

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO  
MOVIMENTO HUMANO**

Análise das respostas cardiopulmonares agudas de homens não treinados  
e atletas de *endurance*, em exercícios aeróbio e de força

Pamela Roberta Gomes Gonelli

2017

TESE DE DOUTORADO

PAMELA ROBERTA GOMES GONELLI

**ANÁLISE DAS RESPOSTAS  
CARDIOPULMONARES AGUDAS DE  
HOMENS NÃO TREINADOS E ATLETAS DE  
*ENDURANCE*, EM EXERCÍCIOS AERÓBIO E  
DE FORÇA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, da Universidade Metodista de Piracicaba, para obtenção do Título de Doutora em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar

PIRACICABA  
2017

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

G638a	<p>Gonelli, Pamela Roberta Gomes</p> <p>Análise das respostas cardiopulmonares agudas de homens não treinados e atletas de endurance, em exercícios aeróbio e de força / Pamela Roberta Gomes Gonelli. – 2017. 77 f. : il. ; 30 cm</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar Tese (doutorado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Ciências do Movimento Humano, Piracicaba, 2017.</p> <p>1. Força Muscular. 2. Aptidão Física. 3. Desempenho Esportivo. I. Cesar, Marcelo de Castro. II. Título.</p> <p>CDU – 796.015</p>
-------	--

## DEDICATÓRIA

A Deus, por iluminar meus passos e ser meu guia em busca dos meus objetivos. A todos que estiveram do meu lado me apoiando e criticando para meu próprio amadurecimento e crescimento. A todos que contribuíram para meu conhecimento. Aos meus amigos pela compreensão durante estes anos, e por fim a minha família em especial meus pais José Luiz de Massarani Gonelli e Elisabete Gomes Gonelli, responsáveis por tudo que sou e serei.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que participaram direta e indiretamente da minha trajetória, cada indivíduo que cruzou o meu caminho certamente contribuiu para o meu crescimento de maneira significativa:

A **DEUS**, o grande responsável pelo meu abrir de olhos todos os dias.

A todos os **VOLUNTÁRIOS** do meu projeto, que fizeram a pesquisa possível.

A todos os **PROFESSORES de graduação** da Universidade Metodista de Piracicaba pelos conhecimentos passados.

A todos os **PROFESSORES de Mestrado e Doutorado** pela paciência e cobrança que certamente me fizeram amadurecer e crescer dentro da área.

A **coordenação do Curso de Educação Física** pela confiança e abertura para realização de trabalhos juntamente com os alunos de graduação.

A **Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP**, por conceder bolsa de estudo durante o processo de doutorado.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. **Maria Imaculada de Lima Montebello** por toda ajuda e compreensão na parte estatística.

A todos os **PROFESSORES** que trabalho juntamente na UNIMEP, os quais me ensinam todo dia, em especial, a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. **Eline Porto**, por me orientar em muitas ocasiões, e a Prof<sup>a</sup> Ms. **Luciana Prezotto Bróglia** e Prof. Dr. **Sergio Borin**, por estar junto comigo durante o processo de doutorado e o Prof. Dr. **Idico Luiz Pellegrinotti** por todos os conhecimentos e inspiração.

Aos professores que tenho uma admiração especial, os quais tem grande parcela por eu ter me tornado docente, Prof. Dr. **João Paulo Borin** e Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. **Ida Carneiro Martins**.

Aos professores da banca que contribuíram de maneira significativa com meu trabalho, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> **Fúlvia de Barros Manchado Gobatto**, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> **Rozangela Verlengia**, Prof. Dr. **Thiago Mattos Frota de Souza**, Prof. Dr. **Charles Ricardo Lopes**.

A todos os **Alunos de Graduação** que confiaram no meu trabalho e participaram de todos esses anos, certamente a parte fundamental para meu aperfeiçoamento. A todos os meus **AMIGOS DE GRADUAÇÃO, MESTRADO E DOUTORADO**, por tantas experiências trocadas e conhecimentos compartilhados, em especial **ao sexteto inesquecível**.

A todos meus **AMIGOS DO LABORATÓRIO DA UNIMEP**, que me proporcionaram momentos muito especiais vividos dentro da Universidade.

Aos meus alunos de Iniciação Científica por colaborar diretamente neste projeto especialmente aos alunos **Maycon Regazzo Mello e Joel Edmundo Sobral Júnior**, os quais foram peça fundamental para finalização deste projeto.

A todas as minhas **AMIGAS**, que me ajudaram nos momentos mais complicados desta trajetória, em especial as meninas do time de futsal de Tietê que fiz parte, ao time de futsal feminino da UNIMEP e as amigas, Caroline Harada Okuda, Valéria Gomes e Helena Macchi, e especialmente a Michelle Bomtorin Costa.

A minha **FAMÍLIA** base de tudo, por tudo.

Em especial:

Aos meus queridos e adoráveis **PAIS** (José Luiz de Massarani Gonelli e Elisabete Gomes Gonelli) que eu Amo tanto, simplesmente por existirem e serem os meus Pais.

Ao **PROF. DR. MARCELO DE CASTRO CESAR**, por ser uma das pessoas mais geniais e compreensivas que já conheci, pela confiança no meu trabalho, por todos os conhecimentos e ensinamentos, pela paciência em todos os momentos e

pela grandiosa dedicação com tudo e todos, certamente um dos maiores responsáveis por esta etapa da minha vida.

## EPÍGRAFE

“Lute com determinação, abrace a vida com paixão, perca com classe e vença com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito bela para ser insignificante.”

Charles Chaplin

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Tabela 1.</b> Média e erro-padrão dos dados do teste cardiopulmonar dos grupos de homens não treinados e atletas de <i>endurance</i> .....	44
<b>Tabela 2.</b> Média e erro-padrão dos dados do teste de 1RM dos grupos de homens não treinados e atletas de <i>endurance</i> .....	45
<b>Tabela 3.</b> Média e erro-padrão das variáveis cardiopulmonares intragrupo do grupo de homens não treinados nos exercícios submáximos, aeróbio e força ...	46
<b>Tabela 4.</b> Média e erro-padrão das variáveis cardiopulmonares intragrupo do grupo de atletas de <i>endurance</i> nos exercícios submáximos, aeróbio e força.....	47
<b>Quadro 1.</b> Síntese das adaptações dos exercícios aeróbios e de força.....	36

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Desenho Experimental.....39
- Figura 2.** Análise do consumo de oxigênio relativo e absoluto, da produção de dióxido de carbono e da Ventilação pulmonar dos exercícios aeróbios e de força entre os grupos de homens não treinados e atletas de *endurance* ..... 49
- Figura 3.** Análise da razão das trocas gasosas, da frequência cardíaca, dos equivalentes ventilatórios para o oxigênio e dióxido de carbono e do pulso de oxigênio, dos exercícios aeróbios e de força entre os grupos de homens não treinados e atletas de *endurance* .....49
- Figura 4.** Valores do consumo de oxigênio do limiar ventilatório, de  $46\% \dot{V}O_{2max}$ , comparado com o consumo de oxigênio do exercício submáximo aeróbio e com o consumo de oxigênio do exercício submáximo de força no grupo de homens não treinados.....50
- Figura 5.** Valores do consumo de oxigênio do limiar ventilatório de  $46\% \dot{V}O_{2max}$ , comparado com o consumo de oxigênio do exercício submáximo aeróbio e com o consumo de oxigênio do exercício submáximo de força no grupo de atletas de *endurance*.....50
- Figura 6.** Valores da frequência cardíaca do limiar ventilatório, de  $64\%FC_{max}$ , comparado com a FC do exercício submáximo aeróbio e com a FC do exercício submáximo de força, no grupo de homens não treinados .....51
- Figura 7.** Valores da frequência cardíaca do limiar ventilatório, de  $64\%FC_{max}$ , comparado com a FC do exercício submáximo aeróbio, e com a FC do exercício submáximo de força, no grupo de atletas de *endurance*.....51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GHNT	Grupo de homens não treinados.
GHAE	Grupo de homens de atletas de <i>endurance</i> .
TCP	Teste cardiopulmonar máximo.
1RM	Teste de uma repetição máxima.
ESA	Exercício submáximo aeróbio.
ESF	Exercício submáximo de força.
$\dot{V}O_2$	Consumo de oxigênio.
$\dot{V}CO_2$	Produção de dióxido de carbono.
$\dot{V}E$	Ventilação pulmonar.
R	Razão das trocas gasosas.
$\dot{V}EO_2$	Equivalente ventilatório para o oxigênio.
$\dot{V}ECO_2$	Equivalente ventilatório para o dióxido de carbono
FC	Frequência cardíaca.
PulsO <sub>2</sub>	Pulso de oxigênio.
$\dot{V}O_{2max}$	Consumo máximo de oxigênio.
$\dot{V}O_{2LV}$	Consumo de oxigênio do limiar ventilatório.
FCLV	Frequência cardíaca do limiar ventilatório.
VelLV	Velocidade do limiar ventilatório.
FC <sub>max</sub>	Frequência cardíaca máxima.
mL/kg/min	Mililitros por quilograma por minuto.
L/min	Litros por minuto.
bpm	Batimentos por minuto.
%	Percentual.
Km/h	Quilômetros por hora.
kg	Quilograma.
kg/MC	Quilograma/ massa corporal.
mL/bat	Mililitros por batimento.
ESAGHNT	Exercício submáximo aeróbio no grupo de homens não treinados.
ESAGHAE	Exercício submáximo aeróbio no grupo de homens atletas de <i>endurance</i> .

- ESFGHNT Exercício submáximo de força no grupo de homens não treinados.
- ESFGHAE Exercício submáximo de força no grupo de homens atletas de *endurance*.
- $\dot{V}O_2$ ESA Consumo de oxigênio no exercício submáximo aeróbio.
- $\dot{V}O_2$ ESF Consumo de oxigênio no exercício submáximo de força.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar as respostas agudas de homens não treinados e atletas de *endurance*, submetidos a testes cardiopulmonares máximos e exercícios submáximos. Participaram 29 voluntários, agrupados em: 12 homens não treinados (GHNT), idade de  $23,08 \pm 0,98$  anos, e 17 homens atletas de *endurance* (GHAE), idade de  $24,53 \pm 0,69$  anos. Os voluntários realizaram: teste cardiopulmonar máximo (TCP) em esteira e de uma repetição máxima (1RM) nos exercícios supino reto, agachamento livre e rosca direta com barra W; exercício submáximo aeróbio (ESA) na velocidade do limiar ventilatório durante 20 minutos; exercícios submáximos de força (ESF) nos mesmos exercícios dos testes de 1RM, quatro séries de oito a 12 repetições, a primeira, com carga de 30% 1RM, seguido por três séries a 70% 1RM. Foram analisadas as variáveis cardiopulmonares: consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ), produção de dióxido de carbono ( $\dot{V}CO_2$ ), ventilação pulmonar ( $\dot{V}E$ ), razão das trocas gasosas (R), equivalente ventilatório para o oxigênio ( $\dot{V}EO_2$ ), equivalente ventilatório para o dióxido de carbono ( $\dot{V}ECO_2$ ) frequência cardíaca (FC) e pulso de oxigênio (PulsO<sub>2</sub>). Na análise estatística foram realizados os testes, *Shapiro-Wilk* e o teste *t de Student* para amostras dependentes e independentes. Nos testes de 1RM não ocorreu diferenças significativas nas variáveis cardiopulmonares. Nos exercícios submáximos, na comparação intra-grupo (ESA-ESF) no GHNT e no GHAE foram encontrados maiores valores no ESA nas variáveis:  $\dot{V}O_2$  (mL/kg/min e L/min)  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$  e PulsO<sub>2</sub> que no ESF, e valores de R,  $\dot{V}EO_2$  e  $\dot{V}ECO_2$  maiores no ESF em relação ao ESA. A FC não apresentou diferença no GHNT e foi maior no ESA no GHAE. Na comparação entre os grupos no ESA foram observados maiores valores no GHAE nas variáveis:  $\dot{V}O_2$  (mL/kg/min e L/min),  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ , FC e PulsO<sub>2</sub> em relação ao GHNT. No ESF, o GHAE apresentou maiores valores de  $\dot{V}O_2$  (mL/kg/min e L/min) e PulsO<sub>2</sub> do que o GHNT. O GHNT no ESA o  $\dot{V}O_2$  não apresentou diferença significativa com o  $\dot{V}O_{2LV}$  e  $46\% \dot{V}O_{2max}$ , a FC não apresentou diferença significativa com a FCLV e foi maior que  $64\% FC_{max}$ , no ESF o  $\dot{V}O_2$  foi menor que  $\dot{V}O_{2LV}$  e que  $46\% \dot{V}O_{2max}$ , e a FC não apresentou diferença significativa com a FCLV e foi superior a  $64\% FC_{max}$ . O GHAE no ESA teve  $\dot{V}O_2$  menor que  $\dot{V}O_{2LV}$  e maior que  $46\% \dot{V}O_{2max}$ , e FC menor que a FCLV e maior do que o  $64\% FC_{max}$ , no ESF o  $\dot{V}O_2$  foi menor que  $\dot{V}O_{2LV}$  e  $46\% \dot{V}O_{2max}$ , e a FC foi menor que a FCLV, não apresentando diferença significativa com  $64\% FC_{max}$ . Conclui-se que em indivíduos com níveis de aptidão física distintas, não treinados e atletas de *endurance*, a demanda cardiopulmonar foi maior nos ESA em relação aos ESF, indicando que entre o mesmo tipo de exercício não teve diferença de resposta entre os grupos. O ESA atingiu os valores mínimos recomendados para melhora da aptidão cardiorrespiratória, por outro lado, o ESF não atingiu esses valores.

**Palavras-chave:** avaliação, consumo de oxigênio, força muscular.

### ABSTRACT

The aim of this study was to analyze acute responses of untrained men and endurance athletes, submitted to maximum cardiopulmonary tests and submaximal exercises. Participants were 29 volunteers, grouped into: 12 untrained men (UMG),  $23.08 \pm 0.98$  years of age, and 17 endurance athletes (EAG),  $24.53 \pm 0.69$  years of age. The volunteers were submitted to: maximal cardiopulmonary test (CPT) on treadmill and one maximum repetition test (1RM) in the exercises bench press, squat and barbell curl with W bar; aerobic submaximal exercises (ASE) at the speed of ventilatory threshold during 20 minutes; strength submaximal exercises (SSE) in the same exercises of the 1RM tests, four series between eighth and 12 repetition, the first one, with 30% load 1RM, following by three series in 70% 1RM. Cardiopulmonary variables were analysed: oxygen uptake ( $\dot{V}O_2$ ), carbon dioxide output ( $\dot{V}CO_2$ ), pulmonary ventilation ( $\dot{V}E$ ), respiratory exchange ratio (R), ventilatory equivalent for oxygen ( $\dot{V}EO_2$ ), ventilatory equivalent for carbon dioxide ( $\dot{V}ECO_2$ ) heart rate (HR) and oxygen pulse (PulsO<sub>2</sub>). In the statistical analysis was performed the tests, *Shapiro-Wilk* and *t de Student* for dependent and independent samples. According to the tests of 1RM, not occurred significant differences on cardiopulmonary variables. Regarding submaximal exercises, on comparison intragroup (ASE-SSE) in UMG and EAG were found higher values of ASE on variables:  $\dot{V}O_2$  (mL/kg/min e L/min)  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ , and PulsO<sub>2</sub> than SSE. Higher values of R,  $\dot{V}EO_2$  e  $\dot{V}ECO_2$  in SSE than in ASE. The HR had no difference in UMG and was higher in ESA in EAG. Comparing the two groups, ASE was observed higher values in EAG on variables:  $\dot{V}O_2$  (mL/kg/min e L/min),  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ ,  $\dot{V}ECO_2$ , HR e PulsO<sub>2</sub> with respect to UMG. SSE in EAG presented higher values of  $\dot{V}O_2$  (mL/kg/min e L/min) and PulsO<sub>2</sub> than UMG. UMG in ASE  $\dot{V}O_2$  has not presented significant difference of  $\dot{V}O_{2LV}$  and  $46\% \dot{V}O_{2max}$ , HR has not presented significant difference with HRVT and it was higher than  $64\% HR_{max}$ , SSE  $\dot{V}O_2$  was lower than  $\dot{V}O_{2LV}$  and  $46\% \dot{V}O_{2max}$ , HR has not presented significant difference with HRVT and it was superior than  $64\% HR_{max}$ . EAG in ASE had  $\dot{V}O_2$  lower than  $\dot{V}O_{2LV}$  and higher than  $46\% \dot{V}O_{2max}$ , and HR lower than HRVT and higher than  $64\% HR_{max}$ , SSE  $\dot{V}O_2$  was lower than  $\dot{V}O_{2LV}$  e  $46\% \dot{V}O_{2max}$ , and HR was lower than HRVT, not presenting significant differences to  $64\% HR_{max}$ . Conclude that in individuals with distinct physical conditions levels, untrained and endurance athletes, the cardiopulmonary demand was higher in ASE comparing to SSE, indicating that among the same sort of exercises there was no difference between the groups. The ESA reached the minimum recommended values to improve the cardiorespiratory fitness, on the other hand, the ESF did not reach these values.

