

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA – UNIMEP  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – FACIS  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**RESPOSTAS CARDIOPULMONARES AGUDAS DE  
MULHERES DURANTE EXERCÍCIOS DE RESISTÊNCIA  
DE FORÇA COMPARADAS COM EXERCÍCIO AERÓBIO  
NA MESMA DEMANDA ENERGÉTICA**

**GLAUBER CAETANO FERREIRA LOPES**

**PIRACICABA**

**2012**

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA – UNIMEP  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – FACIS  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**RESPOSTAS CARDIOPULMONARES AGUDAS DE  
MULHERES DURANTE EXERCÍCIOS DE RESISTÊNCIA  
DE FORÇA COMPARADAS COM EXERCÍCIO AERÓBIO  
NA MESMA DEMANDA ENERGÉTICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA  
À UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA AQUISIÇÃO  
DO TÍTULO DE MESTRE.

MESTRANDO: GLAUBER CAETANO FERREIRA  
LOPES.

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCELO DE  
CASTRO CESAR

**PIRACICABA**

**2012**

**GLAUBER CAETANO FERREIRA LOPES**

**RESPOSTAS CARDIOPULMONARES AGUDAS DE  
MULHERES DURANTE EXERCÍCIOS DE RESISTÊNCIA  
DE FORÇA COMPARADAS COM EXERCÍCIO AERÓBIO  
NA MESMA DEMANDA ENERGÉTICA**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar  
Universidade Metodista de Piracicaba**

---

**Prof. Dr. Ídico Luiz Pellegrinotti  
Universidade Metodista de Piracicaba**

---

**Prof. Dr. João Paulo Borin  
Universidade Estadual de Campinas**

Piracicaba, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2012.

Aos pesquisadores que dedicam seu tempo e talento a descoberta de novos conhecimentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais José Milton J. F. Lopes e Nila Caetano F. Lopes e ao meu irmão Alexandre Caetano F. Lopes pelo apoio e incentivo à pesquisa.

A UNIMEP pela oportunidade.

Ao Professor Dr. Marcelo de Castro Cesar pelas orientações e amizade ao longo desses anos.

Aos colegas de Mestrado pela cooperação mútua.

Aos professores da UNIMEP por todo conhecimento ofertado.

E a toda equipe do Laboratório de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico da UNIMEP.

Agradeço aos amigos que fiz no decorrer do curso, cujas participações neste trabalho foram muitas vezes indiretas, porém importantíssimas.

Agradeço aos bolsistas de Iniciação Científica da UNIMEP, PIBIC-CNPq Márcio Antônio Gonsalves Sindorf, Tiago Vieira Arbex e Marina Donato Crepaldi, pela importante colaboração.

Agradeço a Prof<sup>a</sup>. Ms. Pamela Roberta Gomes Gonelli pela colaboração na análise dos resultados.

Agradeço também, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo que me foi concedida.

E às voluntárias deste trabalho, cujas participações tornaram possível esta pesquisa.

***"O futuro dependerá daquilo que fazemos no presente."***

*Mahatma Gandhi*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Laboratório de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico – UNIMEP .....	37
Figura 2 – Voluntária executando um teste cardiopulmonar máximo.....	39
Figura 3 – Teste de 1 RM no supino reto .....	40
Figura 4 – Teste de 1 RM no agachamento livre.....	41
Figura 5 – Teste de 1 RM da rosca direta com a barra .....	42
Figura 6 – Registro das respostas cardiopulmonares durante o exercício supino reto .....	44
Figura 7 – Registro das respostas cardiopulmonares durante o exercício agachamento livre.....	45
Figura 8 – Registro das respostas cardiopulmonares durante o exercício rosca direta com a barra .....	45
Figura 9 – Registro das respostas cardiopulmonares durante a Caminhada .....	47
Figura 10 – Registro das respostas cardiopulmonares durante o repouso e recuperação .....	47
Figura 11 – Valores de consumo de oxigênio (ml/kg/min) pré-exercícios e durante os exercícios para os testes de resistência de força e caminhada .....	50
Figura 12 – Valores de frequência cardíaca (bpm) pré-exercícios e durante os exercícios para os testes de resistência de força e caminhada .....	51
Figura 13 – Valores de ventilação (l/min) pré-exercícios e durante os exercícios para os testes de resistência de força e caminhada .....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados antropométricos das voluntárias .....	49
Tabela 2 – Dados do teste 1 RM das voluntárias.....	49
Tabela 3 - Dados do teste cardiopulmonar máximo das voluntárias .....	50
Tabela 4 – Média, desvio padrão e resultados da análise estatística das variáveis cardiopulmonares das sessões de exercícios de resistência de força e caminhada das voluntárias.....	52
Tabela 5 – Média, desvio padrão e resultados da análise estatística da relação percentual entre as variáveis cardiopulmonares das sessões de exercícios de resistência de força e caminhada das voluntárias com os valores máximos e do limiar ventilatório .....	53



## LISTA DE ABREVIATURAS

ACSM: *American College of Sports Medicine.*

AHA: *American Heart Association.*

ATP: Adenosina trifosfato.

BPM: Batimentos por minuto.

BTPS: *Body Temperature and Pressure Saturated.*

CP: Creatina fosfato.

FACIS: Faculdade de Ciências da Saúde.

FC: Frequência cardíaca.

FCMáx: Frequência cardíaca máxima.

IMC: Índice de massa corporal.

LA: Limiar anaeróbio.

LV: Limiar ventilatório.

MET: Equivalente metabólico.

Pulso de O<sub>2</sub>: Pulso de oxigênio.

R: Razão das trocas gasosas.

RM: Repetição máxima.

SBC: Sociedade Brasileira de Cardiologia.

VCO<sub>2</sub>: Produção de dióxido de carbono.

V<sub>E</sub>: Ventilação pulmonar.

V<sub>E</sub>Máx: Ventilação máxima.

V<sub>E</sub>O<sub>2</sub>: Equivalente ventilatório para o oxigênio.

V<sub>E</sub>CO<sub>2</sub>: Equivalente ventilatório para o dióxido de carbono.

VO<sub>2</sub>: Consumo de oxigênio.

VO<sub>2</sub>Máx: Consumo máximo de oxigênio.

UNIMEP: Universidade Metodista de Piracicaba.

## RESUMO

As respostas cardiopulmonares das mulheres frente a exercícios de resistência de força e aeróbios ainda necessitam de maiores elucidaciones. Entretanto, o desenvolvimento da força muscular em homens tem sido o foco de diversos estudos. Assim, estudar os efeitos de sessões de exercícios de resistência de força e aeróbio na aptidão cardiopulmonar de mulheres jovens passa a ser uma prioridade de profissionais ligados a saúde. Este estudo teve como objetivo comparar as respostas cardiopulmonares agudas entre exercícios de resistência de força e aeróbio na mesma demanda energética em mulheres jovens e treinadas. Participaram nove mulheres com idades variando de 18 a 30 anos, em treinamento físico regular há mais de um ano. Para determinar o n da amostra foi aplicado o teste Power com poder de teste 0,99. Todas as voluntárias foram submetidas ao teste de 1 repetição máxima nos seguintes exercícios: supino reto, agachamento livre e rosca direta com a barra. Também foram submetidas a teste cardiopulmonar máximo em esteira. Os exercícios de resistência de força consistiram em 3 séries de 25 a 30 repetições com uma carga próxima a 30% de 1 RM. Os exercícios aeróbios consistiram de uma caminhada em esteira, com duração de 20 minutos, no mesmo consumo de oxigênio dos exercícios resistidos de força. Para as medidas das variáveis cardiopulmonares durante as sessões foi utilizado um analisador de gases metabólicos. Foi verificada a normalidade dos dados segundo o teste de Shapiro-Wilks. Para a comparação entre os dados dos exercícios de resistência de força e aeróbio foi aplicado o teste t Student para dados pareados, sendo as variáveis que a pressuposição dos testes paramétricos foi verificada. Para as variáveis que os pressupostos não foram verificados, foi utilizado o teste de Wilcoxon. O nível de significância das análises foi de  $p \leq 0,05$ . Não houve diferenças do consumo de oxigênio entre os exercício de resistência de força e aeróbio ( $p > 0,05$ ), conforme a proposta do estudo. O exercício de resistência de força mostrou maiores valores de frequência cardíaca ( $p \leq 0,01$ ), razão de trocas gasosas ( $p \leq 0,01$ ) produção de dióxido de carbono ( $p \leq 0,05$ ), ventilação pulmonar ( $p \leq 0,05$ ), equivalentes ventilatórios para o oxigênio ( $p \leq 0,01$ ) e para dióxido de carbono ( $p \leq 0,05$ ). O pulso de oxigênio foi maior na caminhada ( $p \leq 0,01$ ). Os resultados obtidos sugerem que o exercício de resistência de força proporciona maior resposta cronotrópica e ventilatória em relação ao exercício aeróbio na mesma demanda energética, em mulheres jovens treinadas. Os resultados indicam que o exercício de resistência de força estudado pode não ser suficiente para melhora da aptidão cardiorrespiratória em mulheres jovens treinadas.

