamento neuromuscular na aptidão cardiorrespiratória e composição corporal de atletas de voleibol do sexo feminino. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.15, n.4, p.295-298, 2009.

SINDORF, M.A.G.; CELANTE, GS; MONTEBELO, M.I.L.; BORIN, J.P.; GONELLI, P.R.G.; SIMÕES, R.A.; SOUZA, T.M.F.; CESAR, M.C. Respostas cardiopulmonares agudas de mulheres no treinamento de força. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.19, n.31, p.12-15, 2013.

SINDORF, M.A.G.; SILVA, L.A.; GONELLI, P.R.G.; MANCHADO-GOBATTO, F.B.; PELLEGRINOTTI, I.L.; VERLENGIA, R.; MONTEBELO, M.I.L.; CESAR, M.C. Comparação do gasto energético ao caminhar e correr a mesma distância. **Saúde em Revista**, v.12, n.31, p.7-14, 2012.

SOUZA T.M.F.; SINDORF, M.A.G.; GONELLI, P.R.G.; SIMÕES, R.A.; MONTEBELO, M.I.L.; CESAR, M.C. Carga para aplicação de testes de 1-RM em exercícios de membros superiores, em mulheres jovens treinadas e não treinadas. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 35, n.3, p. 575-586, 2013.

SOUZA, T.M.F.; CESAR, M.C.; BORIN, J.P.; GONELLI, P.R.G.; SIMÕES, R.A.; MONTEBELO, M.I.L. Efeitos do treinamento de resistência de força com alto número de repetições no consumo máximo de oxigênio e limiar ventilatório de mulheres. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.14, n.6, p.513-517, 2008.

TANAKA, H.; SWENSEN, T. Impact of training on endurance performance. A new form of cross-training? **Sports Medicine**, v.25, n.3, p.191-200, 1998.

TEBEXRENI, A.S.; LIMA, E.V.; TAMBEIRO, V.L. BARROS NETO, T.L. Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações “versus” protocolo de rampa. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v.11, n.3, p.519-28, 2001.

VECHIN F.C.; LIBARDI, C.A.; CONCEIÇÃO, M.S.; DAMOS, F.R.; LIXANDRÃO, M.E.; BERTON, R.P.; TRICOLI, V.A.; ROSCHEL, H.A.; CAVAGLIERI, C.R.; CHACON-MIKAHIL, M.P.; UGRINOWITSCH, C. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n. 4, p. 1071-1076, 2015.

VERLENGIA, R.; CARDOSO, L.C.; ARAUJO, G.G.; GONELLI, P.R.G.; REIS, I.G.M.; GOBATTO, C.A.; MONTEBELO, M.I.L.; NEWSHOLME, P.; CESAR, M.C. Effect of walking and running on the cardiorespiratory system, muscle injury, and the antioxidant system after 30 min at the walk-run transition speed. **Journal of Exercise Physiology Online**, v.15, n.5, p.40-48, 2012.

WASSERMAN, K.; HANSEN, J.E., SUE, D.Y., CASABURI, R.; WHIPP, B.J. **Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Application**. 3. ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.

WASSERMAN, K.; Mc ILROY, M.B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **American Journal of Cardiology**. v. 14, p. 844-852, 1964.

WILMORE, J.H.; PARR, R.B.; WARD, P.; VODAK, P.A.; BARSTOW, T.J.; PIPES, T.V.; GRIMDITCH, G.; LESLIE, P. Energy cost of circuit weight training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 10, n. 2, p. 75-78, 1978.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. 2º ed. São Paulo: Manole, 2001.

## ANEXO

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UNIMEP.

 <b>UNIMEP</b> Universidade Metodista de Piracicaba	<b>Comitê de Ética em Pesquisa</b> <b>CEP-UNIMEP</b>
<i>Certificado</i>	
<p>Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado “<b>Comparação das respostas cardiopulmonares de indivíduos jovens não treinados, treinados e atletas</b>”, sob o protocolo <b>nº 55/2014</b>, do pesquisador <b>Prof. Marcelo de Castro Cesar</b> esta de acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 12/12/2012, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.</p>	
<p>We certify that the research project with title <b>Comparison of cardiopulmonary responses in young untrained and trained individuals and athletes</b>”, protocol <b>nº 55/2014</b>, by Researcher <b>Prof. Marcelo de Castro Cesar</b> is in agreement with the Resolution 466/12 from Conselho Nacional de Saúde/MS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba – UNIMEP.</p>	
Piracicaba, 26 de agosto de 2014	
 Profa. Dra. Daniela Faleiros Bertelli Merino Coordenadora CEP - UNIMEP	