**Keywords:** evaluation, oxygen consumption, muscle strength.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
3.1 FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO.....	19
3.2 AVALIAÇÃO FÍSICA.....	21
3.3 TESTE CARDIOPULMONAR.....	23
3.4 EXERCÍCIO AERÓBIO.....	28
3.5 EXERCÍCIO DE FORÇA MUSCULAR.....	29
3.6 RESPOSTAS AGUDAS DE EXERCÍCIOS NAS VARIÁVEIS CARDIOPULMONARES .....	32
<b>4 MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
4.1 CASUÍSTICA .....	37
4.2 DESCRIÇÃO DO ESTUDO.....	38
4.2.1 TESTE CARDIOPULMONAR MÁXIMO .....	39
4.2.2 TESTES 1 REPETIÇÃO MÁXIMA (1RM) .....	40
4.2.3 EXERCÍCIO SUBMÁXIMO AERÓBIO (ESA) .....	42
4.2.4 EXERCÍCIOS SUBMÁXIMOS DE FORÇA (ESF) .....	42
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	43
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>44</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>52</b>
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>77</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A prática de exercícios físicos vem aumentando nas últimas décadas, especialmente os exercícios aeróbios e de força, praticados por indivíduos que buscam iniciar uma vida ativa e também por atletas de diferentes modalidades, em decorrência deste fator o número de trabalhos científicos também cresce gradativamente para poder subsidiar os diferentes tipos de exercícios e principalmente as inúmeras possibilidades de manipulação de suas variáveis. Com esse cenário pode-se observar que muitos indivíduos tem consciência da importância da prática de exercício físico e dos procedimentos considerados fundamentais, como avaliação física, periodização e controle do treino.

A avaliação do condicionamento físico é um procedimento primordial, sendo objetivada para análise do desempenho atlético, para fins de saúde, ou para avaliar o condicionamento de indivíduos que realizam exercícios para qualidade de vida (MAUD; FOSTER, 2009), a mesma deve ser realizada sempre em períodos pré determinados, sendo que o primeiro deve ser antes de se iniciar a prática de exercícios (MARINS; GIANNICHI, 2003).

Este procedimento ocorre por meio de testes, sendo um destes o teste cardiopulmonar (TCP) que permitem a avaliação das trocas gasosas do sistema cardiorrespiratório (WASSERMAN *et al.*, 1999), podendo ser máximos ou submáximos.

Os principais ergômetros utilizados para a realização do teste citado são a esteira rolante e o cicloergômetro. Vários estudos, investigaram as respostas cardiopulmonares em testes máximos, realizados em esteira e/ou cicloergômetro em indivíduos não treinados (REBELO *et al.*, 2010; GONELLI *et al.*, 2006; INBAR *et al.*, 1994; PARKER *et al.*, 1989; DAVIS *et al.*, 1979) e atletas (BERRY *et al.*,

2016; CHWTA *et al.*, 2014; MUÑOZ *et al.*, 2014; CRISP *et al.*, 2013; KOUTLIANOS *et al.*, 2013; SULTANA *et al.*, 2012; KOHN; ESSÉN-GUSTAVSSON; MYBURGH, 2011; LOPRINZI *et al.*, 2011; CAIMI *et al.*, 2009; SIMÕES *et al.*, 2009; BALDARI *et al.*, 2007; ESTEVE- LANA O *et al.*, 2007; SEILER; HAUGEN; KUFFEL, 2007; SEILER; KJERLAND, 2006; ESTEVE *et al.*, 2005; CARVALHO *et al.*, 2000; SCHNEIDER; POLLACK, 1991).

A partir desses testes máximos, os principais índices da aptidão cardiorrespiratória, o consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2\max}$ ) e o limiar anaeróbio, podem ser determinados (BARROS NETO; CESAR; TAMBEIRO, 1999). Sendo que o primeiro é o maior consumo de oxigênio atingido por um indivíduo durante o exercício físico máximo (MORROW Jr. *et al.*, 2014; WILMORE; COSTILL, 2001). Este representa uma medida objetiva da potência aeróbia e é considerado o principal índice da aptidão cardiorrespiratória (CESAR; GONELLI, 2011; WILMORE; COSTILL, 2001).

A intensidade de esforço, ou o consumo de oxigênio, acima da qual a produção de lactato excede sua remoção, provocando hiperventilação, representa o primeiro limiar, sendo denominado limiar anaeróbio, quando analisado por meio de lactato e limiar ventilatório quando determinado exclusivamente pela ventilação pulmonar (BARROS; CESAR; TAMBEIRO, 1999). Por isso, esse indicador representa uma intensidade de esforço aeróbio, no qual o indivíduo pode sustentar a atividade por um longo período, utilizando como substrato energético principal os ácidos graxos (BARROS; CESAR; TAMBEIRO, 1999).

Quando a intensidade do exercício ultrapassa o limiar ventilatório, 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).

O limiar anaeróbio é utilizado para a prescrição de programa de exercícios aeróbios para indivíduos não treinados (FOSTER *et al.*, 2015; WOLPERN *et al.*, 2015) e para atletas (MUNOZ *et al.*, 2014; LOPRINZI *et al.*, 2011; BALDARI *et al.*, 2007; ESTEVE- LANA O *et al.*, 2007; SEILER; HAUGEN; KUFFEL, 2007; SEILER; KJERLAND, 2006; ESTEVE *et al.*, 2005).

A prática de exercícios com intensidade moderada consiste em uma estratégia interessante para proporcionar benefícios para saúde, com menores riscos de lesões e complicações cardiovasculares do que o exercício vigoroso (SWAIN; FRANKLIN, 2002).

Desta maneira, o *American College of Sports Medicine* (2011) recomenda a utilização de valores percentuais do  $\dot{V}O_{2max}$  e da frequência cardíaca máxima ( $FC_{max}$ ), para o desenvolvimento e manutenção da saúde, quando se trata de adultos jovens saudáveis, sendo os valores preconizados para o treinamento da aptidão cardiorrespiratória de intensidade pelo menos considerada moderada, que representa no mínimo 46% do  $\dot{V}O_{2max}$  e 64% da  $FC_{max}$ .

Para prescrição do treinamento de força é importante a determinação da carga máxima, por meio do teste de 1RM que é utilizado para indivíduos não treinados (SOUZA *et al.*, 2013; SHAW; SHAW; BROWN, 2011; THORNTON; ROSSI; MCMILLAN, 2011; SHAW; SHAW, 2009) e atletas (OOSTHUYSE *et al.*, 2017; HIDEBRAND *et al.*, 2016; KARAMPATOS *et al.*, 2016; LOTURCO *et al.*, 2016; MINA *et al.*, 2016; RAEDER *et al.*, 2016; WALLENTA *et al.*, 2016; FERNÁNDEZ; GONZÁLEZ; CAMPO-VECINO, 2015). E recomendados valores percentuais desses testes, sendo essa metodologia utilizada para prescrever

diferentes tipos de treinamento de força para indivíduos não treinados (SHAW; SHAW, 2009) e para atletas (RAEDER *et al.*, 2016), representando a intensidade do treinamento. Uma outra metodologia é a utilização da zona de RM.

Em relação aos exercícios de força, estudos com respostas agudas encontraram baixa sobrecarga cardiopulmonar para melhora da aptidão cardiorrespiratória (SINDORF *et al.*, 2013; SIMÕES *et al.*, 2011; BOTELHO *et al.*, 2003; HURLEY *et al.*, 1984), nos estudos encontrados na literatura, analisaram mulheres, homens treinados, porém não foram encontradas pesquisas comparando as respostas agudas entre homens não treinados e atletas com alta aptidão cardiorrespiratória durante os exercícios aeróbio e de força.

Os exercícios de força e aeróbio são muito praticados por indivíduos que não são treinados e iniciarão a prática de exercícios físicos bem como atletas de *endurance*, desta maneira é importante investigar como indivíduos com características distintas respondem agudamente a diferentes tipos de exercícios, visando a contribuir para melhor prescrição de treinamento físico.

Foi observado que durante protocolos de exercícios de força houve baixa sobrecarga cardiorrespiratória, em indivíduos treinados homens e mulheres, mas não foram investigados homens não treinados e atletas de *endurance*.

O estudo em questão tem como hipóteses que: a intensidade nos testes de 1RM proporcione sobrecarga cardiorrespiratória alta nos homens não treinados e atletas; homens não treinados consigam sobrecarga aeróbia suficiente para atingir os níveis recomendados para melhora da aptidão cardiorrespiratória nos exercícios de força, mas não os atletas de *endurance*; a intensidade do primeiro limiar ventilatório atinja valores recomendados para melhora da aptidão cardiorrespiratória, nos homens não treinados e atletas.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar as respostas cardiopulmonares agudas, em indivíduos não treinados e em atletas de *endurance*.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar as respostas cardiopulmonares agudas, em indivíduos não treinados e atletas de *endurance*, nos testes TCP e 1RM.
- Comparar as respostas cardiopulmonares agudas, em indivíduos não treinados e atletas de *endurance*, nos exercícios submáximos, aeróbio e força.
- Comparar as respostas agudas do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca dos exercícios submáximos, aeróbio e força, com os valores do primeiro limiar ventilatório.
- Comparar as respostas agudas do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca nos exercícios submáximos, aeróbio e força, com os valores mínimos de intensidade, recomendados pelo *American College of Sports Medicine*, no treinamento para aptidão cardiorrespiratória.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 FISILOGIA DO EXERCÍCIO

O exercício físico pode ser executado com predomínio aeróbio ou anaeróbia; em diferentes equipamentos, tais como esteira, bicicleta, aparelhos para treino resistido, ou seja, de várias formas; independente de qual seja essa maneira, o corpo está sujeito a diferentes ajustes fisiológicos, para isso se faz necessário o uso de energia, que é a capacidade que tem-se de realizar trabalho. A energia mecânica está presente no movimento humano sendo derivada da conversão dos alimentos em energia química, ou seja, a energia proveniente dos alimentos não é utilizada diretamente para realização de trabalho, e sim para síntese de um composto químico chamado trifosfato de adenosina (ATP), que é armazenado nas células (FOSS; KETEYIAN, 2000).

O ATP armazena e libera energia química durante a contração muscular, sendo ressintetizado continuamente por três processos, metabolismo anaeróbio alático ou sistema ATP-CP, metabolismo anaeróbio láctico e metabolismo aeróbio (GUYTON; HALL, 2017; McARDLE; KATCH; KATCH, 2011), ou seja, a restauração do trifosfato de adenosina pode ser tanto por reações aeróbias quanto por reações anaeróbias (GUYTON; HALL, 2017).

O ATP é um composto encontrado em pequena quantidade (suficiente para um exercício realizado em curto tempo), mas sua concentração não diminui tanto durante o exercício, pois o mesmo é recomposto precocemente pela energia liberada pela cisão de creatina fosfato (CP), sendo essencial durante a transição de uma baixa para uma alta demanda energética (BARROS; CESAR; TAMBEIRO, 1999; McARDLE ; KATCH; KATCH, 2011). A CP libera alta

quantidade de energia para ressíntese de ATP, sendo que sua quantidade na maioria das células musculares é muito maior que a quantidade de ATP; essas quantidades combinadas nas células recebem o nome de sistema energético do fosfagênio, liberando energia para exercícios com duração curta e alta intensidade (GUYTON; HALL, 2017).

No metabolismo anaeróbio láctico, a glicólise proporciona um ganho efetivo de dois ATP, formando duas moléculas de piruvato por molécula de glicose, ocorrendo este processo sem oxigênio, sendo assim o piruvato é transformado em lactato (McARDLE; KATCH; KATCH, 2011; BARROS; CESAR; TAMBEIRO, 1999).

O ATP pode ser ressintetizado também pelo metabolismo aeróbio que, por depender da utilização de oxigênio possui alta capacidade de gerar ATP e é considerado o mais eficiente na produção de energia, não ocorrendo a produção do lactato, sendo predominantemente utilizado no exercício de longa duração e intensidade moderada a baixa (McARDLE; KATCH; KATCH, 2011; FOSS; KETHEYIAN, 2000). Neste sistema o piruvato é convertido em acetilCoA, sendo oxidado no ciclo de Krebs, fornecendo energia para ressíntese de 36 ATP (McARDLE; KATCH; KATCH, 2011).

Os substratos energéticos tem relação direta com a intensidade e duração dos exercícios físicos realizados. Nos exercícios de curta duração e alta intensidade, a CP e os carboidratos predominam no início, sendo que, a medida que o exercício se prolonga, o metabolismo anaeróbio passa a ser predominante e os carboidratos são a principal fonte energética. Já em exercícios de longa duração, as gorduras e carboidratos se apresentam como principais substratos

energéticos e o metabolismo aeróbio é o predominante (BARROS; CESAR; TAMBEIRO, 1999).

### 3.2 AVALIAÇÃO FÍSICA

A avaliação do condicionamento físico, pode ser observada por diversos pontos, sendo objetivada para análise do desempenho atlético, para fins de saúde, ou para avaliar o condicionamento de indivíduos que realizam exercícios para qualidade de vida (MAUD; FOSTER, 2009).

Este processo nunca deve ser o ato final de um procedimento, ela deve estar presente em diferentes fases, sendo assim, a avaliação possui algumas etapas, tais como: diagnóstica, formativa e somativa. A avaliação diagnóstica, refere-se a análise do início do processo, no qual o avaliador observa os pontos fortes e fracos do avaliado, ou seja, o estado real do indivíduo, para poder planejar e periodizar de maneira mais adequada o macrociclo do mesmo. A avaliação formativa, é a realizada durante o processo, quase diariamente para se analisar o progresso do avaliado e verificar se a prescrição dos exercícios está atingindo os objetivos propostos. A avaliação somativa é realizada ao final do macrociclo para verificar o quadro geral, ou seja, se os objetivos foram atingidos (MARINS; GIANNICHI, 2003).

Esse procedimento tem vários objetivos, dentre eles: verificar o progresso do avaliado; classificar os indivíduos de acordo com sua aptidão física; selecionar os indivíduos, os que tem mais potencial e os que precisam de uma atenção especial; diagnosticar; motivar; fornecer diretrizes para pesquisa, dentre outros (MARINS; GIANNICHI, 2003).

Para avaliação do condicionamento físico se faz necessário a utilização de testes específicos para as diferentes capacidades físicas, sendo necessário considerar as manifestações de cada capacidade para a escolha do teste.

Para a seleção destes é necessário levar em consideração alguns critérios: validade, fidedignidade, objetividade e competência do avaliador entre outros. A validade representa se o teste escolhido mede o que se quer medir; fidedignidade, é o grau de consistência dos resultados de um teste em diferentes momentos, utilizando os mesmos avaliados; objetividade, reflete o grau de concordância dos resultados do teste entre os avaliadores; e competência do avaliador, o avaliador deve estar bem preparado para realizar todos os procedimentos do teste (MARINS; GIANNICHI, 2003).

A partir destes critérios, se faz a escolha dos testes de acordo com a capacidade física que será avaliada.

Quando se avalia a força muscular, primeiramente deve-se analisar qual a manifestação de força, máxima, explosiva ou resistência de força, posteriormente escolhe-se o teste mais adequado. Para avaliação da força máxima, um dos testes mais utilizados é o de 1RM, sendo aplicado em indivíduos não treinados (SOUZA *et al.*, 2013; SHAW; SHAW; BROWN, 2011; THORNTON; ROSSI; MCMILLAN, 2011; SHAW; SHAW, 2009), e em atletas (OOSTHUYSE *et al.*, 2017; HIDEBRAND *et al.*, 2016; KARAMPATOSOS *et al.*, 2016; LOTURCO *et al.*, 2016; MINA *et al.*, 2016; RAEDER *et al.*, 2016; WALLENTA *et al.*, 2016; FERNÁNDEZ; GONZÁLEZ; CAMPO-VECINO, 2015).

A capacidade de resistência se manifesta em aeróbia e anaeróbia. Para avaliar a primeira um dos testes mais utilizados é o TCP, onde é possível identificar a potência e a capacidade aeróbia, dentre outros fatores, sendo

aplicado em indivíduos não treinados (REBELO *et al.*, 2010; GONELLI *et al.*, 2006; INBAR *et al.*, 1994; PARKER *et al.*, 1989; DAVIS *et al.*, 1979; HURLEY *et al.*, 1984) e em atletas (BERRY *et al.*, 2016; CHWTA *et al.*, 2014; MUÑOZ *et al.*, 2014; CRISP *et al.*, 2013; KOUTLIANOS *et al.*, 2013; SULTANA *et al.*, 2012; KOHN; ESSÉN-GUSTAVSSON; MYBURGH, 2011; LOPRINZI *et al.*, 2011; CAIMI *et al.*, 2009; SIMÕES *et al.*, 2009; BALDARI *et al.*, 2007; ESTEVE- LANA O *et al.*, 2007; SEILER; HAUGEN; KUFFEL, 2007; SEILER; KJERLAND, 2006; ESTEVE *et al.*, 2005; CARVALHO *et al.*, 2000; SCHNEIDER; POLLACK, 1991).

Após a avaliação das capacidades físicas, se prescreve as sessões de treinamento, dentre elas, o treino aeróbio e de força são praticados por um grande número de pessoas, nestes tipos de treinos realiza-se o controle de muitas variáveis, destacando-se dentre elas o excesso de consumo de oxigênio após o exercício (EPOC), que reflete o gasto energético elevado no período de recuperação, esse excesso requerido no período após o esforço está associado com a necessidade de recuperação do organismo (SILVA; PIRES; BERTUZZI, 2010; FOUREAUX; PINTO; DÂMASO, 2006).