**Palavras-chave:** força muscular; consumo de oxigênio; mulheres.

## ABSTRACT

Cardiopulmonary responses of women against exercises of resistance strength and aerobic requires further elucidation. However the development of muscle strength in men has been the focus of several studies. Thus, studying the effects of sessions of exercise resistance strength and aerobic in cardiopulmonary fitness of young women becomes a priority of the health professionals involved. This study aimed to compare acute cardiopulmonary responses between exercise of resistance strength and aerobic in the same energy demand in young and trained women. Participated nine women aged 18 to 30 years in regular physical training for over a year. To determine the sample on the test was applied the Power test - power 0.99. All subjects were tested with 1 repetition maximum test in the following exercises: bench press, squat and biceps thread with bar. Also underwent maximal cardiopulmonary exercise testing on a treadmill. The exercise of resistance strength consisted of 3 sets of 25 to 30 repetitions with a load close to 30% of 1 RM. The aerobic exercise consisted of walking on a treadmill, lasting 20 minutes, at the same oxygen uptake of resistance strength exercise. For measurements of cardiopulmonary variables during the sessions was used a metabolic gas analyzer. It was verified the normality of the data using the Shapiro-Wilks test. To compare the data of resistance strength exercise and aerobic was applied the test t Student for paired data, and variables that the assumption of parametric tests was verified. For the variables that the assumptions were not verified, it was used the Wilcoxon test. The level of significance of the analyzes was  $p \leq 0.05$ . There were no differences in oxygen uptake between resistance strength exercise and aerobic ( $p > 0.05$ ), as the study proposal. The exercise of resistance strength showed higher values of heart rate ( $p \leq 0.01$ ), respiratory exchange ratio ( $p \leq 0.01$ ) production of carbon dioxide ( $p \leq 0.05$ ), pulmonary ventilation ( $p \leq 0.05$ ), ventilatory equivalents for oxygen ( $p \leq 0.01$ ) and for carbon dioxide ( $p \leq 0.05$ ). The oxygen pulse was higher in walking ( $p \leq 0.01$ ). The results suggest that resistance strength exercise provides greater chronotropic response and ventilatory response compared to aerobic exercise in the same energy demand, in trained young women. The results indicate that strength resistance exercise investigated may not be sufficient to improve cardiorespiratory fitness in young women trained.

**Keywords:** muscle strength, oxygen uptake; women.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	16
2.1 – Objetivo geral .....	16
2.2 – Objetivos específicos.....	16
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
3.1 – Avaliação da aptidão cardiorrespiratória .....	17
3.1.1 – Teste cardiopulmonar.....	17
3.1.2 – Índices de Aptidão Cardiorrespiratória .....	18
3.2 – Fisiologia do exercício e bioenergética .....	21
3.2.1 – Ajustes e adaptações cardiorrespiratórias ao esforço .....	24
3.3 – Treinamento físico.....	30
<b>4. MÉTODOS</b> .....	36
4.1 – Casuística.....	36
4.2 – Obtenção dos dados .....	37
4.2.1 – Protocolos de testes.....	38
4.2.1.1 – Avaliação pré-participação .....	38
4.2.1.2 – Teste Cardiopulmonar .....	38
4.2.1.3 – Teste de 1 Repetição Máxima.....	40
4.2.1.4 – Medida das Respostas Cardiopulmonares durante os Exercícios de Resistência de Força .....	43
4.2.1.5 – Medida das Respostas Cardiopulmonares durante o Exercício Aeróbio .....	46
4.3 – Variáveis do estudo .....	48
4.4 – Tratamento estatístico .....	48
<b>5. RESULTADOS</b> .....	49
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	54
<b>7. CONCLUSÕES</b> .....	63
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	64
<b>ANEXO A</b> .....	75
<b>ANEXO B</b> .....	76
<b>ANEXO C</b> .....	78
<b>ANEXO D</b> .....	79
<b>APÊNDICE A</b> .....	81

## 1. INTRODUÇÃO

Dois importantes índices de limitação funcional cardiopulmonar; limiar ventilatório (LV) e consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ Máx), podem ser determinados pelo teste cardiopulmonar (WASSERMAN, et al., 1999; BARROS NETO, CESAR, TAMBEIRO, 2004).

Além de servir como índice da aptidão cardiopulmonar, o limiar ventilatório também corresponde a um importante indicador de intensidade para o treinamento aeróbio (BARROS NETO, CESAR, TAMBEIRO, 2004). O treinamento físico pode aumentar o consumo máximo de oxigênio e o limiar ventilatório (DAVIS, et al., 1979; POOLE, GAESSER, 1985; CESAR, PARDINI, BARROS, 2001; SIMÕES, et al., 2009).

Há uma recomendação do *American College of Sports Medicine* (1990) que indica como intensidade mínima de exercício para melhora da capacidade aeróbia o valor de 50% do consumo máximo de oxigênio ou 55% da frequência cardíaca máxima. E valores máximos de 85% do consumo máximo de oxigênio ou 90% da frequência cardíaca máxima (ACSM, 1998).

O treinamento de força e o consumo máximo de oxigênio têm sido alvo de diversos estudos. No entanto, a maioria dos estudos não encontrou que o treinamento de força propicia aumento no consumo máximo de oxigênio (HURLEY, et al., 1984; MARCINICKI, et al., 1991; KRAMER, et al., 1995; DOLEZAL, POTTEIGER, 1998; BISHOP, et al., 1999; HOFF, HELGERUD, WISLOFF, 1999; SANTA-CLARA, et al., 2002; LEVERITT, et al., 2003; DIONNE, et al., 2004; GLOWACKI, et al., 2004; CAUZA, et al., 2005; SIMÕES, et al. 2011). O mesmo ocorre em mulheres, embora poucos estudos tenham mulheres como voluntárias (BISHOP, et al., 1999; HOFF, HELGERUD, WISLOFF, 1999; DIONNE, et al. 2004; CESAR, et al., 2009).

Outros estudos com treinamento de força encontraram melhora nos índices funcionais da capacidade cardiopulmonar (MARCINICKI, et al., 1991; MCCARTHY, et al., 1995; SANTA-CLARA, et al., 2002; CHTARA, et al., 2005; SOUZA, et al., 2008).

É descrito que o treinamento de força com cargas de treinamento de 40% a 60% de uma repetição máxima e com 15 a 20 repetições por exercício possui um

predomínio do metabolismo anaeróbio láctico. E que o treinamento de 30% a 50% de uma repetição máxima, com 20 a 30 repetições por exercício apresenta um predomínio do metabolismo aeróbio (GOBBI, VILLAR, ZAGO, 2005).

Estudos mostram os benefícios para a saúde que a atividade física pode trazer, desde que seja executada de forma correta (ACSM, 1998; TOMÉ, VALENTIN, 2006; PITANGA, et al., 2010). O treinamento de resistência de força; realizado com pesos, pode ser utilizado para melhora do rendimento esportivo em diversas modalidades, aprimoramento do condicionamento físico, cuidados com a estética e para promover a saúde, o que tornou o incremento da força muscular o objeto de estudo de diversos trabalhos (ACSM, 1998; ACSM, 2000; FLECK, KRAEMER, 2006; MONTERO, 2006; WILLIAMS, et al., 2007). Podendo ser praticado por indivíduos saudáveis, atletas e até por portadores de doenças crônicas (ACSM, 2000; MONTERO, 2006). Servindo como prevenção e reabilitação de lesões músculo-esqueléticas, prevenção de doenças crônicas e promovendo saúde e melhora na qualidade de vida (ACSM, 1998; FLECK, KRAEMER, 2006; WILLIAMS, et al., 2007).