### 3.3 TESTE CARDIOPULMONAR

O teste cardiopulmonar (TCP) é realizado para análise de variáveis cardiopulmonares, sendo as principais: consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ), produção de dióxido de carbono ( $\dot{V}CO_2$ ), razão das trocas gasosas (R), ventilação pulmonar ( $\dot{V}E$ ), equivalente ventilatório para o oxigênio ( $\dot{V}EO_2$ ), equivalente ventilatório para o dióxido de carbono ( $\dot{V}ECO_2$ ), frequência cardíaca (FC) e pulso de oxigênio (PulsO<sub>2</sub>).

O  $\dot{V}O_2$  é uma medida que indica a quantidade de oxigênio que o corpo consegue captar, transportar e utilizar para a produção de ATP pelo metabolismo aeróbio, que aumenta conforme o trabalho muscular está sendo executado (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010).

Em um teste de esforço de carga crescente, inicialmente o  $\dot{V}O_2$  aumenta proporcionalmente mais que a  $\dot{V}E$ , devido à melhora da relação ventilação-perfusão, diminuindo a relação entre a  $\dot{V}E$  e o  $\dot{V}O_2$ , chamada de equivalente ventilatório para o oxigênio ( $\dot{V}EO_2$ ). Após esta fase, a  $\dot{V}E$  aumenta proporcionalmente ao aumento do  $\dot{V}O_2$  até a intensidade moderada de exercício (BARROS; CESAR; TEBEXRENI, 1999).

A  $\dot{V}E$  reflete a entrada e saída de ar dos pulmões, resultante do produto da frequência respiratória e do volume corrente, durante o exercício ela aumenta em proporção direta com as necessidades metabólicas do músculo (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010).

A hiperventilação seria consequência do início da acidose metabólica e do “excesso” de formação de  $CO_2$ , estimulando os quimiorreceptores periféricos e principalmente os carotídeos, resultando no aumento de atividade dos centros respiratórios. A intensidade de esforço ou o  $\dot{V}O_2$  acima do qual a produção de ácido láctico excede sua remoção, provocando aumento da resposta ventilatória (hiperventilação), representa o primeiro limiar, denominado limiar anaeróbio, quando analisado por lactato e limiar ventilatório, quando determinado exclusivamente pela medida das trocas gasosas no exercício (MEYER *et al.*, 2005; BARROS; CESAR; TEBEXRENI, 1999).

Esse aumento desproporcional da  $\dot{V}E$  em relação ao aumento do consumo de oxigênio resulta em um aumento sistemático do  $\dot{V}EO_2$  (razão entre a ventilação e a produção de oxigênio), pois a  $\dot{V}E$  aumenta em função do aumento da produção de dióxido de carbono, de modo que a relação entre a produção de dióxido de carbono e a ventilação pulmonar, chamada de equivalente ventilatório para o dióxido de carbono ( $\dot{V}ECO_2$ ) permanece estável. A pressão parcial de dióxido de carbono alveolar é mantida constante, mas a pressão parcial de oxigênio alveolar aumenta (BARROS; CESAR; TEBEXRENI, 1999).

Este representa uma intensidade de esforço aeróbio, no qual o indivíduo pode sustentar a atividade por um longo período, utilizando como substrato principal os ácidos graxos (BARROS; CESAR; TEBEXRENI, 1999).

O aumento progressivo das cargas provoca um acúmulo de lactato superior à capacidade de tamponamento pelas reservas alcalinas, de modo que a acidose metabólica é acentuada com aumento desproporcional da ventilação em relação à produção de dióxido de carbono, levando a um aumento sistemático do  $\dot{V}ECO_2$ , redução da pressão parcial de dióxido de carbono alveolar, aumento ainda maior do  $\dot{V}EO_2$  e da pressão parcial de oxigênio alveolar. Essa intensidade de exercício foi denominada de ponto de compensação respiratória, pois corresponde a uma tentativa ventilatória de compensar a acidose láctica (WASSERMAN *et al.*, 1999). Também é denominado de segundo limiar ventilatório (MEYER *et al.*, 2005).

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

WILMORE; COSTILL, 2001). Em um teste de carga progressiva considera-se que o  $\dot{V}O_{2\max}$  foi atingido se forem preenchidos pelo menos dois dos seguintes critérios: platô de oxigênio (incremento da carga com aumento de  $\leq 2,1$  mL/kg/min no consumo de oxigênio); lactato pós-teste  $> 8$  mmol/L, R  $> 1,1$ ; percepção subjetiva de esforço na escala de Borg  $> 17$ ;  $FC_{\max}$  prevista para a idade, com variação  $\pm 5$  bpm (CESAR; GONELLI, 2011; CESAR *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2008; DRUMMOND *et al.*, 2005; SOUZA *et al.*, 1990).

O  $\dot{V}O_{2\max}$  e o primeiro limiar ventilatório são utilizados em estudos para avaliação da aptidão cardiorrespiratória de indivíduos não treinados, atletas e portadores de doenças crônicas (GONELLI *et al.*, 2006; CESAR *et al.*, 2006; CESAR; PARDINI; BARROS, 2001; CARVALHO *et al.*, 2000; BARROS; CESAR; TAMBEIRO, 1999; INBAR *et al.*, 1994; DAVIS *et al.*, 1979).

A utilização do limiar anaeróbio consiste em um índice mais adequado para prescrição da intensidade do exercício do que o  $\dot{V}O_{2\max}$ , pois em indivíduos altamente treinados o  $\dot{V}O_{2\max}$  altera muito pouco, e às vezes nem se altera, este fato pode ocorrer devido a não modificação do débito cardíaco em resposta ao treinamento, pois o mesmo a partir de certo condicionamento não altera (CAPUTO *et al.*, 2003). Sendo o débito cardíaco o volume de sangue bombeado pelo coração a cada minuto, o mesmo é produto da FC (batimentos por minuto) e do volume de ejeção (volume de sangue ejetado pelo coração a cada batimento) (POWERS; HOWLEY, 2014; DENADAI, 1995).

A FC é um dos indicadores de treinamento mais utilizados, sendo um dos parâmetros cardiovasculares mais simples e informativos, sendo ótimo indicador da intensidade do exercício. Ela reflete os batimentos cardíacos por minuto, este indicador aumenta progressivamente com o início da atividade, quando esta é

máxima, observa-se valores máximos desta variável (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010). Porém ela sofre influência de alguns fatores que pode limitá-la, como temperatura, estresse, altitude, idade, gênero.

A FC é controlada pelo sistema nervoso parassimpático e simpático, sendo que o sistema simpático provoca taquicardia (acelera os batimentos cardíacos) e o sistema parassimpático bradicardia (reduz os batimentos cardíacos). Agentes ou fatores que elevem a frequência cardíaca exercem um efeito cronotrópico positivo, por outro lado agentes ou fatores que reduzam a frequência cardíaca exercem um efeito cronotrópico negativo, já que o termo cronotrópico pode ser definido como um aumento ou redução da frequência cardíaca (FOSS; KETEVIAN, 2000).

Na avaliação das variáveis também observa-se a  $\dot{V}CO_2$ , que representa a produção de dióxido de carbono durante o teste cardiopulmonar (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010), e o pulso de oxigênio ( $PulsO_2$ ) que é calculado pela divisão do  $\dot{V}O_2$  pela FC da carga de exercício e expresso em mililitro por batimento cardíaco (mL/bat), reflete o volume de oxigênio no sangue arterial a cada batimento cardíaco e corresponde ao produto do volume de ejeção pela diferença arteriovenosa de oxigênio (WASSERMAN *et al.*, 1999).

A razão das trocas gasosas é a relação entre a produção de dióxido de carbono e o consumo de oxigênio, o R é medida por análise de gases no qual o dióxido de carbono é produzido e o oxigênio consumido. No estado estável esta relação é denominada quociente respiratório (QR) indica o tipo de substrato que está sendo oxidado durante o exercício (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010; (WASSERMAN *et al.*, 1999).

### 3.4 EXERCÍCIO AERÓBIO

O treinamento aeróbio consiste em um método que trabalha com intensidades variadas contínuas ou intervaladas e tem como objetivo a melhora da aptidão aeróbia (MONTEIRO; PEREIRA; ABAD, 2010). Este é muito utilizado, pois traz inúmeras adaptações para os sistemas, neuromuscular, cardiovascular, respiratório, endócrino e metabólico. Isso é refletido na melhoria do  $\dot{V}O_2$ , aumento do limiar anaeróbio, a capilarização aumentada, melhora da capacidade oxidativa e economia de movimento (BARBANTI, 2010).

Executado em ritmo constante ou não, esse método trabalha com a intensidade de esforço entre 50 e 85% do  $\dot{V}O_{2max}$ . Nos casos de indivíduos mais condicionados, essa intensidade varia de 70 a 90% do  $\dot{V}O_{2max}$  (MONTEIRO, 1999).

O exercício aeróbio propõe muitos benefícios à saúde e manutenção da forma física de quem pratica este método de treinamento. Dentre os numerosos benefícios estão: redução da porcentagem de gordura corporal, melhora a ação cardiovascular, reduz os níveis de estresse e ansiedade; aumenta a autoestima e reduz problemas cardíacos (além de reduzir a hipertensão e o nível de colesterol) (BEAN, 1999).

Para o desenvolvimento ou a manutenção da aptidão física em adultos saudáveis é necessário que o treinamento aeróbio atinja uma intensidade moderada, que reflete no mínimo 46% do  $\dot{V}O_{2max}$  e 64% da ( $FC_{max}$ ) (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2011).

Para controle deste tipo de treinamento vários indicadores de esforço são utilizados,  $\dot{V}O_{2max}$  (BAZGIR *et al.*, 2016; BERRY *et al.*, 2016; NEVES *et al.*, 2015),

FC (BAZGIR *et al.*, 2016; BERRY *et al.*, 2016; NEVES *et al.*, 2015; THORNTON; ROSSI; MCMILLAN, 2011; SHAW; SHAW, 2009), percepção subjetiva do esforço (PSE) (BAZGIR *et al.*, 2016; BERRY *et al.*, 2016; NICHOLSON; ISPOGLOU; BISSAS, 2016; FERNÁNDEZ; GONZÁLEZ; CAMPO-VECINO, 2015; TIGGERMAN *et al.*, 2010) e limiar ventilatório (BERRY *et al.*, 2016; CHWATA; KLIMEK; MIREK, 2014), sendo que o último representa a intensidade mais eficiente para a carga ideal de trabalho e é o critério mais informativo do nível de resistência do desportista (GOMES, 2009).

Neste tipo de treinamento para uma melhor performance é importante a economia de corrida, que é definida como o  $\dot{V}O_2$  em uma determinada velocidade submáxima de corrida e é responsável por até 30% de sucesso nas provas de fundo (SAUNDERS, 2004).

### 3.5 EXERCÍCIO DE FORÇA MUSCULAR

O treinamento de força, também conhecido como treinamento com pesos ou, treinamento resistido se tornou uma das formas mais populares para melhorar a aptidão neuromuscular de um indivíduo e o condicionamento de atletas (FLECK; KRAEMER, 2017).

A melhora da força muscular constitui-se em um fator importante em todas as atividades desportivas, visando aumentar a performance específica, sendo inclusive, em alguns casos, determinante. Se esta capacidade for desenvolvida de uma maneira correta, dificilmente poderá ser prejudicial (BADILLO; AYESTARÁN, 2001).

A força pode ser dividida em diferentes tipos:

- Força máxima: abrange a capacidade máxima de produção de força, durante uma contração muscular voluntária. A força máxima é caracterizada como a capacidade máxima de um grupo muscular em exercer força para vencer determinada carga ou resistência. Geralmente é medida através de 1RM (FLECK; KRAEMER, 2017). WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010)
- Potência: é a capacidade do sistema neuromuscular mobilizar o potencial funcional com a finalidade de alcançar altos níveis de força no menor tempo possível (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010).
- Resistência de força: é a capacidade de manter elevados níveis da força durante o maior tempo possível. A resistência de força é a capacidade do músculo realizar altos números de repetições com determinadas cargas sem reduzir a amplitude de movimento, velocidade e força de execução (PLATONOV, 2008).

Para o desenvolvimento dessas diferentes exigências da força é necessário que ocorram processos adaptativos do organismo.

O treinamento de força é um método utilizado para aumentar a força muscular, resultando alterações hormonais e estruturais no músculo esquelético (FOSCHINI; PRESTES; CHARRO, 2007). Existem diferentes métodos e sistemas de treino para atingir diferentes objetivos relacionados à força muscular. O que difere um método e sistema de outros é a forma como se manipula as variáveis agudas do treinamento (UCHIDA *et al.*, 2010).

São muitas as variáveis agudas do treinamento, dentre elas, escolha do exercício, pausa, ordem dos exercícios, número de séries e repetições, duração dos períodos de recuperação, velocidade de execução, ações musculares e intensidade. Cada uma delas contribui de maneira específica para elaborar várias sessões de treinamento e assim atingir respostas fisiológicas diferentes de acordo com o objetivo do treino (KRAEMER; FLECK, 2009).

A pausa é uma variável importante ao elaborar um programa de treinamento e exerce influência direta no desempenho e respostas fisiológicas (FLECK; KRAEMER, 2017). Pausas de 90 a 120 segundos são comumente utilizadas em programas de treinamento de força, hipertrofia e resistência de força, porém é preciso cuidado ao seguir normativas já que as pessoas podem responder de formas diferentes aos protocolos de treino (FLECK; KRAEMER, 2017).

Em relação ao número de séries e repetições, a ACSM (2011) recomenda entre duas a quatro séries com uma a oito repetições máximas (RM) para ganhos de força muscular, uma a três séries com três a seis (RM) para ganhos em potência, de uma a três séries com oito a 12 RM para hipertrofia, duas a quatro séries com 10-25 RM para resistência muscular.

Outra variável importante é a intensidade, no qual uma das formas de se trabalhar esta variável do treinamento é modulando a carga do exercício, e geralmente ela pode ser expressa através dos percentuais de 1RM (FLECK; KRAEMER, 2017). O ACSM (2011) recomenda o uso de 30% a 60% de um 1RM com três a seis repetições para desenvolvimento de potência muscular, 70% a 85% de 1RM com oito-12 repetições para desenvolvimento de força e hipertrofia

muscular e cargas inferiores a 70% de 1RM com 10-25 repetições para resistência muscular.

Vários estudos avaliaram o nível de força muscular por meio do teste de 1 RM em indivíduos não treinados (SHAW; SHAW; BROWN, 2011; THORNTON; ROSSI; MCMILLAN, 2011; SHAW; SHAW, 2009) e atletas (OOSTHUYSE *et al.*, 2017; HIDEBRAND *et al.*, 2016; KARAMPATOS *et al.*, 2016; LOTURCO *et al.*, 2016; MINA *et al.*, 2016; RAEDER *et al.*, 2016; WALLENTA *et al.*, 2016; FERNÁNDEZ; GONZÁLEZ; CAMPO-VECINO, 2015).

### 3.6 RESPOSTAS AGUDAS DE EXERCÍCIOS NAS VARIÁVEIS CARDIOPULMONARES

O estudo da fisiologia do exercício analisa os efeitos agudos e crônicos de diferentes tipos de exercícios e as diversas variáveis do treinamento envolvidas, como ordem, intensidade e volume.

Os efeitos agudos se referem as respostas que ocorrem em uma única sessão de treino. Por exemplo, analisa o que ocorre com o organismo após um indivíduo caminhar ou correr em uma esteira (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010).

Por outro lado, os efeitos crônicos, são as adaptações que ocorrem com a soma das sessões, o que ocorre com o organismo quando o mesmo é submetido ao estresse em diversas sessões (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010).

Neste capítulo a análise terá o enfoque das respostas agudas cardiopulmonares frente aos diferentes tipos de exercícios físicos.

As repostas cardiopulmonares agudas foram investigadas em estudos de Vicent *et al.* (2014), Cesar *et al.* (2013), Cesar *et al.* (2013A), Sindorf *et al.* (2013), Gonelli *et al.* (2011), Simões *et al.* (2011), Cesar *et al.* (2007) e Botelho *et al.* (2003).

Em estudo realizado por Cesar *et al.* (2013) foram investigados 16 homens saudáveis e treinados, com média de idade de 26 anos, os voluntários realizaram dois testes, sendo que nas duas situações era percorrida a mesma distância, duas milhas, no primeiro dia, o indivíduo percorrida na velocidade de três milhas por hora por 40 minutos, e no segundo dia a velocidade era seis milhas por hora durante 20 minutos. Na corrida foram observadas maiores valores de,  $\dot{V}O_2$ , FC, Pulso $O_2$ .

Gonelli *et al.* (2011), analisaram as respostas agudas de oito mulheres jovens treinadas, com idade média de 21,6 anos, diante de duas situações, caminhada a 7 km/h e corrida a 7 km/h, para verificar qual dos dois exercícios teriam uma maior demanda energética. A partir dos resultados se mostrou que correr a 7 km/h em mulheres jovens treinadas tem uma maior demanda energética e melhor sobrecarga cardiorrespiratória.

Cesar *et al.* (2007) estudaram 10 homens treinados com média de idade de 22,4 anos, que realizaram testes cardiopulmonares submáximos em esteira caminhando ou correndo na mesma velocidade (7,0 km/h) e observaram que a corrida é associada com maior gasto energético e menor percepção de esforço que a caminhada.

Em estudo de Vicent *et al.* (2014) foram analisados 20 homens saudáveis e treinados, entre 18 a 45 anos, em duas sessões de exercícios de força. No estudo os indivíduos realizaram teste de 1RM, com sessão concêntrica e excêntrica de

exercícios de força, cada sessão teve cinco minutos de aquecimento em esteira rolante. Na sessão concêntrica foram realizados seis exercícios, em cada exercício 12 repetições a 60% 1RM com intervalo de um minuto. Na sessão excêntrica o voluntário realizava 50% 1RM na fase concêntrica e 100% na excêntrica, sendo 10 repetições em cada exercício com um minuto de intervalo. A partir dos resultados não foram observadas diferenças significativas nos maiores valores de  $\dot{V}O_2$  atingidos nas sessões entre as sessões concêntrica e excêntrica.