Existem outros estudos que comprovam os efeitos benéficos do treinamento de força na composição corporal, desempenho motor e na força muscular (DOLEZAL, POTTEIGER, 1998; HURLBUT, et al., 2002; KRAEMER, RATAMESS, 2004; DIAS, et al., 2005; FLECK, KRAEMER, 2006; SOUZA, et al., 2008). Sendo atualmente incluído nos programas públicos de treinamento para saúde (WINNET; CARPINELLI, 2001).

A abordagem científica que auxilia as decisões na montagem de um treinamento, seja para alto desempenho ou mesmo para treinamento visando cuidados com a saúde tornou-se hoje um dos diferenciais na obtenção dos resultados (BARBANTI, TRICOLI, UGRINOWITSCH, 2004).

As adaptações musculares promovidas pelos treinamentos de força e pelos treinamentos aeróbios se diferem; como é esperado pelo princípio da especificidade que rege a prescrição de treinamentos (DANTAS, 1995; MONTEIRO, 1997; ZATSIORSKY, KRAEMER, 2008; FOSS, KATEYIAN, 2000).

O treinamento aeróbio promove a diminuição da atividade das enzimas glicolíticas, mas aumenta os estoques intramusculares de substratos, enzimas oxidativas, capilarização e densidade mitocondrial. Sendo mudanças quase

antagônicas ao treinamento de força, pois este promove um aumento da atividade das enzimas glicolíticas, redução da densidade mitocondrial, tem pequeno efeito na capilarização, nas enzimas oxidativas e estoques intramusculares de substratos (com exceção do glicogênio muscular) (TANAKA, SWENSEN, 1998).

Butts, Knox e Foley (1995) demonstraram que há diferenças nas respostas fisiológicas entre homens e mulheres em testes de caminhada em esteira. Onde os homens obtiveram maiores valores de ventilação pulmonar ( $V_E$ ), consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e METs ( $P < 0,001$ ) quando comparados aos valores das mulheres.

Poucos estudos foram realizados comparando as respostas cardiopulmonares de exercícios de força com os exercícios aeróbios em mulheres (HURLEY, et al., 1984; PAVANELLI, 2000; BOTELHO, et al., 2003). Assim os efeitos do treinamento de força e da caminhada na aptidão cardiopulmonar ainda necessitam de maior investigação.

Existem estudos prévios que tiveram como objetivo a investigação dos ajustes cardiopulmonares no exercício de força (WILMORE, et al., 1978; HURLEY, et al., 1984; BURLESON, et al., 1997; BOTELHO, et al., 2003; PHILLIPS, ZIURAITIS, 2004; SCOTT, 2006), assim como no exercício aeróbio (ACSM, 1998; ACHTEN, GLEESON, JEUKENDRUP, 2002; SWAIN, FRANKILN, 2002; BOTELHO, et al., 2003; CESAR, et al., 2007; HELGERUD, et al., 2007; GORMLEY, et al., 2008). Entretanto, a comparação das respostas cardiopulmonares agudas de um exercício de resistência de força de baixa intensidade e alto número de repetições com um exercício aeróbio na mesma demanda energética ainda não foi realizado. Sendo este, então, o objetivo deste estudo.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 – Objetivo geral

Observar as respostas cardiopulmonares agudas de exercícios de resistência de força e de exercício aeróbio.

### 2.2 – Objetivos específicos

Comparar as respostas cardiopulmonares agudas de três exercícios de resistência de força (supino reto, agachamento livre e rosca direta com a barra) com as respostas do exercício aeróbio (caminhada em esteira), executado na mesma demanda energética, em mulheres jovens e treinadas.

A partir das respostas cardiopulmonares dos exercícios de resistência de força e aeróbio, comparar o consumo de oxigênio, produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ), frequência cardíaca, ventilação pulmonar, equivalente ventilatório para oxigênio e dióxido de carbono, razão de trocas gasosas, pulso de oxigênio (pulso de  $O_2$ ) e equivalentes metabólicos.

Comparar os valores percentuais do consumo de oxigênio, frequência cardíaca e ventilação pulmonar em relação ao máximo e ao limiar ventilatório.



### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 – Avaliação da aptidão cardiorrespiratória

##### 3.1.1 – Teste cardiopulmonar

Nos últimos anos os testes cardiopulmonares tiveram uma evolução significativa, tanto em relação aos métodos quanto aos equipamentos (BEAVER, WASSERMAN, WHIPP, 1973; PEARCE, et al., 1975; BEAVER, LAMARRA, WASSERMAN, 1981; WASSERMAN, et al., 1999; TEBEXRENI, et al. 2001).

O teste cardiopulmonar, ou ergoespirometria, é um método muito utilizado no diagnóstico de doenças arteriais coronarianas e suas repercussões clínicas, aferindo a relação entre a demanda e a oferta de oxigênio ao miocárdio (WASSERMAN, et al., 1999; BARROS NETO, TEBEXRENI, TAMBEIRO, 2001).

Pode determinar variáveis cardiopulmonares e metabólicas tendo como base as trocas gasosas pulmonares no decorrer do teste. O que possibilita a determinação dos índices de avaliação funcional para fins científicos ou para uma aplicação prática visando alta performance ou mesmo para atividades físicas não competitivas (BARROS NETO, TEBEXRENI, TAMBEIRO, 2001).

O teste cardiopulmonar difere de outros testes de esforço na mensuração de variáveis ventilatórias que pode ser obtida. Deste modo o teste cardiopulmonar permite a análise de todos os sistemas de transporte de gases no organismo. E caso haja algum problema cardiovascular, pulmonar ou periférico é possível detectar; pois o teste analisa variáveis como: consumo máximo de oxigênio, limiar ventilatório, pulso de  $O_2$  e equivalentes ventilatórios de oxigênio ( $V_{E}O_2$ ) e dióxido de carbono ( $V_{E}CO_2$ ) que podem estar alterados em indivíduos com doenças cardiovasculares. E reflete em última instância a integridade dos sistemas e suas adaptações durante a realização de um exercício (WASSERMAN, WHIPP, 1975; WASSERMAN, et al., 1999; BARROS NETO, CESAR, TAMBEIRO, 2004).

O teste cardiopulmonar possibilita o diagnóstico das necessidades energéticas de diferentes atividades e exercícios, obtenção de médias de referências, cálculo dos desvios percentuais e análise da aptidão física geral.

Ainda sendo possível acompanhar a evolução dos índices de aptidão física com reavaliações periódicas e fornecer parâmetros para a periodização do treinamento (WASSERMAN, WHIPP, 1975; WASSERMAN, et al., 1999).

Essa possibilidade de mensurar e classificar a aptidão física, utilizando o consumo máximo de oxigênio e o limiar ventilatório, beneficia tanto a área de pesquisa científica quanto a clínica, considerando que o exercício físico exige e promove adaptações fisiológicas ao sistema cardiovascular (BARROS NETO, 1996).

Portanto, a utilização dos resultados obtidos com o teste cardiopulmonar acrescenta qualidade ao treino, respeitando a individualidade biológica, e dando um diagnóstico da aptidão física e monitorização do treinamento.

### 3.1.2 – Índices de Aptidão Cardiorrespiratória

O consumo máximo de oxigênio e o limiar ventilatório constituem dois importantes índices da aptidão cardiorrespiratória (WASSEMAN, et al., 1999; BARROS NETO, CESAR, TAMBEIRO, 2004).

Por ser uma medida objetiva da capacidade do organismo em transportar e utilizar o oxigênio para a produção de energia (ASTRAND, RODHAL, 1980) o consumo de oxigênio pode ser utilizado como um ótimo índice fisiológico para classificação e triagem do nível de aptidão cardiorrespiratória (BARROS NETO, 1996).