Cesar *et al.* (2013A) analisaram 12 mulheres com média de idade de 23 anos, treinadas, que foram submetidas à dois protocolos de força, I- máxima (três séries de três a cinco repetições com 90% de 1RM, com três minutos de intervalo), e II- resistência de força (três séries de 15 a 20 repetições, com 50% de 1RM com um minuto de intervalo). Os dois protocolos apresentaram uma demanda energética baixa, porém o treinamento de resistência de força foi superior ao de força máxima.

Sindorf *et al.* (2013) avaliaram 23 mulheres treinadas com idade entre 18 a 23 anos, que foram submetidas a TCP, 1RM e protocolo de treinamento de força muscular com caráter hipertrófico, três séries de oito a 12 repetições com 70% de 1RM e um minuto e meio de intervalo entre as séries. Após a análise do resultado foi observado uma baixa sobrecarga cardiorrespiratória.

No estudo de Simões *et al.* (2011), 22 mulheres treinadas com idade entre 18 a 29 anos foram estudadas. As voluntárias realizaram TCP, 1RM, e diferentes protocolos de treinamento resistido. Uma sessão preconizou o treinamento de resistência de força (três séries de 15 repetições, com 50% de 1RM e intervalos de um minuto entre as séries) e uma outra sessão com enfoque de força máxima (três séries de três a cinco repetições, 90% de 1RM, intervalos de três minutos). A

sessão com caráter de resistência de força apresentou uma sobrecarga maior do que a sessão de força máxima. Porém, nenhuma sessão teve sobrecarga aeróbia suficiente para melhora da aptidão cardiorrespiratória.

Botelho *et al.* (2003) analisaram 10 homens treinados submetidos em um protocolo de exercício de resistência de força (quatro séries de 15 repetições a 60% de 1RM, um minuto de intervalo entre as séries), comparado com exercício aeróbio no ergômetro de braço por cinco minutos no mesmo  $\dot{V}O_2$  do exercício resistido. Foi observado uma baixa demanda energética durante os exercícios de força, o que resulta em pouca sobrecarga para melhora do  $\dot{V}O_{2max}$ .

A síntese dos estudos se encontram no quadro 1.

Embora existam várias pesquisas investigando as respostas cardiopulmonares agudas em exercícios aeróbios e de força, não foram encontrados estudos analisando as respostas agudas nestes exercícios entre indivíduos não treinados e atletas de *endurance*, no qual predomina a resistência aeróbia. Como as respostas aos exercícios dependem da aptidão física dos avaliados, justifica-se esta pesquisa para melhora da elaboração de programas de exercícios para estes indivíduos.

Quadro 1. Síntese das adaptações dos exercícios aeróbios e de força.

<b>Autor (ano)</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Casuística</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Resultados</b>
Cesar et al. (2013)	Analisar as variáveis cardiorrespiratórias entre corrida e caminhada	16 homens saudáveis/ treinados 26 anos	2 testes Mesma distância (2 milhas). 1 – 3 milhas 40' 2 – 6 milhas 20'	Na corrida observou maiores valores de $\dot{V}O_2$ , FC, Pulso $O_2$
Gonelli et al. (2011)	Comparar a demanda energética em 2 modalidades	8 mulheres jovens treinadas/ 21,6 anos	Caminhada e corrida a 7 km/h	Correr apresentou maior demanda energética
Cesar et al. (2007)	Analisar caminhada e corrida na mesma velocidade	10 homens treinados com idade de 22,4 anos	Testes cardiorrespiratórios submáximos em esteira caminhando ou correndo na mesma velocidade (7,0 km/h)	corrida é associada com maior gasto energético e menor percepção de esforço que a caminhada
Vicent et al. (2014)	Comparar o $\dot{V}O_2$ pico entre sessões concêntricas e excêntricas	20 homens saudáveis e treinados 18 a 45 anos	1RM 1 sessão concêntrica (6 ex. 12 rep. – 60%) / 1 excêntrica (50% conc. e 100% ex – 6 ex. 10 rep.)	Sem diferença no $\dot{V}O_2$ pico entre as sessões
Cesar et al. (2013A)	Comparar a demanda energética entre dois protocolos de força	12 mulheres treinadas 23 anos	2 protocolos de força (máxima 3séries 3 a 5 rep.- 90%1RM- 3'inter./ (Resistência de força – 3 séries- 15 a 20 rep. -50% 1RM – 1'inter.)	Os dois protocolos apresentaram uma demanda baixa energética. Resistência foi maior que força máxima
Sindorf et al. (2013)	Verificar a demanda cardiorrespiratória do protocolo de força hipertrofica	23 mulheres treinadas 18 a 23 anos	TCP/ 1 RM/ Força Hipertrofica (3 séries de 8 a 12 rep.- 70% 1RM- 1'30"inter.)	Baixa sobrecarga respiratória
Simões et al. (2011)	Comparar a sobrecarga cardiorrespiratória de dois protocolos de força	22 mulheres treinadas/ 18 a 29 anos	TCP/ 1RM/ 2 protocolos de força máxima (3 séries - 3 a 5 rep.- 90%1RM- 3'inter./ (Resistência muscular localizada – 3 séries- 15 a 20 rep. -50% 1RM – 1'inter.)	O protocolo de resistência muscular localizada apresentou maior sobrecarga cardiorrespiratória, mas baixa para melhora da aptidão cardiorrespiratória.
Botelho et al. (2003)	Comparar exercício de força com o $\dot{V}O_2$ do ergômetro de braço	10 homens treinados	quatro séries de 15 repetições a 60% de 1RM, um minuto de intervalo entre as séries), comparado com exercício aeróbio no ergômetro de braço por cinco minutos no mesmo $\dot{V}O_2$	baixa demanda energética durante os exercícios de força, o que resulta em pouca sobrecarga para melhora do $\dot{V}O_{2max}$ .

## 4 MÉTODOS

### 4.1 CASUÍSTICA

Participaram 29 voluntários homens, idade entre 19 e 30 anos, agrupados em:

- Grupo homens não treinados (GHNT) – 12 voluntários, idade  $23,0 \pm 0,9$  anos, massa corporal de  $88,6 \pm 5,3$  kg e estatura de  $1,8 \pm 0,1$  metros.
- Grupo de atletas de *endurance* (GHAE) – 17 voluntários, idade de  $24,5 \pm 0,6$  anos, massa corporal de  $73,4 \pm 1,8$  kg e estatura de  $1,7 \pm 0,1$  metros.

Após a explicação do estudo, os voluntários, assinaram o termo livre e esclarecido. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, protocolo nº 55/2014 (ANEXO).

Os critérios de inclusão para o GHNT foram: não estar participando de programas de exercícios físicos regulares há no mínimo um ano; e apresentar classificação da aptidão cardiorrespiratória não melhor que regular ( $\dot{V}O_{2\max} < 43$  mL/kg/min) no TCP (AMERICAN HEART ASSOCIATION, 1972) e no teste de 1RM força relativa (carga do exercício dividido pela massa corporal) no exercício supino classificação fraca e média ( $\leq 0,88$  e  $\leq 0,99$ ) (HEYWARD, 1997)

Os critérios de inclusão para o GHAE eram: estar envolvidos em treinamento físico há no mínimo um ano, em modalidades como corridas de fundo, triatlo ou duatlo, e realizassem treinamento de força; apresentar classificação da aptidão cardiorrespiratória alta ( $\dot{V}O_{2\max} > 53$  mL/kg/min) no TCP (AMERICAN HEART ASSOCIATION, 1972) e no teste de 1RM, força relativa (carga do exercício dividido pela massa corporal) no exercício supino classificação excelente e superior ( $\geq 1,32$  e  $\geq 1,15$ ) (HEYWARD, 1997).

Os critérios de exclusão em ambos os grupos eram: apresentar lesões articulares e doenças crônicas, estar em fase de recuperação de lesão e ser tabagista.

#### 4.2 DESCRIÇÃO DO ESTUDO

Foram realizados no primeiro dia de avaliações, medidas antropométricas, e testes máximos (TCP e 1RM), entre um teste e outro havia um intervalo de 30 minutos, os dois testes foram realizados com análise de gases.

No segundo dia, eram realizados testes submáximos, com exercícios aeróbios (ESA) e exercícios de força (ESF), sendo que neste dia os voluntários necessitavam comparecer com 3 horas em jejum para não ter interferência do efeito térmico do alimento (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010).

Nos testes submáximos os voluntários permaneciam sentados por 5 minutos antes de iniciar o teste realizando as medidas cardiopulmares em repouso. Após a realização dos testes os mesmos permaneciam sentados até os valores das variáveis cardiopulmonares voltarem aos valores pré- teste.

Para realização dos testes máximos e submáximos, havia um intervalo entre 2 a 7 dias. Os testes foram realizados no Laboratório de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico e na sala de musculação, dependências do curso de Educação Física. O desenho experimental encontra-se na figura 1.



Para determinação do  $\dot{V}O_{2\max}$  foi considerado o maior valor de consumo de oxigênio atingido no TCP, sendo preenchido pelo menos dois dos seguintes critérios: platô do consumo de oxigênio; razão das trocas gasosas maior ou igual, 1,10; atingida a  $FC_{\max}$  prevista pela idade; PSE pela escala de BORG superior a 17) (CESAR; GONELLI, 2011; CESAR *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2008).

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

Foram determinados o  $\dot{V}O_{2\max}$ , a  $FC_{\max}$ , a ventilação pulmonar máxima, o consumo de oxigênio do limiar ventilatório, a frequência cardíaca do limiar ventilatório.

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

Foram realizados testes de 1RM nos exercícios supino reto, agachamento livre e rosca direta com barra W. O teste teve o mesmo procedimento nos 3 exercícios.

Aquecimento no próprio exercício com carga leve, estimada subjetivamente, após uma pausa de um minuto iniciavam-se as tentativas do teste de 1RM, entre as tentativas era aplicado uma pausa de dois minutos sendo no máximo cinco tentativas em cada exercício. Após cada tentativa, no qual o voluntário realizava a fase concêntrica e excêntrica com padrão de movimento correto e cadência de 2 segundos em cada fase, acrescia uma carga para a

tentativa seguinte. Na tentativa, em que o indivíduo não conseguisse realizar a fase concêntrica, a carga máxima utilizada era a da última tentativa com o padrão de movimento correto (BROWN; WEIR, 2001).

O supino reto era realizado com indivíduo posicionado em decúbito dorsal e realizando movimentos de afastamento (fase concêntrica) e aproximação (fase excêntrica) de uma barra em relação ao tórax, pegada aberta, com ativação dos grupos musculares: adutores horizontais do ombro, músculos peitoral maior (parte clavicular e esternocostal), deltóide (partes clavicular e acromial) e coracobraquial, abdutores do cingulo do membro superior (músculos peitoral menor e serrátil anterior) e extensores dos cotovelos (músculos tríceps braquial e ancônio) (MARCHETTI *et. al.*, 2010; MARCHETTI *et al.* 2007; THOMPSON; FLOYD, 2002).

O agachamento livre era realizado com o indivíduo com o tronco inclinado com a barra nas costas, o voluntário realizava uma flexão (fase excêntrica) de joelho a 90° e uma extensão (fase concêntrica) da mesma articulação. Os músculos ativados são: o reto femoral, bíceps femoral, tibial anterior, sóleo (SOUSA *et. al.*, 2007).

A rosca direta com barra w era realizada com o indivíduo em pé, com pegada supinada, os indivíduos com braços ao lado do corpo, realizava a flexão do cotovelo (fase concêntrica) até o limite da articulação do cotovelo, sem mover o braço que estava paralelo em relação ao corpo, e retornavam a posição inicial (fase excêntrica). Os músculos ativados são: bíceps braquial, cabeça longa e cabeça curta, deltóide (KRAUTLER; LOSS).

Durante os testes de 1RM foram realizadas medidas cardiopulmonares por meio do analisador de gases metabólicos (VO<sub>2000</sub> – Medical Graphics®), a FC foi

determinada a cada minuto por meio do sistema de telemetria (Polar®) e utilizada a média.

Foram determinados o  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ , R,  $\dot{V}EO_2$ ,  $\dot{V}ECO_2$ , FC e o PulsO<sub>2</sub>.

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

#### 4.2.3 EXERCÍCIO SUBMÁXIMO AERÓBIO (ESA)

Os voluntários realizaram o exercício aeróbio na esteira rolante, quatro minutos a 50% da velocidade do limiar ventilatório, sendo dois minutos iniciais e dois finais e 20 minutos na velocidade do limiar ventilatório. Posteriormente, foram realizadas as medidas na recuperação, até o consumo de oxigênio retornar aos valores pré-teste, sendo que o voluntário voltava a ficar sentado.

A medida dos gases expirados foi realizada de forma direta, por analisador de gases metabólicos VO<sub>2000</sub> – Medical Graphics®. A frequência cardíaca foi monitorada por meio de um Polar Vantage NV®, a cada minuto.

Foram determinados:  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}CO_2$ , R,  $\dot{V}EO_2$ ,  $\dot{V}ECO_2$ , FC e o PulsO<sub>2</sub>.

Após o término do ESA o indivíduo tinha 15 minutos para iniciar o ESF.

#### 4.2.4 EXERCÍCIOS SUBMÁXIMOS DE FORÇA (ESF)

Foram realizados exercícios de força hipertrófica, no supino reto, agachamento livre e rosca direta com barra W, quatro séries de oito a 12 repetições, a primeira com carga leve (30%1RM) para aquecimento, seguida por três séries de 70%1RM, intervalos de 90 segundos entre as séries e exercícios. A

escolha do número de exercícios e séries foi devido a ser o mesmo tempo do exercício aeróbio. Após os exercícios, foram realizadas as medidas na recuperação, até o consumo de oxigênio retornar aos valores pré-teste, neste momento o voluntário estava sentado.

A medida dos gases expirados também foi realizada de forma direta, por analisador de gases metabólicos VO<sub>2000</sub> – Medical Graphics<sup>®</sup>. A frequência cardíaca foi monitorada por meio de um Polar Vantage NV<sup>®</sup>, no início e final de cada série.

Foram determinados:  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}CO_2$ , R,  $\dot{V}EO_2$ ,  $\dot{V}ECO_2$ , FC e o PulsO<sub>2</sub>.

#### 4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram digitados no programa Microsoft Excel e analisados no programa SPSS. Utilizou-se a média e erro-padrão de todas as medidas para o tratamento descritivo.

O recorte de dados foi realizado de maneira individual, ou seja foi realizada a média de cada teste, posteriormente realizado a média dos grupos.

Para a inferência inicialmente, os dados foram submetidos ao teste de *Shapiro-Wilk*, para os dados que apresentaram distribuição normal foi aplicado o teste *t* de *Student*.

Para a comparação intragrupo, usou-se o teste *t* de *Student* para amostras pareadas; e para análise entre grupo, utilizou-se o teste *t* de *Student* para amostras não pareadas.

Admitiu-se, em todas as análises, o nível de significância de 5% com  $p < 0,05$  (ZAR, 1999).

## 5 RESULTADOS

Não foram observadas diferenças significativas na idade e estatura, o GHNT apresentou maior massa corporal que o GHAE.

No teste cardiopulmonar o GHAE apresentou maiores valores no  $\dot{V}O_{2\max}$ ,  $\dot{V}O_{2LV}$ ,  $\dot{V}O_{2LV}/\dot{V}O_{2\max}$ ,  $FCLV$  e  $VelLV$  que o GHNT, não houve diferença significativa na  $FC_{\max}$  e nem na  $FCLV/FC_{\max}$  (tabela 1).

Os valores do teste de 1RM mostraram maiores cargas no GHAE nos exercícios supino reto, agachamento livre e rosca direta com barra W em valores absolutos e relativos que o GHNT. As variáveis cardiopulmonares destes testes não apresentaram diferenças significativas entre os grupos (tabela 2).

**Tabela 1.** Média e erro-padrão dos dados do teste cardiopulmonar dos grupos de homens não treinados e atletas de *endurance*.

Variáveis	GHNT	GHAE
$\dot{V}O_{2\max}$ (mL/kg/min)	41,8 ± 1,5	66,3 ± 1,1**
$\dot{V}O_{2LV}$ (mL/kg/min)	20,8 ± 1,9	42,9 ± 0,9**
$\dot{V}O_{2LV}/\dot{V}O_{2\max}$ (%)	49,6 ± 3,8	64,9 ± 1,4**
$FC_{\max}$ (bpm)	189,8 ± 2,8	189,9 ± 1,0
$FCLV$ (bpm)	149,3 ± 10,8	163,7 ± 2,7**
$FCLV/FC_{\max}$ (%)	78,4 ± 4,1	86,2 ± 1,3
$VelLV$ (km/h)	7,2 ± 0,2	12,6 ± 0,3**

GHNT- grupo de homens não treinados; GHAE- grupo de atletas de *endurance*;  $\dot{V}O_{2\max}$  – consumo máximo de oxigênio;  $\dot{V}O_{2LV}$  - consumo de oxigênio do limiar ventilatório;  $\dot{V}O_{2LV}/\dot{V}O_{2\max}$  – relação entre o consumo do limiar ventilatório e o consumo máximo de oxigênio;  $FC_{\max}$ – frequência cardíaca máxima;  $FCLV$  – frequência cardíaca do limiar ventilatório;  $FCLV/FC_{\max}$ - relação entre a frequência cardíaca do limiar ventilatório e a frequência cardíaca máxima;  $VelLV$  - velocidade do limiar ventilatório; mL/kg/min– mililitros por quilograma por minuto; bpm– batimentos por minuto; km/h– quilômetros por hora. \*\*p<0,01 entre o GHNT e GHAE.

**Tabela 2.** Média e erro-padrão dos dados do teste de 1RM dos grupos de homens não treinados e atletas de *endurance*.

Variáveis	GHNT	GHAE
Supino (kg)	55,5 ± 3,8	84,1 ± 5,5**
Agachamento (kg)	88,7 ± 8,7	111,6 ± 5,6**
Rosca Direta (kg)	31,7 ± 2,1	45,3 ± 2,0**
Supino Relativo (kg/MC)	0,6 ± 0,1	1,14 ± 0,1**
Agachamento Relativo (kg/MC)	1,0 ± 0,7	1,5 ± 0,8**
Rosca Direta Relativa (kg/MC)	0,4 ± 0,2	0,6 ± 0,3**
$\dot{V}O_2$ (mL/kg/min)	7,5 ± 0,3	8,9 ± 0,3
$\dot{V}O_2$ (L/min)	0,7 ± 0,0	0,6 ± 0,0
$\dot{V}CO_2$ (L/min)	0,5 ± 0,0	0,56 ± 0,1
$\dot{V}E$ (L/min)	17,3 ± 0,7	16,5 ± 0,9
R	0,9 ± 0,0	0,9 ± 0,0
$\dot{V}EO_2$	27,8 ± 1,3	26,0 ± 0,7
$\dot{V}ECO_2$	30,3 ± 0,5	29,8 ± 0,5
FC (bpm)	134,1 ± 17,2	124,8 ± 11,1
PulsO <sub>2</sub> (mL/bat)	4,9 ± 0,0	5,2 ± 0,1

GHNT- grupo de homens não treinados; GHAE- grupo de atletas de *endurance*;  $\dot{V}O_2$  – consumo de oxigênio–  $\dot{V}CO_2$  – produção de dióxido carbônico;  $\dot{V}E$  – ventilação pulmonar; R – razão das trocas gasosas;  $\dot{V}EO_2$  – equivalente ventilatório para o oxigênio;  $\dot{V}ECO_2$  – equivalente ventilatório para o dióxido de carbono; FC– frequência cardíaca; PulsO<sub>2</sub> – pulso de oxigênio; kg – quilograma; kg/MC – quilograma/ massa corporal; mL/kg/min- mililitros por quilograma por minuto; L/min– litros por minuto; bpm– batimentos por minuto; mL/bat – mililitros por batimento. \*\* p<0,01 entre o GHNT e GHAE.

Nos testes cardiopulmonares submáximos não foram observadas diferenças significativas nas variáveis  $\dot{V}O_2$ , FC no momento inicial, entre e intra os GHNT e GHAE. O consumo de oxigênio retornou aos valores pré-exercício em menos de 30 minutos nos ESA e ESF de recuperação.

Na tabela 3, estão a média e erro-padrão dos dados das variáveis cardiopulmonares, durante os exercícios aeróbio e força, dos grupos GHNT (tabela 3) e GHAE (tabela 4).

Na comparação intragrupo o GHNT apresentou maiores valores de  $\dot{V}O_2$  (mL/kg/min e L/min),  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ , PulsO<sub>2</sub>, no ESA em relação ao ESF, não

ocorrendo diferenças significativas na FC, o R, os  $\dot{V}EO_2$ ,  $\dot{V}ECO_2$  foram maiores no ESF. No GHAE foram observados maiores valores no ESA do  $\dot{V}O_2$  (mL/kg/min e L/min),  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ , FC e PulsO<sub>2</sub> que no ESF, sendo que o R, o  $\dot{V}EO_2$  e o  $\dot{V}ECO_2$  foram maiores no ESF.

**Tabela 3.** Média e erro-padrão das variáveis cardiopulmonares intragrupo do grupo de homens não treinados nos exercícios submáximos, aeróbio e força.

Variáveis	GHNT (ESA)	GHNT (ESF)
$\dot{V}O_2$ (mL/kg/min)	19,9 ± 1,2**	9,6 ± 0,4
$\dot{V}O_2$ (L/min)	1,8 ± 0,2**	0,84 ± 0,1
$\dot{V}CO_2$ (L/min)	1,7 ± 0,2**	1,0 ± 0,1
R	0,9 ± 0,1	1,2 ± 0,1**
$\dot{V}E$ BTPS (L/min)	44,4 ± 4,2**	29,4 ± 1,7
$\dot{V}EO_2$	25,6 ± 0,9	37,1 ± 2,9**
$\dot{V}ECO_2$	26,7 ± 0,6	29,6 ± 0,4**
FC (bpm)	136,3 ± 3,9	137,9 ± 5,9
PulsO <sub>2</sub> (mL/bat)	13,2 ± 1,4**	6,8 ± 0,5

GHNT – grupo de homens não treinados; ESA- exercício submáximo aeróbio; ESF – exercício submáximo de força;  $\dot{V}O_2$  – consumo de oxigênio;  $\dot{V}CO_2$  – produção de dióxido de carbono; R – razão das trocas gasosas;  $\dot{V}E$  – ventilação pulmonar;  $\dot{V}EO_2$  – equivalente ventilatório para o oxigênio;  $\dot{V}ECO_2$  – equivalente ventilatório para o dióxido de carbono; PulsO<sub>2</sub> - pulso de oxigênio; FC – frequência cardíaca; mL/kg/min – mililitros por quilograma por minuto; L/min – litros por minuto; bpm – batimentos por minuto; mL/bat – mililitros por batimento. \*\* p<0,01 entre ESA e ESF no GHNT.

**Tabela 4.** Média e erro-padrão das variáveis cardiopulmonares intragrupo do grupo de atletas de *endurance* nos exercícios submáximos, aeróbio e força.

Variáveis	GHAE (ESA)	GHAE (ESF)
$\dot{V}O_2$ (mL/kg/min)	37,8 ± 1,0**	13,6 ± 0,5
$\dot{V}O_2$ (L/min)	2,7 ± 0,1**	0,9 ± 0,0
$\dot{V}CO_2$ (L/min)	2,7 ± 0,1**	1,1 ± 0,0
R	0,9 ± 0,0	1,1 ± 0,0**
$\dot{V}E$ BTPS (L/min)	66,7 ± 1,4**	32,1 ± 1,7
$\dot{V}EO_2$	24,4 ± 0,5	32,75 ± 0,8**
$\dot{V}ECO_2$	24,8 ± 0,4	30,2 ± 06**
FC (bpm)	156,2 ± 1,9**	127,2 ± 4,3
PulsO <sub>2</sub> (mL/bat)	17,5 ± 0,4**	7,9 ± 0,3

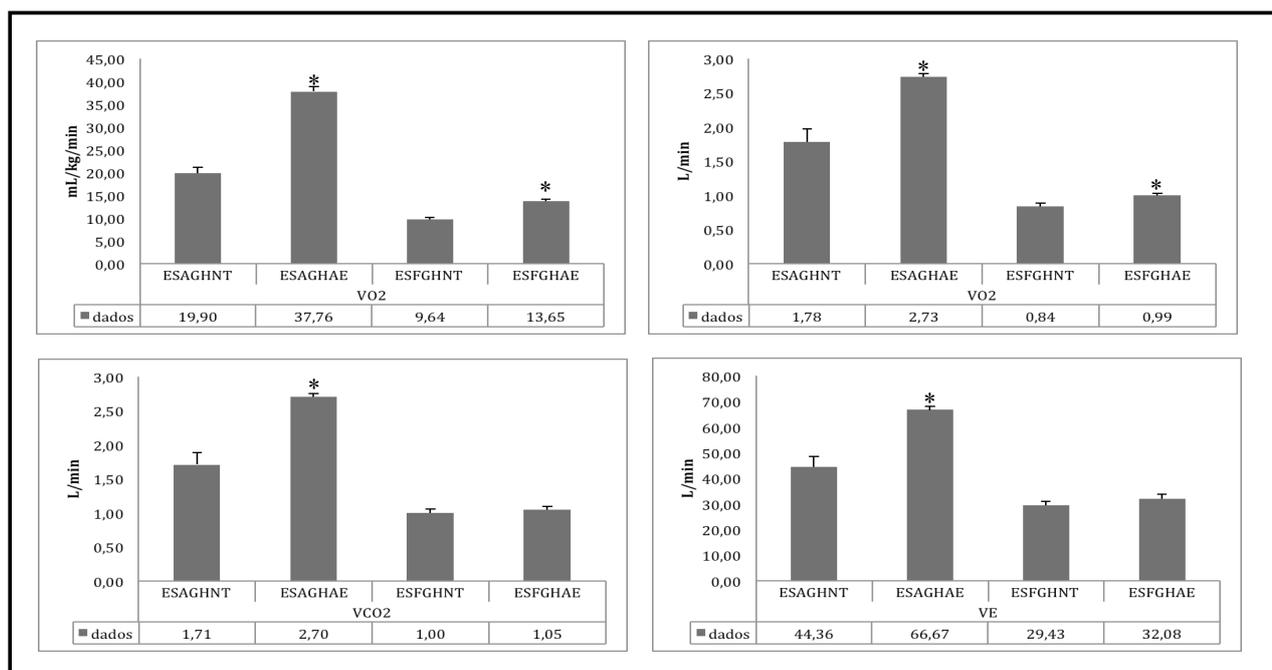
GHAE – grupo de atletas de *endurance*; ESA – exercício submáximo aeróbio; ESF – exercício submáximo de força  $\dot{V}O_2$  – consumo de oxigênio;  $\dot{V}CO_2$  – produção de dióxido de carbono; R – razão das trocas gasosas;  $\dot{V}E$  – ventilação pulmonar;  $\dot{V}EO_2$  – equivalente ventilatório para o oxigênio;  $\dot{V}ECO_2$  – equivalente ventilatório para o dióxido de carbono; PulsO<sub>2</sub> - pulso de oxigênio; FC – frequência cardíaca; mL/kg/min – mililitros por quilograma por minuto; L/min – litros por minuto; bpm – batimentos por minuto; mL/bat – mililitros por batimento. \*\* p<0,01 entre o ESA e ESF no GHAE.

Na comparação entre os grupos, nos exercícios aeróbios foram observados maiores valores no GHAE em relação ao GHNT nas variáveis:  $\dot{V}O_2$  (mL/kg/min e L/min),  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ , FC e PulsO<sub>2</sub>, não apresentou diferença significativa o R e o  $\dot{V}EO_2$  e o  $\dot{V}ECO_2$  foi maior no GHNT em relação ao GHAE. (figuras 2 e 3).

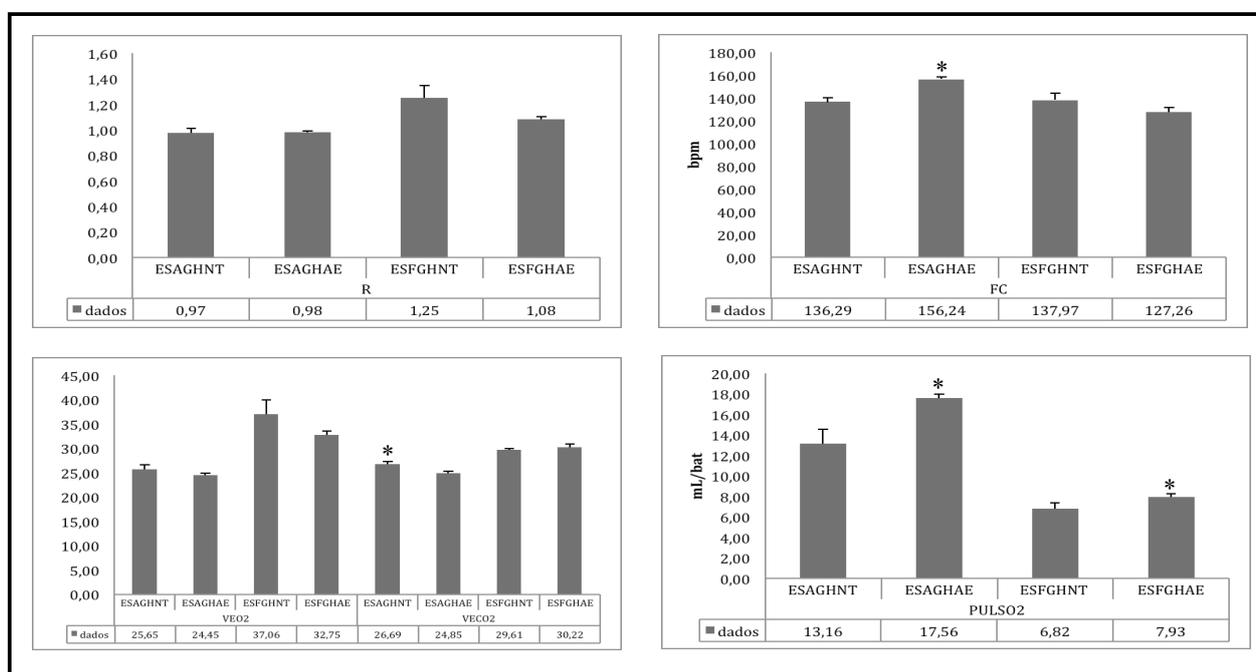
Na comparação entre os grupos, nos exercícios de força, foram observados maiores valores no GHAE em relação ao GHNT nas variáveis:  $\dot{V}O_2$  (mL/kg/min e L/min) e PulsO<sub>2</sub>, não apresentando diferença as variáveis:  $\dot{V}CO_2$ , R,  $\dot{V}E$ ,  $\dot{V}EO_2$ ,  $\dot{V}ECO_2$  e FC (figuras 2 e 3).

Na comparação intragrupo no GNHT, o  $\dot{V}O_2$  do exercício aeróbio não apresentou diferença significativa em relação a 46%  $\dot{V}O_{2max}$  e nem com o  $\dot{V}O_{2LV}$ , sendo superior ao  $\dot{V}O_2$  do exercício de força; o  $\dot{V}O_2$  do exercício de força foi inferior ao  $\dot{V}O_{2LV}$  e a 46%  $\dot{V}O_{2max}$  (Figura 4). A FC no exercício aeróbio foi maior que 64%  $FC_{max}$ , não apresentando diferença significativa em relação a FCLV, a FC do exercício de força não teve diferença significativa comparada a FCLV e foi maior do que 64%  $FC_{max}$  (Figura 6).

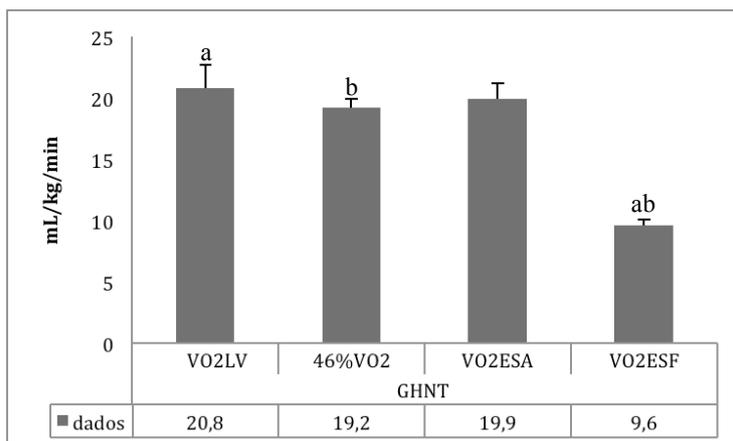
Na comparação intragrupo no GHAE, o  $\dot{V}O_2$  do exercício aeróbio foi superior a 46%  $\dot{V}O_{2max}$ , e inferior ao  $\dot{V}O_{2LV}$ ; o  $\dot{V}O_2$  do exercício de força foi inferior ao  $\dot{V}O_{2LV}$ , e a 46%  $\dot{V}O_{2max}$  (Figura 5). A FC do exercício aeróbio foi menor que a FCLV e maior do que o 64%  $FC_{max}$  e a FC do exercício de força foi menor que a FCLV e, não apresentando diferença significativa com 64%  $FC_{max}$  (Figura 7).



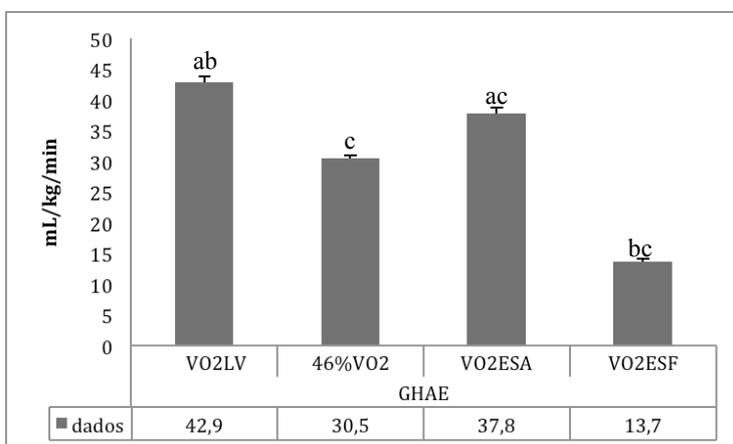
**Figura 2.** Análise do consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$  mL/kg/min e L/min), da produção de dióxido de carbono ( $\dot{V}CO_2$  L/min) e da Ventilação pulmonar ( $\dot{V}E$  L/min) dos exercícios aeróbios (ESA) e de força (ESF) entre os grupos de homens não treinados (GHNT) e atletas de *endurance* (GHAE). \*  $p < 0,05$  entre GHNT e GHAE nos ESA e nos ESF.