O consumo de oxigênio aumenta linearmente com o tempo de execução do exercício. Quando atinge um platô onde mesmo após o incremento da carga de trabalho não há aumento no consumo de oxigênio, este é chamado de consumo máximo de oxigênio (ASTRAND, RODHAL, 1980; BARROS NETO, 1996).

O  $VO_2$ Máx é definido como a quantidade máxima de oxigênio por unidade de tempo que o organismo consegue captar do ar atmosférico, ao nível do mar, durante o esforço e utilizar para gerar energia (ASTRAND, RODHAL, 1980; BARROS NETO, 1996; POWERS, HOWLEY 2000). Sendo o oxigênio transportado através da corrente sanguínea com o auxílio das hemoglobinas e

utilizados pelas células por meio da respiração celular. Indica a potência aeróbia máxima (ACSM, 1998).

É determinado pela capacidade do organismo de aumentar o débito cardíaco e direcionar o fluxo sanguíneo para os músculos que estão sendo exercitados (BARTON, KATZ, SCHORK, 1983). Quanto maior for essa capacidade em um indivíduo mais difícil será gerar ganhos com o treinamento (MARINS, GIANNICHI, 2003; KNUTTGEN, 2007).

A melhora no  $VO_2$ Máx está relacionada com a melhora de condições fisiológicas, tais como: melhora no débito cardíaco, aumento no número das mitocôndrias e dos capilares sanguíneos, maior volume de sangue e hemácias, melhora na atividade de enzimas oxidativas, aumento na atividade contrátil cardíaca e melhora na resposta pulmonar. E sofre influência de fatores genéticos, massa muscular, aptidão e condicionamento físico. Ou seja, pode ser aprimorado com o treinamento correto (WASSERMAN, McLLROY, 1964; WASSERMAN, WHIPP, 1975; SBC, 2005).

Este índice está limitado pela capacidade do sistema cardiopulmonar em fornecer oxigênio de acordo com a demanda do exercício e da capacidade tecidual de extrair esse oxigênio (BARROS NETO, 1996).

Uma hipótese sobre este fator limitante da melhora do  $VO_2$ Max é de que haveria uma limitação central, dependente do débito cardíaco máximo e do conteúdo do oxigênio no sangue arterial. Secundariamente, há uma hipótese de que essa limitação seria periférica, sendo dada pela diferença arteriovenosa de oxigênio e pelo metabolismo tecidual (BARROS NETO, 1996).

Existe ainda outro índice que reflete a aptidão cardiopulmonar e que pode ser utilizado com finalidades clínicas ou mesmo nas avaliações e prescrições de treinamentos, trata-se do limiar ventilatório (BARROS NETO, 1996), que indica a capacidade aeróbia (ACSM, 1998; SBC, 2005).

O conceito de que acima de certa intensidade de exercício haveria acúmulo de ácido láctico no sangue, associado a um aumento na produção de dióxido de carbono e da ventilação data da década de 30, em um trabalho de Owles (1930). No entanto o termo limiar anaeróbio (LA) foi proposto por Wasserman e McIlroy em 1964. Quando em um trabalho com cardiopatas definiram LA como a intensidade de exercício com cargas crescentes na qual a concentração

sanguínea de lactato começa a aumentar e a concentração de bicarbonato começa a diminuir. Assim a ventilação e a produção de dióxido de carbono aumentam desproporcionalmente, elevando a razão de trocas gasosas, expressa pela razão entre a produção de dióxido de carbono e o consumo de oxigênio.

O limiar ventilatório corresponde a um importante índice da aptidão cardiorrespiratória, podendo ser utilizado como instrumento para designar a carga de trabalhos aeróbios (BARROS NETO, CESAR, TAMBEIRO, 2004; BARROS NETO, 1996).

Este índice pode ser detectado pelo comportamento dos gases. Especialmente da ventilação pulmonar e da produção de dióxido de carbono. O lactato é produzido constantemente em qualquer intensidade de exercício. No entanto, em atividades abaixo do limiar a capacidade de tamponamento do organismo é suficiente para evitar que o lactato acumule (WASSERMAN, McILROY, 1964).

O aumento na produção de dióxido de carbono, em decorrência do metabolismo celular, proporciona um estímulo para a ventilação. Este estímulo pode ser notado por um aumento nos valores de  $V_E$  e  $V_{CO_2}$  desproporcional a intensidade do exercício realizado, demonstrando um aumento significativo de lactato no sangue (WASSERMAN, McILROY, 1964).

O limiar ventilatório também pode ser notado por um aumento no valor do equivalente ventilatório para oxigênio durante o exercício, enquanto o valor do equivalente ventilatório para dióxido de carbono não sofre uma mudança correspondente (WASSERMAN, McILROY, 1964).

O início da acidose metabólica pode ser determinado de forma não invasiva pela avaliação dos gases expirados durante o teste de esforço. Dessa forma, a troca gasosa no LV simboliza a intensidade máxima de trabalho ou consumo de oxigênio no qual as demandas energéticas ultrapassam a capacidade circulatória de sustentar o metabolismo aeróbio (WASSERMAN, McILROY, 1964).

Então, pode-se definir que o limiar ventilatório indica até que ponto o sistema oxidativo está sendo suficiente na geração de energia para a atividade e em que momento a produção de energia anaeróbia começa a participar mais efetivamente.

Em atletas espera-se encontrar valores de limiar ventilatório em torno de 85% do  $\text{VO}_2\text{Max}$ . Já indivíduos não treinados costumam utilizar uma fração menor do  $\text{VO}_2\text{Max}$ , sendo os valores encontrados em torno de 50% a 70% (REYBROUCK, et al., 1983).

A elaboração de treinos com base no limiar ventilatório pode ser facilitada utilizando o valor expresso em frequência cardíaca; facilitando o monitoramento contínuo dessa variável fisiológica (WASSERMAN, McILROY, 1964; BARROS NETO, 1996).

O  $\text{VCO}_2$  é uma importante variável que pode ser avaliada durante os testes cardiopulmonares. É produzido a partir de duas fontes no decorrer do exercício físico. Pode ser produzido pelo metabolismo oxidativo; sendo chamado de “dióxido de carbono metabólico”, que será eliminado pelos pulmões. Aproximadamente 75% do oxigênio consumido em repouso é convertido em dióxido de carbono. Outra fonte de produção é a de origem no tamponamento do lactato produzido no decorrer de exercícios físicos. É chamado de “dióxido de carbono não metabólico” (MYERS, 1996; WASSERMAN, et al., 1999).

Essas duas fontes de dióxido de carbono são as principais determinantes da ventilação durante o exercício, sendo observadas no ar expirado como  $\text{VCO}_2$ . Estabelecendo-se assim uma relação direta com a ventilação pulmonar e com o pH sanguíneo (WASSERMAN, et al., 1999; MYERS, 1996).

O  $\text{V}_{\text{E}}\text{O}_2$  pode ser usado como um índice de eficiência ventilatória; uma vez que reflete a necessidade ventilatória para um determinado nível de  $\text{VO}_2$ . Sendo assim, uma relação inadequada entre a ventilação e a perfusão pulmonar pode refletir um indivíduo com ventilação ineficiente, gerando altos valores de  $\text{V}_{\text{E}}\text{O}_2$ . Em contraponto, atletas tendem a apresentar valores de  $\text{V}_{\text{E}}\text{O}_2$  mais baixos (WASSERMAN, et al., 1999; MYERS, 1996).

### 3.2 – Fisiologia do exercício e bioenergética

Independentemente do tipo de exercício executado todas as vias metabólicas de produção de energia estarão operantes ao mesmo tempo. Diferenciando-se apenas em qual momento uma será predominante à outra

(WILMORE, COSTILL, 1994). Não havendo um exercício que utilizará estritamente o metabolismo anaeróbio ou aeróbio. O que torna o conhecimento das características da utilização de cada uma fundamental para aplicação prática em uma intervenção programada como a prescrição de exercícios em um trabalho personalizado.