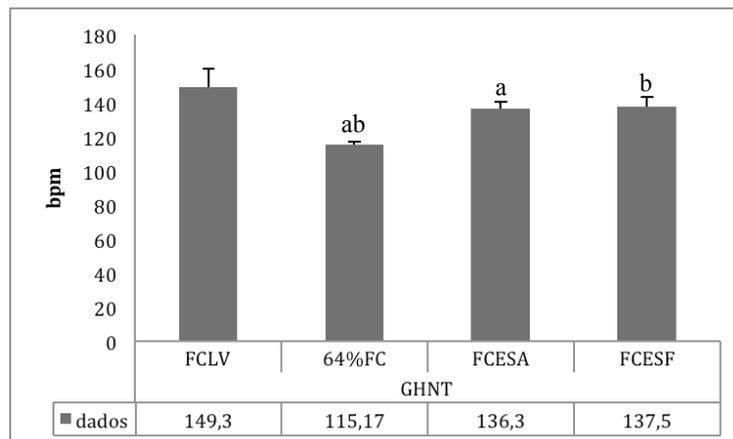
**Figura 3.** Análise da razão das trocas gasosas (R), da Frequência Cardíaca (FC), dos equivalentes ventilatórios para o oxigênio ( $\dot{V}EO_2$ ) e dióxido de carbono ( $\dot{V}ECO_2$ ) e do pulso de oxigênio (PulsO<sub>2</sub>) dos exercícios aeróbios (ESA) e de força (ESF) entre os grupos de homens não treinados e atletas de *endurance* (GHAE). \*  $p < 0,05$  entre GHNT e GHAE nos ESA e nos ESF.



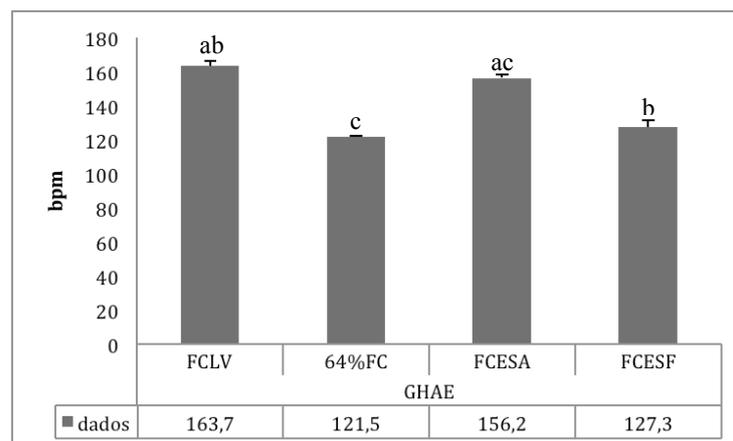
**Figura 4.** Valores do consumo de oxigênio do limiar ventilatório ( $\dot{V}O_{2LV}$ ), de 46%  $\dot{V}O_{2max}$ , comparado com o consumo de oxigênio do exercício submáximo aeróbio ( $\dot{V}O_{2ESA}$ ), e com o consumo de oxigênio do exercício submáximo de força ( $\dot{V}O_{2ESF}$ ), no grupo de homens não treinados (GHNT). Letras iguais apresentam diferença significativa; a (diferença estatística entre  $\dot{V}O_{2ESF}$  e o  $\dot{V}O_{2LV}$ ; b (diferença estatística entre  $\dot{V}O_{2ESF}$  e os 46%  $\dot{V}O_{2max}$ ).



**Figura 5.** Valores do consumo de oxigênio do limiar ventilatório ( $\dot{V}O_{2LV}$ ), de 46%  $\dot{V}O_{2max}$ , comparado com o consumo de oxigênio do exercício submáximo aeróbio ( $\dot{V}O_{2ESA}$ ), e com o consumo de oxigênio do exercício submáximo de força ( $\dot{V}O_{2ESF}$ ), no grupo de atletas de *endurance* (GHAE). Letras iguais apresentam diferença significativa. a (diferença estatística entre  $\dot{V}O_{2ESA}$  e o  $\dot{V}O_{2LV}$ ); b (diferença estatística entre  $\dot{V}O_{2ESF}$  e o  $\dot{V}O_{2LV}$  e os 46%  $\dot{V}O_{2max}$ ); c (diferença estatística entre o  $\dot{V}O_{2ESF}$  e os 46%  $\dot{V}O_{2max}$ ).



**Figura 6.** Valores da Frequência Cardíaca do limiar ventilatório (FCLV), de 64%FC<sub>max</sub>, comparado com a FC do exercício submáximo aeróbio (FCESA), e com a FC do exercício submáximo de força (FCESF), no grupo de homens não treinados (GHNT). Letras iguais apresentam diferença significativa. a (diferença estatística entre FCESA e 64%FC); b (diferença estatística entre FCESF e 64%FC).



**Figura 7.** Valores da Frequência Cardíaca do limiar ventilatório (FCLV), de 64%FC<sub>max</sub>, comparado com a FC do exercício submáximo aeróbio (FCESA), e com a FC do exercício submáximo de força (FCESF), no grupo de homens atletas de *endurance* (GHAE). Letras iguais apresentam diferença significativa. a (diferença estatística entre FCESA e FCLV); b (diferença estatística entre FCESF e FCLV); c (diferença estatística entre a FCESA e 64%FC).

## 6 DISCUSSÃO

Todos os voluntários que participaram do estudo se mostraram aptos e conseguiram realizar os procedimentos.

Os resultados encontrados nesta pesquisa serão discutidos nos seguintes tópicos: Testes cardiopulmonares máximos em esteira, Testes de uma Repetição Máxima, Exercícios submáximos aeróbio e força, Comparação intragrupos dos exercícios submáximos, Comparação entre grupos dos exercícios submáximos, Intensidade do exercício submáximo aeróbio, Intensidade dos exercícios submáximos de força.

### *Testes cardiopulmonares máximos em esteira*

Os atletas de *endurance* apresentaram maiores valores em todas as variáveis analisadas que os homens não treinados, com exceção da  $FC_{max}$  e da relação  $FCLV/FC_{max}$ .

Barros, Cesar e Tambeiro (1999) avaliaram 311 sedentários e 444 corredores, e elaboraram as seguintes equações para previsão do consumo máximo de oxigênio e do limiar ventilatório:  $\dot{V}O_{2max}$  sedentários =  $52,727 - 0,3956 \times idade$ ;  $\dot{V}O_{2max}$  corredores =  $68,168 - 0,3395 \times idade$ ;  $\dot{V}O_{2LV}$  sedentários =  $32,677 - 0,2465 \times idade$ ;  $\dot{V}O_{2LV}$  corredores =  $51,370 - 0,2822 \times idade$ . O  $\dot{V}O_{2max}$  do GHNT foi próximo ao previsto para sedentários (43,60 mL/kg/min) do GHAE foi superior ao esperado em corredores para a faixa etária (59,84 mL/kg/min).  $\dot{V}O_{2LV}$  do GHNT foi inferior ao esperado para sedentários (26,99 mL/kg/min) e do GHAE foi próximo ao previsto em corredores para a faixa etária

(44,45 mL/kg/min). Estes dados reforçam que os voluntários do GHNT apresentavam aptidão cardiorrespiratória de sedentários e do GHAE apresentavam compatível com atletas de *endurance*.

Crisp *et al.* (2013) avaliaram 26 jogadores de basquetebol, com idade média de 18,9 anos, massa corporal de 82,8 kg e estatura de 1,90 metros; e 27 jogadores de futebol, idade de 18,5 anos, massa corporal 71,4 kg e estatura de 1,78 metros. Encontraram, nos atletas de basquetebol valores médios de  $\dot{V}O_{2max}$  50,0 mL/kg/min, e  $\dot{V}O_{2LV}$  35,9 mL/kg/min e de futebol  $\dot{V}O_{2max}$  58,3 mL/kg/min e  $\dot{V}O_{2LV}$  de 41,3 mL/kg/min, superiores aos deste estudo. Os valores de  $\dot{V}O_{2max}$  e  $\dot{V}O_{2LV}$  dos atletas de *endurance* deste estudo foram superiores aos observados nos de basquetebol e futebol, o que também reforça a alta aptidão cardiorrespiratória do GHAE.

O GHAE apresentou maiores valores percentuais do  $\dot{V}O_{2LV}/\dot{V}O_{2max}$  que o GHNT, o que era esperado, pois o limiar ventilatório é mais influenciado pelo treinamento aeróbio que o consumo máximo de oxigênio (BARROS; CESAR; TAMBEIRO, 1999).

Berry *et al.* (2016), analisaram atletas homens altamente treinados em corrida e duatlo, com média de idade de 34 anos, estatura de 1,78 m e massa corporal de 73,9 kg. Verificaram um  $\dot{V}O_{2max}$  de 66,8 mL/kg/min,  $\dot{V}O_{2LV}$  de 50,6 mL/kg/min, sendo a relação entre  $\dot{V}O_{2LV}/\dot{V}O_{2max}$  de 75%. No estudo atual os atletas avaliados apresentaram características antropométricas semelhantes, sendo um grupo um pouco mais jovem, porém o  $\dot{V}O_{2max}$ , foi muito próximo, o  $\dot{V}O_{2LV}$  e a relação entre  $\dot{V}O_{2LV}/\dot{V}O_{2max}$  foram inferiores.

Tanaka, Monahan e Seals (2001) elaboraram a seguinte equação para determinação da  $FC_{max}$  prevista:  $208 - 0,7 \times \text{idade}$ . Não houve diferença significativa na  $FC_{max}$  entre GHNT e GHAE, para os não treinados deste estudo a  $FC_{max}$  prevista foi 190,83 bpm e para os atletas foi 191,84 bpm, valores muito próximos aos encontrados no TCP, indicando os voluntários dos dois grupos atingiram a  $FC_{max}$ . A FCLV foi maior no GHAE que no GHNT, o que sugere um maior débito cardíaco atingido na intensidade do limiar ventilatório (CESAR; PARDINI; BARROS, 2001), pois a velocidade do limiar ventilatório foi muito superior nos atletas, que corriam, enquanto os não treinados caminhavam.

Não foram observadas diferenças significativas na relação da FCLV/ $FC_{max}$ , e os valores observados encontram-se dentro do recomendado para treinamento aeróbio (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2011).

#### *Testes de uma Repetição Máxima*

O GHAE apresentou maiores valores de carga absoluta e relativa nos três exercícios realizados, mas as variáveis cardiopulmonares não apresentam diferenças significativas, e nos dois grupos os valores do consumo de oxigênio foram baixos, ou seja, apresentaram baixa sobrecarga aeróbia. Estes resultados podem ser explicados pelo predomínio do sistema ATP-CP nos testes de 1RM.

Libardi *et al.* (2007) analisaram 14 indivíduos do sexo masculino treinados, com idade média de 21,3 anos, massa corporal de 74,3 kg e estatura de 1,74 metros, submetidos a testes de 1RM no exercício extensão de joelhos em cadeira extensora, foi realizado um intervalo de três minutos entre as tentativas, sendo que a carga máxima encontrada foi média de 50,6 kg e a FC de 118,7 bpm, valores menores comparados com os encontrados nos grupos GHNT e GHAE, o

que pode ser atribuído por serem realizados três exercícios, dois multiarticulares (supino reto e agachamento livre) e um monoarticular (rosca direta), com uma maior carga executada. Não foram encontrados estudos com testes de 1RM que investigaram as outras variáveis cardiopulmonares analisadas no presente estudo.

Simões *et al.* (2011) investigaram 22 mulheres jovens treinadas, média de idade de 22,9 anos, massa corporal de 58,1 kg e estatura de 1,65 metros, e entraram, em oito exercícios de força máxima (três séries de três a cinco RM a 90% 1RM com três minutos de intervalo) valores de  $\dot{V}O_2$  6,51 mL/kg/min e 0,38 L/min;  $\dot{V}CO_2$  0,44 L/min;  $\dot{V}E$  12,86 L/min, valores inferiores aos observados nos GHNT e GHAE; e R 1,22, superior aos encontrados nos GHNT e GHAE. Estas diferenças podem ser explicadas por Simões *et al.* (2011) terem estudado mulheres submetidas a protocolo de treinamento de força máxima e não homens em testes de 1RM, mas também investigou respostas cardiopulmonares em exercícios com predomínio anaeróbio aláctico.

De acordo com Souza *et al.* (2013), os testes de 1RM são realizados utilizando exercícios com barras e anilhas, materias simples e que podem ser reprodutíveis facilmente. Os testes de 1RM são utilizados com corredores de elite na faixa etária estudada, foi o que apresentou o estudo de Fernández, Gonzáles e Campo-Vecino (2015), com 15 corredores com média de idade de 25,6 anos, com metodologia semelhante a utilizada no projeto em questão, no estudo de Fernández eram 6 tentativas com 2 minutos de pausa, no presente estudo eram 5 tentativas com a mesma pausa.

### *Exercícios submáximos aeróbio e força*

Na análise pré exercícios intra e entre grupos, os valores das variáveis  $\dot{V}O_2$  e FC não apresentaram diferença significativa, o que demonstra um estado semelhante entre os grupos, GHNT e GHAE e entre os momentos ESA e ESF, indicando que o tempo entre ESA e ESF foi suficiente para que os voluntários voltassem as condições iniciais.

O tempo de recuperação para retorno do  $\dot{V}O_2$  às condições pré-exercício, ou seja o excesso de consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC) foi menor que 30 minutos em todos os voluntários nas ESA e ESF.

No ESA essa rápida recuperação era esperada, pois em exercícios na intensidade até o limiar anaeróbio a fase de débito de oxigênio dura poucos minutos (WASSERMAN et al., 1999).

Nos exercícios de força há discordância na literatura da magnitude do EPOC após o treinamento de força, que Castinheiras Neto, Silva e Farinatti (2009) citam que provavelmente ocorra devido às diferenças metodológicas entre os estudos. Os dados do presente estudo indicam que o EPOC teve curta duração no ESF, o que está de acordo com outros estudos (BIZERRA, 2017; SINDORF *et al.*, 2013; SIMÕES *et al.*, 2011; WILMORE *et al.*, 1978).

### *Comparação intragrupos dos exercícios submáximos*

No GHNT e GHAE os resultados das variáveis  $\dot{V}O_2$  absoluto e relativo,  $\dot{V}CO_2$  e  $\dot{V}E$  apresentaram maiores no ESA em relação ao ESF, o que indica maior sobrecarga aeróbia durante o exercício na intensidade do limiar ventilatório que os exercícios de força. O PulsO<sub>2</sub> também foi maior no ESA, sugerindo maior

volume sistólico e extração periférica de oxigênio no exercício aeróbio em relação aos exercícios de força (WASSERMAN et al., 1999). O  $\dot{V}EO_2$ ,  $\dot{V}ECO_2$  e o R foram maiores no ESF em comparação com o ESA, pode ser explicado pelo predomínio anaeróbio láctico nos exercícios de força, pois a acidose láctica acarreta em hiperventilação pulmonar e aumenta a produção de dióxido de carbono desproporcional ao consumo de oxigênio, e na intensidade do limiar ventilatório a fonte predominante de ATP é o metabolismo aeróbio (WASSERMAN et al., 1999).

Na análise da FC, no GHNT não foram observadas diferenças significativas, no GHAE foram observados maiores no ESA, mas a FC não é considerada um parâmetro adequado para avaliar sobrecarga aeróbia em exercícios de força sendo esta resposta excessiva a este tipo de treinamento, estando de acordo com outros estudos (BIZERRA, 2017; SINDORF *et al.*, 2013; SIMÕES *et al.*, 2011; HURLEY *et al.*, 1984; WILMORE *et al.*, 1978).

#### *Comparação entre grupos dos exercícios submáximos*

Nos exercícios aeróbios foram observados maiores valores no GHAE em relação ao GHNT nas variáveis:  $\dot{V}O_2$  absoluto e relativo,  $\dot{V}CO_2$  e  $\dot{V}E$ . Estes resultados podem ser explicados pela intensidade de esforço do primeiro limiar ventilatório ter sido corrida em velocidade muito superior ao GHNT que realizou caminhada. Cesar *et al.* (2007) encontraram maiores valores destas variáveis em homens jovens na corrida que na caminhada na mesma velocidade de 7,0 Km/h.

O maior PulsO<sub>2</sub> no GHAE que no GNHT indica maior volume sistólico e extração periférica de oxigênio na corrida em relação à caminhada, sendo que esta variável aumenta com o aumento do consumo de oxigênio (WASSERMAN *et al.*, 1999).

O maior  $\dot{V}ECO_2$  no GHNT que no GHAE indica menor resposta ventilatória em relação à produção de dióxido de carbono nos atletas que em relação aos homens não treinados, mesmo em uma intensidade de esforço muito maior. Não houve diferença significativa no  $\dot{V}EO_2$  entre os grupos, o que indica que a resposta da ventilação pulmonar ao consumo de oxigênio foi semelhante mesmo em intensidades de esforço muito diferentes.

O R não apresentou diferenças significativas entre os grupos, indicando que o aumento da produção de dióxido de carbono foi proporcional ao aumento do consumo de oxigênio, mesmo com o GHAE tenha realizado o exercício em intensidade muito superior.

Em relação à caminhada, Cesar *et al.* (2013) observaram, em 16 homens jovens treinados de média de idade de 26,2 anos, massa corporal 73,4 kg e estatura de 1,75 metros durante a caminhada na velocidade de 3,0 milhas/hora (4,8 Km/h), valores médios de  $\dot{V}O_2$  12,8 mL/kg/min;  $\dot{V}O_2$  0,94 L/min;  $\dot{V}CO_2$  0,79 L/min;  $\dot{V}E$  22,0 L/min;  $\dot{V}EO_2$  23,6;  $\dot{V}ECO_2$  27,9; FC 87,0 bpm e PulsO<sub>2</sub> 10,9 mL/bat. O GHNT apresentou maiores valores de  $\dot{V}O_2$ , absoluto e relativo,  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ ;  $\dot{V}EO_2$ , FC e PulsO<sub>2</sub> e o  $\dot{V}ECO_2$  foi semelhante, estes dados devem ser atribuídos à intensidade da caminhada do primeiro limiar ventilatório no GHNT ter sido em maior velocidade comparado ao estudo de Cesar *et al.* (2013).

Verlengia *et al.* (2012) notaram, em 10 homens treinados com média de idade de 24,2 anos, massa corporal 79,5 kg e estatura de 1,80 metros, durante a caminhada na velocidade individual ótima de transição de energia (média de 7,4 Km/h), valores médios de  $\dot{V}O_2$  24,5 mL/kg/min;  $\dot{V}E$  40,2 L/min;  $\dot{V}EO_2$  20,5;  $\dot{V}ECO_2$  22,3; FC 136,8 bpm e PulsO<sub>2</sub> 15,2 mL/bat. O GHNT apresentou valores

um pouco maiores de  $\dot{V}E$ ,  $\dot{V}EO_2$  e  $\dot{V}ECO_2$ , menores valores de  $\dot{V}O_2$  e PulsO<sub>2</sub> e valores semelhantes de FC, fatores que pode ser atribuído ao fato dos indivíduos não serem treinados.

Cesar *et al.* (2007) observaram, em 10 homens com média de idade de 22,4 anos, massa corporal média de 72,3 kg e estatura de 1,77 metros, durante a caminhada a 7,0 km/h, valores médios de  $\dot{V}O_2$  1,79 L/min,  $\dot{V}CO_2$  1,57; R 0,88;  $\dot{V}E$  45,3 L/min;  $\dot{V}EO_2$  25,1;  $\dot{V}ECO_2$  28,5; FC 133,2 bpm e PulsO<sub>2</sub> 13,5 mL/bat. O GHNT, na caminhada na velocidade do limiar ventilatório (média de 7,25 km/h) apresentou valores semelhantes de  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}E$ ,  $\dot{V}EO_2$  e PulsO<sub>2</sub>, o que deve ser atribuído à velocidade serem próximas, e valores um pouco maiores de  $\dot{V}CO_2$ , FC e R, e menor de  $\dot{V}ECO_2$ , o que pode ter ocorrido por serem homens não treinados.

Em relação à corrida, Cesar *et al.* (2013) encontraram, nos voluntários durante a corrida na velocidade de 6,0 milhas/hora (9,6 Km/h), valores médios de  $\dot{V}O_2$  33,0 mL/kg/min;  $\dot{V}O_2$  2,40 L/min;  $\dot{V}CO_2$  2,12 L/min;  $\dot{V}E$  58,5 L/min;  $\dot{V}EO_2$  24,4;  $\dot{V}ECO_2$  27,6; FC 152,0 bpm e PulsO<sub>2</sub> 15,9 mL/bat. O GHAE apresentou maiores valores de  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ ; FC e PulsO<sub>2</sub> o que deve ser atribuído pela intensidade da corrida do primeiro limiar ventilatório ter sido em maior velocidade, o  $\dot{V}EO_2$  foi semelhante, e o  $\dot{V}ECO_2$  foi menor, indicando resposta ventilatória semelhante em relação ao consumo de oxigênio e inferior em relação à produção de dióxido de carbono, mesmo na maior intensidade de esforço da corrida do GHAE.

Verlengia *et al.* (2012) observaram, nos voluntários durante a corrida na velocidade individual ótima de transição de energia (média de 7,4 Km/h), valores

médios de  $\dot{V}O_2$  25,9 mL/kg/min;  $\dot{V}E$  43,9 L/min;  $\dot{V}EO_2$  21,0;  $\dot{V}ECO_2$  22,2; FC 135,3 bpm e PulsO<sub>2</sub> 14,7 mL/bat. O GHAE apresentou maiores valores de  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}E$ , FC e PulsO<sub>2</sub> o que deve ser atribuído pela intensidade da corrida do primeiro limiar ventilatório ter sido muito maior, o  $\dot{V}EO_2$  e o  $\dot{V}ECO_2$  também foram maiores, apontando para maior resposta ventilatória em relação ao consumo de oxigênio à produção de dióxido de carbono na corrida em maior intensidade dos atletas do presente estudo.

No estudo de Cesar *et al.* (2007), nos voluntários durante corrida a 7,0 km/h, foram encontrados valores médios de  $\dot{V}O_2$  2,08 L/min,  $\dot{V}CO_2$  1,84 L/min; R 0,87;  $\dot{V}E$  52,4 L/min;  $\dot{V}EO_2$  25,5;  $\dot{V}ECO_2$  29,1; FC 143,2 bpm e PulsO<sub>2</sub> 14,7 mL/bat. O GHAE apresentou maiores valores de  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}CO_2$ , R,  $\dot{V}E$ , FC e PulsO<sub>2</sub> o que pode ser explicado pela intensidade da corrida do primeiro limiar ventilatório ter sido muito maior (média 12,56 km/h), o  $\dot{V}EO_2$  foi semelhante, e o  $\dot{V}ECO_2$  foi menor, o que indica resposta ventilatória semelhante em relação ao consumo de oxigênio e inferior em relação à produção de dióxido de carbono, mesmo na maior intensidade de esforço da corrida do GHAE.

Nos exercícios de força foram observados maiores valores no GHAE em relação ao GHNT nas variáveis:  $\dot{V}O_2$  absoluto e relativo, e PulsO<sub>2</sub>. Os maiores valores de consumo de oxigênio no GHAE evidenciam a participação do metabolismo aeróbio mesmo em exercícios com predomínio anaeróbio láctico, e devem ser atribuídos à maior carga executada pelos atletas, e os resultados do PulsO<sub>2</sub> sugerem que indivíduos com alta aptidão cardiorrespiratória conseguem mesmo em exercícios de força ter uma maior extração periférica de oxigênio que indivíduos não treinados.

A FC não apresentou diferença significativa entre GHNT e GHAE, mas a FC não é considerada um parâmetro adequado para avaliar sobrecarga aeróbia nos exercícios de força (BIZERRA, 2017; SINDORF *et al.*, 2013; SIMÕES *et al.*, 2011; HURLEY *et al.*, 1984; WILMORE *et al.*, 1978).

As variáveis  $\dot{V}CO_2$  e R não apresentaram diferenças entre os grupos do presente estudo, o que pode ser atribuído ao predomínio anaeróbio láctico dos exercícios de força, com produção excessiva de dióxido de carbono e razão das trocas gasosas superior a 1,0 nos dois grupos.

Botelho *et al.* (2003) estudaram 10 indivíduos do sexo masculino média de idade 27,4 anos, massa corporal média de 68,3 kg, e estatura de 1,74 metros, submetidos a um protocolo de exercício de resistência muscular localizada (RML), quatro séries de 15 repetições a 60% de 1RM com 60 segundos de intervalo entre as séries no exercício supino. Foram encontrados valores de  $\dot{V}O_2$  10,62 mL/kg/min, R 1,15 e FC de 119,82 bpm. No presente estudo o GHNT apresentou valores superiores de R e FC e semelhante de  $\dot{V}O_2$  e o GHAE apresentou valores superiores de  $\dot{V}O_2$  e FC e inferiores de R. Esses dados podem ser explicados pela diferença entre os protocolos de estudo em relação ao volume e à intensidade.

Hurley *et al.* (1984) realizaram um treinamento de força com 33 homens com média de idade de 44 anos, massa corporal 85,3 kg, durante 16 semanas com séries de oito a 12 repetições em 14 exercícios. Após o treinamento, foram medidas variáveis cardiopulmonares dos voluntários nos 14 exercícios, e os valores médios foram  $\dot{V}O_2$  18,3 mL/kg/min, PulsO<sub>2</sub> 10,0 mL/bpm e R 1,28, superiores aos encontrados no GHNT e GHAE, FC 115 bpm, inferior ao

encontrado neste estudo, o que pode ser atribuído às diferentes faixas etárias e do volume de treino realizado.

As variáveis  $\dot{V}E$ ,  $\dot{V}EO_2$  e  $\dot{V}ECO_2$  também não apresentaram diferenças entre os GHNT e os GHAE. Esses dados sugerem que em exercícios de força a 70% de 1RM mesmo quando realizados em indivíduos com aptidão cardiorrespiratória e muscular distintas, as respostas das variáveis ventilatórias são semelhantes.

Não foram encontrados estudos recentes investigando as respostas cardiopulmonares agudas nos exercícios de força em homens, apenas em mulheres (SINDORF *et al.*, 2013; SIMÕES *et al.*, 2011).

#### *Intensidade do exercício submáximo aeróbio*

No GHNT não foram observadas diferenças significativas do  $\dot{V}O_2$  do ESA quando comparados ao  $\dot{V}O_{2LV}$  e aos 46% $\dot{V}O_{2max}$ , e não foi notada diferença significativa da FC em relação à FCLV, e foi superior à 64%FCmax, indicando que a velocidade do primeiro limiar ventilatório para indivíduos não treinados é uma intensidade que atinge valores dentro do recomendado para proporcionar melhora da aptidão cardiorrespiratória, a média do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca no ESA foi semelhante à obtida no teste cardiopulmonar máximo, com um protocolo de degrau em esteira ergométrica e incrementos de carga a cada minuto (TEBEXRENI *et al.*, 2001), indicando que a velocidade da caminhada, o  $\dot{V}O_2$  e a FC do limiar ventilatório obtidos no teste máximo, utilizando este protocolo, são reprodutíveis para o treinamento aeróbio contínuo nos homens jovens não treinados.

No GHAE os valores de  $\dot{V}O_2$  no ESA foram inferiores aos valores do  $\dot{V}O_{2LV}$  e superiores aos  $46\% \dot{V}O_{2max}$ , e a FC apresentou menores valores em relação a FCLV e maiores quando comparados aos  $64\%FC_{max}$ . Esses dados apontam que para atletas de *endurance* a velocidade do limiar ventilatório atinge valores dentro do recomendado pelo *American College of Sports Medicine* (2011) para melhora da aptidão cardiorrespiratória, porém por terem uma boa eficiente mecânica de corrida estes indivíduos apresentam o  $\dot{V}O_2$  do ESA, com duração de 20 minutos na VelLV valores inferiores ao  $\dot{V}O_{2LV}$  durante o teste em esteira com incrementos de carga em um minuto, no protocolo proposto por Tebexreni *et al.* (2001).

Os resultados obtidos durante o ESA nos GHNT e GHAE estão de acordo com o citado por Barros Neto, Cesar e Tambeiro (1999), que apontam o limiar ventilatório não apenas como um índice da aptidão cardiorrespiratória, mas também um indicador de intensidade para treinamento aeróbio.

Entretanto, 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, não apenas o treinamento em intensidade moderada. Desta forma, considera-se que, além do treinamento contínuo na intensidade do limiar ventilatório, maiores intensidades e treinamento intervalado devem ser utilizados para melhora da aptidão cardiorrespiratória, principalmente nos atletas de *endurance*.

Bizerra (2017) analisou 10 homens treinados com média de idade de 23,90 anos, massa corporal de 76,51 kg e estatura 1,74 metros, média de  $\dot{V}O_{2max}$  58,55 mL/kg/min,  $\dot{V}O_{2LV}$  34,79 mL/kg/min e velocidade do primeiro limiar

ventilatório 10,30 km/h, que correram duas sessões de exercício VeLV por 20 minutos, e observou que a intensidade proposta atingiu valores de acordo com as recomendações do *American College of Sports Medicine* (2011) para treinamento para aptidão cardiorrespiratória, dados semelhantes aos encontrados no estudo atual. No mesmo estudo foi observado valores médios das duas sessões de  $\dot{V}O_2$  de 32,98 mL/kg/min e FC 152,58 bpm durante exercício aeróbio. Esses valores são maiores do que os do GHNT e menores do que os do GHAE. Esse fato deve ser atribuído por se tratar de indivíduos com diferente aptidão física que realizaram o exercício aeróbio em diferentes intensidades.

#### *Intensidade dos exercícios submáximos de força*

O GHNT e o GHAE apresentaram valores de  $\dot{V}O_2$  inferiores aos valores de  $\dot{V}O_{2LV}$  e aos 46%  $\dot{V}O_{2max}$ . Esses dados mostram que os ESF a 70% 1RM não é suficiente para atingir os valores mínimos que são preconizados para a melhora a aptidão cardiorrespiratória de homens não treinados e atletas de *endurance*.

A FC no GHNT foi semelhante a FCLV e superior a 64% $FC_{max}$ , no GHAE foi inferior a FCLV e semelhante a 64% $FC_{max}$ , demonstrando que a FC não é um parâmetro adequado para monitorar treinamento de força, o que está de acordo com outros estudos previamente citados (BIZERRA, 2017; SINDORF *et al.*, 2013; SIMÕES *et al.*, 2011; HURLEY *et al.*, 1984; WILMORE *et al.*, 1978).

No estudo de Bizerra (2017) os 10 homens treinados durante exercícios de força, de três séries de oito a 12 repetições a 70% 1RM no supino reto, agachamento livre e rosca com barra, foram observados valores de  $\dot{V}O_2$  13,37 mL/kg/min e FC 146,17 bpm. No GHNT o  $\dot{V}O_2$  e a FC foram inferiores e no

GHAE o  $\dot{V}O_2$  foi semelhante e a FC foi inferior. Esses dados podem ser atribuídos pelo fato de que a FC é falha para controle do treinamento de força e as diferenças em relação ao  $\dot{V}O_2$  pelo nível de condicionamento dos indivíduos.

Os resultados obtidos nos exercícios submáximos de força demonstram que treinos de força com três repetições a 70% de 1RM não proporcionam sobrecarga suficiente para treinamento aeróbio, em homens jovens não treinados e em atletas de *endurance*, sendo necessário o treino aeróbio para melhora da aptidão cardiorrespiratória destes indivíduos.

Não foi confirmada a hipótese que intensidade nos testes de 1RM proporcionaria alta sobrecarga aeróbia cardiorrespiratória, pois a sobrecarga aeróbia foi baixa no GHNT e no GHA.

A hipótese que homens não treinados atingiriam sobrecarga aeróbia suficiente nos exercícios de força não foi confirmada, pois o GHNT não alcançou a sobrecarga aeróbia mínima preconizada para melhora da aptidão cardiorrespiratória. No GHA a sobrecarga nos exercícios de força também não atingiu os níveis recomendados para treinamento aeróbio, o que era esperado.

A hipótese que a intensidade do primeiro limiar ventilatório atingiria valores recomendados para melhora da aptidão cardiorrespiratória também foi confirmada, tanto nos homens não treinados e quanto nos atletas de *endurance*.

## 7 CONCLUSÕES

Nos testes de 1RM as variáveis cardiopulmonares não apresentaram diferença entre os grupos e sobrecarga aeróbia cardiorrespiratória, o que pode ser atribuído ao predomínio do sistema ATP-CP nestes testes.

No ESA, o GHNT e o GHAE apresentaram maiores valores de  $\dot{V}O_2$  (mL/kg/min e L/min),  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ , PulsO<sub>2</sub>, em relação ao ESF, o R, os  $\dot{V}EO_2$ ,  $\dot{V}ECO_2$  foram maiores no ESF. A FC não apresentou diferença significativa no GHNT e foi maior no GHAE no ESA. Desta forma, observou-se que em indivíduos com níveis de aptidão física distintas, a demanda cardiopulmonar foi maior nos ESA em relação aos ESF, indicando que entre o mesmo tipo de exercício não teve diferença de resposta entre os grupos.

Na análise do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca no ESA o GNHT e o GHAE, apresentaram valores compatíveis com o recomendado para melhora da aptidão cardiorrespiratória. No GHAE quando comparado o ESA com o consumo de oxigênio do limiar ventilatório, mostrou que este valor fica inferior, provavelmente pela eficiência mecânica de corrida.

Concluindo, a demanda energética do ESA foi adequada e do ESF foi baixa para treinamento para aptidão cardiorrespiratória, no GHNT e no GHAE.

## REFERÊNCIAS \*

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.

BADILLO, J.J.G.; AYESTARÁN, E.G. **Fundamentos do Treinamento de Força: Aplicação ao Alto Rendimento Esportivo**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

BALDARI, C.; LUIGI, L.; SILVA, S.G.; GALLOTTA, M.C.; MERENZIANI, J.P.; PESCE, C.; GUIDETTI, L. Relationship between optimal lactate removal power output and Olympic triathlon performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.21, n.4, p.1160–1165, 2007.

BARBANTI, J.V. **Treinamento esportivo: as capacidades motoras dos esportistas**. São Paulo: Manole, 2010.

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 NETO, T. **O exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos**. São Paulo: Atheneu, p. 3-13, 1999.