Em exercícios de baixa a média intensidade e longa duração o oxigênio é necessário para produção de energia, sendo denominados aeróbios. Utilizam predominantemente o sistema oxidativo para produção de energia. Exercícios de alta intensidade e de curta a moderada duração não dependem de oxigênio para produção de energia, sendo por isso, denominados anaeróbios. Para estes exercícios é utilizado predominantemente o sistema anaeróbio láctico e alático (ATP-CP) (FOSS, KETEYIAN, 2000; McARDLE, KATCH, KATCH, 2008).

A predominância de uma ou outra via metabólica e qual substrato energético será utilizado na produção de energia é influenciada por alguns fatores, tais como: intensidade e volume do treinamento, nível de treinamento do indivíduo e o nível de reserva dos substratos energéticos; caracterizando assim a natureza do exercício (WILMORE, COSTILL, 1994; McARDLE, KATCH, KATCH, 2008). Mas tanto o exercício aeróbio como o de força utilizam o glicogênio muscular como fonte de energia (WILMORE, COSTILL, 1994).

Os estoques de glicogênio muscular e hepático, bem como os lipídios estocados nos adipócitos e os fosfatos de alta energia podem contribuir para a predominância de uma ou outra via metabólica durante o exercício (WILMORE, COSTILL, 1994). Os músculos esqueléticos utilizam energia química de substratos, como carboidratos e lipídios, oriunda dos alimentos ingeridos e estocados no corpo (WASSERMAN, et al., 1999).

Todos os processos das células que necessitam de energia dependem do ATP. Sendo essa energia liberada na hidrólise da molécula de ATP para ser utilizada para todas as formas de trabalho biológico (McARDLE, KATCH, KATCH, 2008).

Uma fração da energia química total livre do substrato não é utilizada para desenvolver trabalho ou contração muscular, mas sim utilizada primeiramente para a formação de uma nova molécula de adenosina trifosfato. Essa fração de energia é estocada e utilizada na ligação fosfato terminal do ATP. A ligação do

composto fosfato terminal contém uma alta energia livre de hidrólise, sendo chamada de ligação fosfato de alta energia (WASSERMAN, et al., 1999).

O fornecimento energético para a ressíntese de ATP possui vários sistemas envolvidos. As reservas de substratos energéticos contribuem constantemente para a homeostase energética por diferentes vias de fornecimento de energia (WILMORE, COSTILL, 1994).

Uma das adaptações fisiológicas que ocorrem com a prática constante de exercícios físicos é justamente promover a ressíntese de ATP utilizado na contração muscular com o menor comprometimento possível da homeostase. Assim, na transição do repouso para o exercício são acelerados os três mecanismos de ressíntese de ATP. São eles: sistema anaeróbio alático, anaeróbio láctico e aeróbio (oxidativo) (WASSERMAN, et al., 1999; FOSS, KETELYAN, 2000; McARDLE, KATCH, KATCH, 2008).

Portanto, na medida em que os substratos energéticos vão se degradando ocorre também a reposição de ATP que o organismo precisa, podendo ser feito por metabolismo aeróbio ou anaeróbio.

Exercícios de força máxima e de força rápida utilizam o sistema anaeróbio alático como fonte primordial de produção de energia. Já exercícios de resistência de força utilizam primordialmente o sistema anaeróbio láctico, podendo também, em algumas situações, utilizar o sistema aeróbio quando o exercício se mantém por um tempo prolongado (POWERS, HOWLEY, 2000; WILMORE, COSTILL, 1994).

A demanda energética das atividades físicas é expressa em equivalentes metabólicos (MET). Sendo que os METs são equivalentes ao consumo de oxigênio. Um MET equivale ao consumo de oxigênio de 3,5 ml/kg/min. Que é o valor próximo ao encontrado em alguém em estado de repouso. Valores iguais ou inferiores a 3 METs são encontrados em atividades leves. De 3 a 6 METs em atividades moderadas. Valores superiores a 6 METs são encontrados em atividades vigorosas (AINSWORTH, et al., 2000).

O  $VO_2$  é utilizado como uma medida da capacidade do organismo em transportar e utilizar o oxigênio na produção de energia. Sendo que esta medida varia conforme a intensidade do exercício. Os valores do consumo de oxigênio

refletem a diferença entre o oxigênio inspirado e expirado (BARTON, KATZ, SCHORK, 1983; BARROS NETO, 1996).

A relação que existe entre a produção de  $\text{CO}_2$  e o consumo de  $\text{O}_2$  é chamada razão das trocas gasosas (R). Considerando que aproximadamente 75% do oxigênio consumido é convertido em dióxido de carbono, o R varia de 0,75 a 0,85 em repouso. Assim, considerando os meios pelos quais o  $\text{CO}_2$  é produzido em decorrência da demanda energética de determinado exercício, pode-se utilizar o R como referência para detectar qual fonte energética está sendo predominante em determinado momento. Se a fonte predominante tiver a origem nos carboidratos, o R estará próximo a 1,0. E se a fonte predominante tiver a origem nos lipídios, o R estará próximo de 0,75. Pois os lipídios requerem maior participação de oxigênio para serem catabolizados e produzirem energia (BEAVER, WASSERMAN, WHIPP, 1973; BEAVER, LAMARRA, WASSERMAN, 1981).

Logo, pode-se definir que a acidose metabólica causada pelo excesso de dióxido de carbono, estimula os centros respiratórios a desencadearem um aumento desproporcional da ventilação; conseqüentemente provocando a elevação do R (WASSERMAN, WHIPP; 1975).

A razão das trocas gasosas (R) se difere do quociente de respiração (QR). A R representa o valor dinâmico em fase não estável, e o QR é medido em repouso ou em fase estável do exercício e representa o metabolismo muscular (WILMORE, COSTILL, 1994).

### 3.2.1 – Ajustes e adaptações cardiorrespiratórias ao esforço

Os exercícios físicos representam um estresse fisiológico para o organismo, pois provocam aumento da demanda energética, provocando liberação de calor e modificações musculares, químicas e sistêmicas (SBC, 2005).

O treinamento de resistência de força e aeróbio proporcionam respostas agudas no organismo. Essas respostas variam com o tipo, intensidade e duração do exercício e ocorrem de modo a auxiliar o organismo a tolerar o exercício. Mas



é a continuidade do treinamento que proporcionará adaptações morfológicas e funcionais crônicas no organismo (CARSON, BOOTH, 2003; FLECK, KRAEMER, 2006), que lhe garantirão maior capacidade para responder ao estresse do exercício (SBC, 2005).

São estas adaptações que promoverão melhor controle e distribuição do fluxo sanguíneo e adaptações na musculatura esquelética. Estas adaptações se diferem conforme o treinamento aplicado, resultando em uma atividade enzimática predominantemente aeróbica (oxidativa) ou anaeróbica (CARSON, BOOTH, 2003; SBC, 2005).

Os ajustes cardiopulmonares, bem como os ajustes metabólicos, do treinamento de força já haviam sido investigados anteriormente por outros estudos (WILMORE, et al., 1978; HURLEY, et al., 1984; BURLESON, et al., 1997; BOTELHO, et al., 2003; PHILLIPS, ZIURAITIS, 2004; SCOTT, 2006). No entanto, existem poucos estudos envolvendo as respostas cardiopulmonares do exercício de força em mulheres e foram utilizados protocolos diferentes deste estudo (WILMORE, et al., 1978; SIMÕES, et al., 2011).

O sistema cardiopulmonar pode ser definido como a essência do metabolismo humano. Sendo este predominantemente aeróbio na maior parte do tempo. O predomínio aeróbio também pode ser notado no momento da execução de gestos esportivos, bem como na recuperação do esforço realizado. Assim, a capacidade cardiopulmonar é de fundamental importância para as atividades, independentemente de sua natureza recreativa ou de alta performance (BARROS NETO, 1997; ACSM, 1998; BARBANTI, TRICOLI, UGRINOWITSCH, 2004; WILLIAMS, 2008).

A captação de oxigênio é aumentada linearmente ao longo do exercício até atingir o máximo para aquele indivíduo. A capacidade aeróbia de um indivíduo influenciará o seu desempenho no exercício praticado. A melhora do  $VO_2$ Máx resultará em um melhoramento no transporte de oxigênio para os músculos exercitados retardando a fadiga e acelerando a recuperação. (POWERS, HOWLEY, 2000).

No decorrer do exercício físico há um aumento na demanda metabólica, especialmente nas regiões exercitadas. Essa demanda promove ajustes cardiopulmonares agudos com o objetivo de promover um aumento do fluxo

sanguíneo em resposta à demanda local; com isso ocorre um aumento do consumo de oxigênio (BARROS NETO, 1996).

Esses ajustes cardiopulmonares agudos são promovidos pelos neurônios reguladores centrais, localizados na formação reticular do bulbo cerebral (WASSERMAN, WHIPP; 1975). Os mecanismos como as informações alcançam o sistema nervoso ainda não estão bem definidos, no entanto Wasserman e Whipp (1975) afirmam que o retorno venoso, que leva o dióxido de carbono de volta aos pulmões, seria o responsável pela origem das informações aferentes ao bulbo cerebral.

Tanto a ventilação pulmonar quanto a produção de dióxido de carbono se elevam em paralelo ao consumo de oxigênio em exercícios com intensidades de 50% a 70% do  $VO_2Máx$ . Exercícios acima dessa intensidade geram um aumento exacerbado da  $V_E$  em relação ao  $VO_2$  devido à intensidade. Isto ocorre como consequência de uma produção de lactato em uma taxa maior do que a capacidade de remoção. Como resultado há uma promoção maior de ventilação no intuito de eliminar o lactato. O que acaba gerando uma fonte adicional de  $CO_2$  (WASSERMAN, et al., 1999; MYERS, 1996; YAZBEK JR, et al., 1998).

Durante um exercício físico a diferença arteriovenosa de oxigênio aumenta devido a uma maior extração de oxigênio do sangue arterial (BARROS NETO, 1996). Trata-se do volume de ar inspirado e expirado dos pulmões. É equivalente a soma do ar que participa das trocas gasosas e do volume de ar que não participa; ventilação alveolar mais o espaço morto (BARROS NETO, 1996).

Os equivalentes ventilatórios para oxigênio e para o dióxido de carbono utilizam a relação entre cada um deles e a ventilação (l/min). Em repouso encontram-se valores de  $V_{E}O_2$  em torno de 30. No entanto este valor decai no início do exercício até atingir níveis submáximos do exercício, quando ocorre uma rápida elevação em níveis mais intensos com o objetivo de tamponar o lactato (WASSERMAN, et al., 1999; MYERS, 1996).

Considerando que o  $CO_2$  é um forte estímulo para a  $V_E$  durante os exercícios, o  $V_{E}CO_2$  representa a necessidade ventilatória para eliminar o excesso de  $CO_2$  resultante do exercício (WASSERMAN, et al., 1999; MYERS, 1996).

Em indivíduos com ventilações máximas altas e, por conseguinte, altos valores para o  $VO_2Máx$ , também possuem elevado débito cardíaco. A relação

ventilação-perfusão, que ocorre entre a ventilação alveolar e o fluxo sanguíneo capilar alveolar sofre um aumento desproporcional da ventilação em relação ao fluxo sanguíneo alveolar no decorrer do exercício (BARROS NETO, 1996).

A frequência cardíaca é sensível a contrações prolongadas, especialmente as contrações muito localizadas. Quer dizer que o aumento dos batimentos tende a acompanhar o tempo de duração da atividade e o número de repetições realizadas (WHITE, 1999).

O pulso de oxigênio serve como uma medida indireta do transporte de oxigênio cardiopulmonar. Tendo como valores de repouso 4 a 6, e podendo atingir valores de 10 a 20 com o esforço máximo (WASSERMAN, et al., 1999; MYERS, 1996). Pode ser obtido dividindo-se o  $VO_2$  pela frequência cardíaca em um determinado período de tempo, podendo ser definido como o produto do volume sistólico pela diferença arteriovenosa de oxigênio (WASSERMAN, et al. 1999; MYERS, 1996; YAZBEK JR, et al., 1998).

Os ajustes cardiopulmonares decorrentes do exercício físico influenciam o pulso de  $O_2$ , podendo aumentar. Logo, o pulso de  $O_2$ , está sujeito a alterações pelo aumento da diferença arteriovenosa de oxigênio, débito cardíaco e redistribuição do fluxo sanguíneo para a musculatura em atividade (WASSERMAN, et al., 1999; MYERS, 1996). Possibilitando detectar qual o volume de oxigênio extraído pelo metabolismo periférico em determinada atividade.

O volume sistólico aumenta rapidamente no início do exercício, podendo estabilizar ou mesmo diminuir levemente no decorrer da atividade. Já a diferença arteriovenosa de oxigênio aumenta hiperbolicamente (BARROS NETO, 1996). Fazendo com que o pulso de  $O_2$  também aumente hiperbolicamente com o exercício progressivo (WASSERMAN, et al., 1999; MYERS, 1996).

O pulso de  $O_2$  pode inclusive servir de parâmetro não invasivo para detecção de alguma disfunção ventricular (KLAINMAN, et al. 2002).

Em indivíduos mais condicionados o pulso de  $O_2$  apresenta valores mais elevados, sendo que valores reduzidos são observados em condições que afetem negativamente o volume sistólico (WASSERMAN, et al., 1999; MYERS, 1996).

Para se obter um alto valor de consumo máximo de oxigênio é necessário a integração de altos valores das funções pulmonar, cardiovascular e

neuromuscular. Deste modo, o consumo máximo de oxigênio é uma medida fundamental da capacidade funcional fisiológica para o exercício (McARDLE, KATCH, KATCH, 2008). E o treinamento aeróbio pode proporcionar uma melhora tanto no consumo máximo de oxigênio quanto no limiar ventilatório (ACSM, 1998; SWAIN, FRANKILN, 2002; HELGERUD, et al., 2007; GORMLEY, et al., 2008).

A alta capacidade aeróbia implica também em alto nível de outros fatores fisiológicos. Entre eles a concentração de hemoglobina, volume sanguíneo, fluxo sanguíneo periférico, débito cardíaco e ventilação pulmonar (McARDLE, KATCH, KATCH, 2008).

O *American College of Sports Medicine* (1998) recomenda a prática de exercícios aeróbios. Deve ter uma duração de 20 a 60 minutos, quanto menor a duração maior deve ser a intensidade, seguindo o princípio da interdependência volume/intensidade.

Entre os benefícios do treinamento aeróbio, destaca-se o aprimoramento da aptidão cardiopulmonar como alvo deste trabalho. No entanto, é sabido que outros benefícios podem ser alcançados, como promoção da saúde e maior dispêndio energético total; o que ajuda no controle da massa corporal e melhora da qualidade de vida (ACSM, 1998; WILLIAMS, 2008).

Entre as possibilidades de treinos com característica aeróbia os treinos intervalados ou contínuos de alta intensidade têm se mostrado superiores aos treinos de intensidade moderada ou baixa quando o objetivo é adquirir melhoras na aptidão cardiopulmonar (HELGERUD, et al., 2007; GORMLEY, et al., 2008; SIMÕES, et al. 2011).

As variáveis cardiopulmonares são utilizadas na avaliação de diferentes modalidades de treinamentos em mulheres. A eficiência do treinamento de força como instrumento de condicionamento físico varia de acordo com o objetivo, ou seja, depende de qual componente físico se deseja desenvolver, pois normalmente ocorre um aumento do componente força muscular num grau maior do que a resistência cardiopulmonar (FLECK, KRAEMER, 2006).

A intensidade mínima de exercício para se ter ganhos na capacidade aeróbia corresponde a 40% da reserva de consumo de oxigênio ou da frequência cardíaca (ACSM, 1998).

Estudo de Dionne, et al. (2004) foi aplicado em mulheres jovens e idosas um treinamento de força com pesos durante seis meses, com 3 séries de 10 repetições em 9 exercícios e com intervalos de um minuto a um minuto e meio. Não foram observadas melhoras no  $VO_2$ Max de mulheres jovens.