BAZGIR, B.; VALOJERDI, M.R.; RAJABI, H.; FATHI, R. OJAGHI, S.M.; MEYBODI, M.E; NETO, G.R.; RAHIMI, M.; ASGARI, A. Acute Cardiovascular and Hemodynamic Responses to Low Intensity Eccentric Resistance Exercise with Blood Flow Restriction. **Asian Journal Sports Medicine**. v.7, n.4, p.e38458, 2016.

BEAN, A. **O guia completo de treinamento de força**. São Paulo: Manole, 1999.

BERRY, N.T.; LAURIE WIDEMAN, L.; SHIELDS, E.W.; BATTAGLINI, C.L. The Effects of a Duathlon Simulation on Ventilatory Threshold and Running Economy. **Journal of Sports Science and Medicine**. v.15, p.247-253, 2016.

---

\* Baseadas na norma NBR 6023, de 2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

BIZERRA, R.G. **Investigação das respostas agudas do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca nos exercícios aeróbio e de força, em homens jovens treinados**. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Programa de Ciências do Movimento Humano, Universidade Metodista de Piracicaba, 2017.

BORG, G.A.V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.14, n.5, p. 377- 381, 1982.

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.

CAIMI, G.; CANINO, B.; AMODEO, G.; INGARGIOLA, P.; LUCIDO, D.; CALANDRINO, V.; PRESTI, R. Erythrocyte deformability and nitric oxide metabolites in athletes before and after a cardiopulmonary test. **Clinical Journal of Sport Medicine**. v.19, n.4, p.306-310, 2009.

CAPUTO, F.; STELLA, S. G.; MELLO, M. T.; DENADAI, B. S. Índices de potência e capacidade aeróbia obtidos em cicloergômetro e esteira rolante: comparações entre corredores, ciclistas, triatletas e sedentários. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.9, p. 223 – 230, 2003.

CARVALHO J.R.E.S.; SANTOS, A.L.G; SCHNEIDER, A.P.; BERETTA, L.; TEBEXRENI, A.S; CESAR, M.C.; BARROS, T.L. Análise comparativa da aptidão cardiorrespiratória de triatletas, avaliados em ciclossimulador e bicicleta ergométrica. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**. v.8, n.3, p.21-24, 2000.

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.; 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, 2013.

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.49-55, 2013A.

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, p.1637-1643, 2009.

CESAR, M.C.C.; GONELLI, P.R.G.; SEBER, S.; PELLEGRINOTTI, I.L.; MONTEBELO, M.I. 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.; MONTESANO, F.T.; DINIZ, R.V.Z.; ALMEIDA, D.R.; TEBEXRENI A.S.; BARROS, T.L. Respostas cardiopulmonares ao exercício em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva de diferentes faixas etárias. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v.86, n.1, p. 14- 18, 2006.

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.

CHWATA, W.; KLIMEK, A.; MIREK, W. Changes in Energy Cost and Total External Work of Muscles in Elite Race Walkers Walking at Different Speeds. **Journal of Human Kinetics**. v. 44, p. 129-136, 2014.

CRISP, A.H.; VERLENGIA, R.; SINDORF, M.A.G.; GERMANO, M.D.; CESAR, M.C.; LOPES, C.R. Time to exhaustion at  $\dot{V}O_{2max}$  velocity in basketball and soccer athletes. **Journal of Exercise Physiology Online**. v.16, n.2, p.82-91, 2013.

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

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.

DENADAI, B.S. Limiar anaeróbio: considerações fisiológicas e metodológicas. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v.1, p.74 – 88, 1995.

DRUMMOND, M.J.; VEHR, P.R.; SCHAALJE, G.B; PARCELL, A.C. Aerobic and resistance exercise sequence affects excess postexercise oxygen consumption. **Journal Strength and Conditioning Research**. v.19, p.332– 337, 2005.

ESTEVE-LANAO, J.; FOSTER, C.; SEILER, S.; LUCIA, A. Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.21, n.3, p.943–949, 2007.

ESTEVE-LANAO, J.; JUAN, A.F.S; EARNEST, C.P.; FOSTER, C.; LUCIA, A. How Do Endurance Runners Actually Train? Relationship with Competition Performance. **Medicine and Science Sports and Exercise**. v.37, n.3, p.496–504,

2005.

FERNÁNDEZ, C.B.; GONZÁLEZ, C.M.; CAMPO-VECINO, D. Seasonal Strength Performance and its relationship with training load on elite runners. **Journal of Sports Science and Medicine**. n.14, p. 9 – 15, 2015.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

FOSCHINI, D.F; PRESTES, J.; CHARRO, M. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. **Revista Brasileira de Cineantropometria do Desempenho Humano**. v.9, n.1, p. 101- 106, 2007.

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

FOSTER, C.; FARLAND, C.V.; GUIDOTI, F.; HARBIN, M.; ROBERTS, B.; SCHUETTE, J.; TUURI, A.; DOBERSTEIN, S.T.; PORCARI, J.P. The Effects of High Intensity Interval Training vs Steady State Training on Aerobic and Anaerobic Capacity. **Journal of Sports Science and Medicine**. v.14, p. 747-755, 2015.

FOUREAUX, G.; PINTO, K.M.C.; DÂMASO, A. Effects of excess post-exercise oxygen consumption and resting metabolic rate in energetic cost. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 12, p. 393 – 398, 2006.

GOMES, A.C. **Treinamento Desportivo: estruturação e periodização**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

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**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2017.

HEYWARD, V.H. **Advanced fitness assessment & exercise prescription**. 3. ed. Champaign: Human Kinetics, p. 121- 141, 1997.

HIDEBRAND, R. A.; MILLER, B.; WARREN, A.; HILDEBRAND, D.; SMITH, B.J. Compromised Vitamin D Status Negatively affects muscular strength and power of collegiate athletes. **International Journal Sports Nutrition Exercise Metabolic**. v. 24, p.1-19, 2016.

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.

INBAR, O.; OREN, A.; SCHEINOWITZ, M.; ROTSTEIN, A.; DLIN, R.; CASABURI, R. Normal Cardiopulmonary responses during incremental exercise in 20- to 70- yr-old men. **Medicine and Science Sports and Exercise**. v.26, n.5, p. 538- 546, 1994.

KARAMPATSOS, G.; KORFIATIS, P.; ZARAS, N.; GEORGIADIS, G.; TERZIS, G. Acute effect of counter movement jumping on throwing performance in track and field athletes during competition. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 31, n.2, p. 359-364, 2016.

KRAUTLER, D.J.; LOSS, J.F. Rosca Direta para Flexores do Cotovelo: Execução na Barra Reta ou na Barra W? **Escola de Educação Física - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – RS**.

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.

KOUTLIANOS, N.; DIMITROS, E.; METAXAS, T.; DELIGIANNIS, A.S.; KOUIDI, E. Indirect estimation of  $\dot{V}O_{2\max}$  in athletes by ACSM's equation: valid or not? **Hippokratia**. v.17, n.2, p.136-140, 2013.

KRAEMER, W.J; FLECK, S.J. **Otimizando o treinamento de força: programas de periodização não – linear**. Barueri: Manole, 2009.

LIBARDI, C.A.; SPILLER, E.S.; OLIVEIRA JR., A.V.; PESSOTI, E.R., MONTEBELO, M.I.L.; CESAR, M.C. Comparação de testes de 1 RM e 10 RMs em homens jovens treinados. **Saúde em Revista**. v.9; n. 2, p. 31-37, 2007.

LOPRINZI, P.D.; CARDINAL, B.J.; KARP, J.R.; BRODOWICZ, G.R. Group training in adolescent runners: influence on  $\dot{V}O_{2\max}$  and 5-km race performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.25, n.10, p.2696–2703, 2011.

LOTURCO, I.; PEREIRA, L.A.; CAL ABAD, C.C.; GIL, S.; KITAMURA, K.; KOBAL, R.; NAKAMURA, F.Y. Using Bar Velocity to Predict Maximum Dynamic Strength in the Half-Squat Exercise. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. n.11, p. 697-700, 2016.

MARCHETTI, P.H.; P.H; ARRUDA, C. C.; SEGAMARCHI, L.F.; SOARES, E.G.; ITO, D. T.; JUNIOZ, D.A.L.; PELOZO JR., O.; UCHIDA, M. C. EXERCÍCIO SUPINO: uma breve revisão sobre os aspectos biomecânicos BENCH PRESS EXERCISE: a brief review in the biomechanical aspects. **Brazilian Journal of Sports and Exercise Research**. v.1, n. 2, p. 135-142, 2010.

MARCHETTI, P.H.; CALHEIROS NETO R.B.; CHARROA, M.A. **Biomecânica Aplicada: Uma abordagem para o treinamento de força**. São Paulo: Phorte, 2007.

MARINS, J.C.B; GIANICHI, R. S. **Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático**. 3.ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

MAUD, P.J.; FOSTER, C. **Avaliação fisiológica do condicionamento físico humano**. 2.ed. São Paulo: Phorte, 2009.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2011.

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

MINA, M.A.; BLAZEVIČH, A.J.; GIAKAS, G.; SEITZ, L.B.; KAY, A.D. Chain-loaded variable resistance warm-up improves free-weight maximal back squat performance. **European Journal of Sport Science**. v.16, n.8, p. 932-939, 2016.

MONTEIRO, L.V.; PEREIRA, S.C.G.; ABAD, C.C.C. Efeitos do treinamento aeróbico contínuo e intervalado no perfil lipídico sanguíneo de mulheres com excesso de gordura corporal. **Revista Brasileira Prescrição e Fisiologia do Exercício**. v. 4, n. 21, p. 270-76, 2010.

MONTEIRO, W. **Personal Training – Manual para avaliação e prescrição de condicionamento físico**. Rio de Janeiro: Sprint, 1999.

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

MUÑOZ, I.; SEILER, S.; BAUTISTA, J.; ESPAÑA, J.; LARUMBE, E.; ESTEVELANAO, J. Does Polarized Training Improve Performance in Recreational Runners? **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v.9, p. 265-272, 2014.

NEVES, C.D.C; LACERDA, A.C.R; VANESSA K. S; LAGE, V.K.S.; LIMA, L.P.; FONSECA, S.F; AVELAR, N.C.P; TEIXEIRA, M.M; MENDONÇA, V.A. Cardiorespiratory Responses and Prediction of Peak Oxygen Uptake during the Shuttle Walking Test in Healthy Sedentary Adult Men. **Plos One**. v.6, p. 1- 9, 2015.

NICHOLSON, G.; ISPOGLOU, T.; BISSAS, A. The impact of repetition mechanics on the adaptations resulting from strength-, hypertrophy- and cluster-type resistance training. **European Journal of Applied Physiology**. v.116, p.1875-1888, 2016.

OOSTHUYSE, T.; MCVEIGH, J.A.; MICKLESFIELD, L.K.; MEIRING, R.M. Radial and tibial bone indices in athletes participating in different endurance sports: a pQCT study. **European Journal of Sport Science**. v.17, n.2, p. 231-240, 2017.

PARKER, S.B.; HURLEY, B.F.; HANLON, D.P.; VACCARO, P. Failure of target heart rate to accurately monitor intensity during aerobic dance. **Medicine and Science Sports and Exercise**. v.21, n. 2, p. 230- 234, 1989.

PLATONOV, V.N. **Tratado geral do treinamento desportivo**. São Paulo: Phorte, 2008.

POWERS, S.K.; HOWLEY, .T. **Fisiologia do Exercício- Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 8.ed. São Paulo: Manole, 2014.

RAEDER , C.; WIEWELHOVE, T.; WESTPHAL-MARTINEZ, M.P.; FERNANDEZ-FERNANDEZ, J.; SIMOLA, R.A.; KELLMANN, M.; MEYER, T.; PFEIFFER, M.; FERRAUTI, A. Neuromuscular fatigue and physiological responses after five dynamic squat exercise protocols. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 30, n. 4, p. 953–965, 2016.

REBELO, A.C.S.; ZUTTIN, R.S.; VERLENGIA, R.; CESAR, M.C.; SÁ, M.F.S.; SILVA, E. Effect of low-dose combined oral contraceptive on aerobic capacity and anaerobic threshold level in active and sedentary young women? **Contraception**. v. 81, n.4, p.309-315, 2010.

SAUNDERS, P.U.; PYNE, D.B.; TELFORD, R. D.; HAWLEY, J.A. Factors affecting running economy in trained distance runners. **Sports Medicine**. v.34, n.7, p. 465-85, 2004.

SCHNEIDER, D.A.; POLLACK, J. Ventilatory threshold and maximal oxygen uptake during cycling and running in female triathletes. **International Journal Sports Medicine**. v.12, n.4, p. 379- 383, 1991.

SEILER, S.; HAUGEN, O.; KUFFEL, E. Autonomic Recovery after Exercise in Trained Athletes: Intensity and Duration Effects. **Medicine and Science Sports and Exercise**. v.39, n.8, p.1366–1373, 2007.

SEILER, K.S.; KJERLAND, GO. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an“optimal” distribution? **Scandinavian Journal Medicine Science Sports**. v.16, p. 49–56, 2006.

SHAW I.; SHAW, B.S; BROWN, G. A. Concurrent Training and Pulmonary Function in smokers. **International Journal Sports and Medicine**. v. 32, p. 776-780, 2011.

SHAW, I.; SHAW, B.S. Compatibility of concurrent aerobic and resistance training on maximal aerobic capacity in sedentary males. **Cardiovascular Journal of Africa**. v.20, n.2, p. 104-106, 2009.

SILVA, A.D.; PIRES, F.O.; BERTUZZI, R. Excesso de oxigênio consumido pós-esforço: possíveis mecanismos fisiológicos. **Revista da Educação Física/UEM**. v. 21, n. 3, p. 563-575, 2010.

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.

SOUZA, C.O.; FERREIRA, J.J.A.; MEDEIROS, A.C.L.V.; CARVALHO, A.H.; PEREIRA, R.C.; GUEDES, D.T.; ALENCAR, J.F. Atividade eletromiográfica no agachamento nas posições de 40°, 60° e 90° de flexão do joelho. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.13, n.5, p. 310 – 316, 2007.

SOUZA, M.J.; MAGUIRE, M.S.; RUBIN, K.R.; MARESH, C.M. Effects of menstrual phase and amenorrhea on exercise performance in runners. **Medicine and Science Sports and Exercise**. v.22, p. 575-580, 1990.

SOUZA, T.M.F.; SINDORF, M.A.G; GONELLI, P.R.G; SIMÕES, R.A.; MONTEBELLO, M.I.L; CESAR, M.C. Carga para aplicação de testes de 1RM 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.

SULTANA, F.; ABBISS, C.R; LOUIS, J.; BERNARD, T.; HAUSSWIRTH, C.; BRISWALTER, J. Age-related changes in cardio-respiratory responses and muscular performance following an Olympic triathlon in well-trained triathletes. **European Journal of Applied Physiology**. v.112, n.4, p.1549-1556, 2012.

SWAIN, D.P; FRANKLIN, B.A.  $\dot{V}O_2$  reserve and the minimal intensity for improving cardiorespiratory fitness. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.34, n.1, p.152-157, 2002.

TANAKA, H.; MONAHAN, K.D.; SEALS, D.R. Age – Predicted Maximal Heart Revisited. **Journal of American College of Cardiology**. v. 37, p. 153- 156, 2001.

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.

THOMPSON, C.W.; FLOYD, R.T. **Manual de cinesiologia estrutural**. 14 ed. São Paulo: Manole, 2002.

THORNTON, M.; ROSSI, S.; MCMILLAN, J. Comparison of two different resistance training intensities on excess post-exercise oxygen consumption in African American women who are overweight. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.25, n.2, p. 489 – 496, 2011.

UCHIDA, M.C.; CHARRO, M.A.; BACURAU, R.F.; NAVARRO, F.; PONTES JR., F.L. **Manual de musculação. Uma abordagem teórico- prático do treinamento de força**. 6.ed. São Paulo: Phorte Editora, 2010.

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 antioxidante system after 30 Min at the walk-run transition speed. **Journal of Exercise Physiology Online**. v.15, n. 5., p. 40-48, 2012.

VICENT, H.K.; PERCIVAL, S.2.; CREASY, R.; ALEXIS, D.; SEAY, A.N.; LAURA, A.Z.; MACMILLAN, M.; VINCENT, K.R. Acute Effects of Enhanced Eccentric and Concentric Resistance Exercise on Metabolism and Inflammation. **Journal of novel Physiotherapies**. v.4, n.2, p. 1-17, 2014.

WALLENTA, C.; GRANACHER, U.; LESINSKI, M.; SCHÜNEMANN, C.; MUEHLBAUER, T. Effects of complex versus block strength training on the athletic performance of elite youth soccer players. **Sportverletz Sportchaden**. v. 30, n.1, p. 31 – 37, 2016.

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.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L.; KENNEY, L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 4.ed. Barueri: São Paulo, Manole, 2010.

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

WILMORE, J.H.; PARR, B.R; GIRANDOLA, R.N.; WARD, P.; VODAK, P.A.; BARSTOW, T.J.; PIPES, T.V.; ROMERO, G.T.; LESLIE, P. Physiological alterations consequent to circuit weight training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.10, n.2, p. 79-84, 1978.

WOLPERN, A.E.; BURGOS, D.J.; JANOT, J.M.; DALLECK, L.C. Is a threshold-based model a superior method to the relative percent concept for establishing individual exercise intensity? a randomized controlled trial. **BMC Sports Science, Medicine, and Rehabilitation**. p. 7-16, 2015.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999.

## ANEXO

 <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	