Existem ainda outros estudos (HURLEY, et al., 1984; MARCINICKI, et al., 1991; KRAMER, et al., 1995; DOLEZAL, POTTEIGER, 1998; BISHOP, et al., 1999; HOFF, HELGERUD, WISLOFF, 1999; LEVERITT, et al., 2003; SANTA-CLARA, et al., 2002; GLOWACKI, et al., 2004; CAUZA, et al., 2005) que demonstraram não haver melhoras no consumo máximo de oxigênio com o treinamento de força.

Conforme o princípio da especificidade do treinamento, as adaptações musculares geradas a partir de um treino aeróbio e um treino de força são distintas (DANTAS, 1995; MONTEIRO, 1997; FOSS, KATEYIAN, 2000; ZATSIORSKY, KRAEMER, 2008).

Com o treinamento aeróbio ocorrem a diminuição das atividades das enzimas glicolíticas e aumento nos estoques intramusculares de substratos, enzimas oxidativas, capilarização e densidade mitocondrial, melhora da função sistólica e da potência aeróbica máxima. E com o treino de força ocorrem adaptações praticamente antagonicas. Promove o aumento da atividade das enzimas glicolíticas, redução da densidade mitocondrial, tem pequeno efeito na capilarização, nas enzimas oxidativas e estoques intramusculares de substratos (com exceção do glicogênio muscular) (TANAKA, SWENSEN, 1998; SBC, 2005; WILLIAMS, et al., 2007).

Entre as respostas agudas da sessão de exercício de resistência de força há a ruptura miofibrilar e do sarcolema; que resultarão na presença de creatina-quinase no sangue, indicando que houve microlesões musculares (ROTH, et al., 2000; STARON; HIKIDA, 2003). Podendo ser observado também um aumento de ácido láctico (GOREHAM, et al., 1999).

Em relação às respostas cardiopulmonares agudas o exercício de resistência de força gera ajustes na tentativa de suprir a demanda energética nas musculaturas exercitadas (WILMORE, et al., 1978; HURLEY, et al., 1984; KRAEMER, RATAMES, 2004). Observa-se um aumento da frequência cardíaca devido a uma resposta simpática com o aumento da secreção de catecolaminas

pelo sistema nervoso autônomo e como um mecanismo compensatório para o aumento do volume de ejeção cardíaca. Podendo ser observado também um aumento da pressão arterial com a progressão da sessão, em consequência da oclusão da circulação sanguínea nos tecidos exercitados (HURLEY, et al., 1984; KRAEMER, et al., 1987; FLECK, KRAEMER, 2006).

### 3.3 – Treinamento físico

O treinamento, seja ele qual for, tem por objetivo gerar adaptação do organismo com a finalidade de aumentar a qualidade na realização de alguma tarefa. Para isso é necessário que haja planejamento. Os princípios básicos que regem os treinamentos devem ser entendidos e levados em consideração na montagem dos treinos (McARDLE, KATCH, KATCH, 2008).

Os conhecimentos sobre treinamentos de força se fundamentam em uma estrutura lógica, organizada por métodos científicos que relacionam aspectos pedagógicos, características físicas, biológicas, psicológicas e sociais. Possibilitando ao treinamento produzir mudanças positivas no indivíduo (FLECK, KRAEMER, 2006).

Desta forma, há alguns princípios básicos que regem a prescrição de treinamento, seja qual for a capacidade a ser treinada. São eles: Princípio da individualidade biológica, princípio da especificidade, princípio da sobrecarga, princípio da interdependência do volume/intensidade, princípio da reversibilidade e princípio da adaptação (WATSON, 1986; COSSENZA, 1995; DANTAS, 1995; MONTEIRO, 1997; FOSS, KATEYIAN, 2000; BARBANTI, TRICOLI, UGRINOWITSCH, 2004; FLECK, KRAEMER, 2006; ZATSIORSKY, KRAEMER, 2008).

O treinamento de força vem sendo objeto de estudo de pesquisadores e seus benefícios para a aptidão física e na saúde da população estão cada vez mais evidenciados (POLLOCK, et al., 1998; EVANS, 1999; FOLDVARI, et al., 2000; FRIEDRICH, 2001; MAIOR, et al. 2007; ACSM, 2009).

Tem sido demonstrado como uma alternativa excelente no aprimoramento da qualidade de vida de seus praticantes, podendo contribuir com melhora nas

mais diversas patologias (WINETT, CARPPINELLI, 2001; FLECK, KRAEMER, 2006; ACSM, 2009), sendo sua prática considerada segura tanto para indivíduos saudáveis e atletas quanto para portadores de doenças crônicas (POLITO, FARINATTI, 2003).

Foi recomendado, em 1998 pelo *American College of Sports Medicine* que o treinamento de força para indivíduos jovens fosse realizado com 1 ou mais séries de 8 a 12 repetições em 8 a 10 exercícios.

Além do treinamento de força tradicional, que utiliza anilhas, barras, pesos livres e equipamentos específicos, existem outras modalidades que também constitui treinamento de força, como exercícios pliométricos e corridas em ladeiras (FLECK, KRAEMER, 2006).

A quantidade de força que pode ser gerada por um músculo ou grupo muscular durante a execução de um movimento associada a velocidade e ao padrão específico exigido pelo movimento é denominado força muscular (FLECK, KRAEMER, 2006).

O treinamento de força é uma modalidade de exercícios resistidos onde o indivíduo realiza movimentos musculares contra uma força de oposição, como por exemplo, os exercícios com pesos (BADILLO, AYESTARÁN, 2001; ACSM, 2009) e gera ganhos principalmente na capacidade física treinada; a força muscular (GUEDES Jr., 2003; MAIOR, et al.; 2007).

Os ganhos na força muscular adquiridos com o treinamento afetam todos os tipos de força, ou seja, haverá ganhos na força máxima, força rápida e de resistência. Não sendo possível isolar o ganho de uma, pois elas coexistem e se relacionam. O que é possível fazer em um treinamento é enfatizar uma específica (PLATONOV, BULATOVA, 2003; WEINECK, 2003).

Mecanismos para gerar ganhos de força: a adaptação neural; na qual a coordenação entre o sistema nervoso e o muscular é aperfeiçoada, e o aumento da massa muscular. O primeiro mecanismo pode ser incrementado com um treino de 2 a 3 séries com cargas entre 90% a 95% de 1 RM e de 3 a 6 repetições. Para este treino os intervalos devem ser de 2 a 3 minutos entre as séries, com um intervalo de 48 a 72 horas entre os dias de treino para se obter o descanso adequado (WEINECK, 2003). O segundo mecanismo pode ser incrementado com alguns tipos de treinos. Modificando alguns parâmetros do treino anteriormente

citados pode-se realizar um treino de hipertrofia das fibras musculares. Neste tipo de treino deve haver de 3 a 5 séries, com uma carga de 70% a 80% de 1 RM e de 8 a 12 repetições. O intervalo fica estipulado entre 40 a 90 segundos entre as séries. Este treino possui um número maior de séries e repetições em relação ao treino anterior, mas com intervalos entre séries menor. Deve ser realizado um intervalo de 72 horas para o descanso apropriado da musculatura exercitada (WEINECK, 2003; FLECK, KRAEMER, 2006).

A quantidade de força muscular gerada depende de fatores fisiológicos, anatomicos, humorais, nervosos (SIMÃO, 2003), tipos e quantidades de unidades motoras recrutadas, comprimento inicial do músculo, tipo de estímulo nervoso das unidades motoras, e de uma sequência de reações fisiológicas onde os filamentos de actina são projetados sobre os filamentos de miosina, resultando em tensão e encurtamento do músculo; a contração muscular (FROSS, KETEVIAN, 2000).

O treinamento com pesos sistematizado deve levar em consideração algumas variáveis condicionantes, tais como: volume/intensidade, frequência semanal, duração da sessão, período de recuperação, sequência dos exercícios, equipamentos disponíveis, o tipo de treinamento a ser aplicado e os princípios básicos do treinamento. Todas essas variáveis precisam ser controladas a fim de produzirem os efeitos benéficos esperados (RHEA, et al., 2003; SIMÃO, et al., 2006; JAMBASSI FILHO, et al., 2010).

Outra variável de extrema importância em um programa de exercícios com pesos é o intervalo de repouso entre as séries. O intervalo afeta as adaptações proporcionadas pelo exercício bem como o desempenho do praticante nas séries subsequentes (WILLARDSON, BURKETT, 2005; SIMÃO, et al., 2006; JAMBASSI FILHO, et al. 2010).

Estudos sobre os efeitos de diferentes intervalos de recuperação no treinamento de força mostraram uma significativa redução no número de repetições conforme a evolução das séries (SIMÃO, 2003; SIMÃO, et al., 2006; JAMBASSI FILHO, et al. 2010).

À medida que o tempo de intervalo aumenta, o número de repetições completadas também aumenta, influenciando no volume total de exercício realizado. Sendo que quanto maior o tempo de descanso maior a capacidade de executar o movimento completo das séries. Estes trabalhos sugerem que



intervalos de 90 segundos entre os exercícios de força proporcionam um número de repetições completas maiores que intervalos de 60 segundos.

Foi recomendado (ACSM; 2009) que a frequência mínima para o treinamento de força deve ser de 2 a 3 dias na semana ou mesmo uma frequência de 5 a 6 dias dependendo do tipo e objetivo do treinamento proposto.

A carga utilizada para um exercício é a variável mais importante na obtenção de um resultado em um treinamento de força, segundo mostram alguns estudos (KAMMLER, 2004; McCURDY, 2004).

A elaboração de um treinamento de força requer uma avaliação da força muscular. Com base nessa avaliação pode-se ter um controle maior na prescrição do treinamento e observar seus efeitos. E assim conseguir um controle adequado desta capacidade (BADILLO, AYESTARÁN, 2001; MAIOR, et al., 2007).

O teste de 1 RM é importante para elaboração e avaliação dos efeitos de um programa de treinamento com pesos (McARDLE, KATCH, KATCH, 2008; MAIOR, et al., 2007).

A avaliação do deslocamento de carga através da força dinâmica tem no teste de 1 RM o que pode ser considerado o padrão ouro, sendo um método prático, de baixo custo operacional, com resultados fidedignos e de fácil aplicação (ABADIE, WENTWORTH, 2000; RHEA, et al., 2003; ACSM, 2009).

No entanto, os métodos para determinação da carga dos programas de treinamentos ainda não apresentam um padrão no modo de execução. Existem muitas condições que podem influenciar um resultado, como a angulação de um movimento, velocidade de execução, postura correta e o conhecimento prévio da técnica (PHILBECK, et al., 2001; MAIOR, et al., 2007), além das fontes sensoriais que diminuem a oscilação corporal durante o teste (BARELA, et al., 2003).

A realização do teste de 1 RM nada mais é do que a tentativa de levantar um determinado peso de forma correta e padronizada de modo que um segundo movimento completo não seja possível (POWERS, HOWLEY, 2000; MAIOR, et al., 2007).

Para isso, o teste é iniciado com uma carga baixa, com o propósito de que o movimento seja realizado corretamente. A partir daí cargas adicionais são colocadas para a próxima tentativa até que seja encontrada a carga onde o

indivíduo não consiga realizar o movimento corretamente e por completo (POWERS, HOWLEY, 2000; MAIOR, et al., 2007).

As avaliações da força muscular podem ser realizadas com segurança através de 1 RM em adolescentes, cardiopatas, idosos e hipertensos, pois o teste estima a carga máxima dos indivíduos em um esforço submáximo (McARDLE, KATCH, KATCH, 2008).

As adaptações promovidas pelo treinamento de força e pelo treinamento aeróbio são distintas, porém, ambas produzem efeitos positivos sobre a densidade mineral óssea, tolerância à glicose e a sensibilidade à insulina (SBC, 2005).

O treinamento com características aeróbias é realizado por indivíduos que buscam alcançar objetivos como o aprimoramento da aptidão cardiopulmonar, promoção da saúde e um maior dispêndio energético total; o que proporciona um auxílio no controle da massa corporal (ACSM, 1998).

A prática de caminhada, corrida, ciclismo e natação são exemplos de exercícios que são classificados como aeróbio. Faz parte desse grupo de exercício qualquer treinamento físico caracterizado pelo uso de grandes grupos musculares por períodos prolongados de tempo em exercícios de naturezas rítmicas e dinâmicas (ACSM, 2007).

Dentre os métodos mais utilizados de treinamento aeróbio estão o treinamento contínuo, intervalado e *fartlek* (McARDLE, KATCH, KATCH, 2008).

Existem estudos comprovando que para se obter uma melhora na aptidão cardiopulmonar, o treinamento intervalado ou contínuo de alta intensidade se mostra superior ao treinamento aeróbio contínuo de intensidade moderada ou baixa (HELGERUD, et al., 2007; GORMLEY, et al., 2008).

Para isso, no entanto, o mínimo de intensidade indicada para a melhora da aptidão cardiopulmonar em indivíduos treinados é de 45% da reserva do  $VO_2$ , e para destreinados a recomendação é de 30% da reserva do  $VO_2$  (SWAIN, FRANKILN, 2002).

Esses programas de treinamento contribuem para a aptidão física relacionada à saúde melhorando a eficiência cardiopulmonar (ACSM, 1998; SWAIN, FRANKILN, 2002; HELGERUD, et al., 2007; GORMLEY, et al., 2008) e a

composição corporal (ACHTEN, GLEESON, JEUKENDRUP, 2002; IRVING, et al., 2008; SILLANPAA, et al., 2008; VENABLES, JEUKENDRUP, 2008).

Em um programa de treinamento aeróbio o planejamento e monitoração podem ser realizados utilizando intensidades baseadas no percentual do máximo e da reserva do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca (ACSM, 1998), assim como a variabilidade da frequência cardíaca (KIVINIEMI, et al., 2010).

Quando o exercício é executado em uma zona de treinamento com intensidades entre 55% a 72% do consumo máximo de oxigênio ocorre uma maior oxidação das gorduras (ACHTEN, GLEESON, JEUKENDRUP, 2002).

Considera-se fundamental para a área da saúde pesquisas investigando os efeitos agudos proporcionados pelo exercício de resistência de força e pelo exercício aeróbio no sistema cardiopulmonar.

## 4. MÉTODOS

### 4.1 – Casuística

Participaram do estudo nove mulheres, com idades entre 18 e 30 anos ( $22,33 \pm 3,57$ ), saudáveis.

As voluntárias foram recrutadas em academias e clubes de Piracicaba e na Universidade Metodista de Piracicaba. O recrutamento dos sujeitos foi por meio de convite direto às pessoas com as características necessárias para participarem da pesquisa, por indicação de professores de clubes e academias e por cartazes fixados (APÊNDICE A) nos locais de recrutamento.

#### **Critérios de inclusão:**

- i) Ser do sexo feminino;
- ii) Idades de 18 a 30 anos;
- iii) Ser classificada como avançada no treinamento de força (ACSM, 2009);
- iv) Possuir aptidão cardiorrespiratória boa ou alta (AHA, 1972).

Com o objetivo de obter resultados mais fidedignos da amostra, foram utilizados os seguintes critérios de exclusão para os indivíduos participantes do estudo.

#### **Critérios de exclusão:**

- i) Apresentar limitações clínicas à prática de exercícios físicos e doenças crônicas, tais como obesidade, diabetes, hipertensão arterial, entre outras;
- ii) Fazer uso de suplementos e esteróides anabolizantes.

Após a explicação do projeto, as voluntárias leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Este trabalho é continuação do projeto de Iniciação Científica intitulado "Comparação das respostas cardiopulmonares de mulheres submetidas a exercícios de resistência de força e aeróbio".

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba, protocolo nº 79/11 (ANEXO A).

#### 4.2 – Obtenção dos dados

Todos os testes ocorreram na sala de avaliação do Laboratório de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico ou no Centro de Qualidade de Vida do Curso de Educação Física da Faculdade de Ciências da Saúde (FACIS) da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP).

As voluntárias foram submetidas a um protocolo de testes, com intervalos mínimos de 48 horas entre os testes.

Os registros das variáveis dos testes cardiopulmonares foram realizados em laboratório climatizado (figura 1), com temperatura mantida entre 22° e 24°C.

Para o teste cardiopulmonar máximo e o teste da caminhada foi utilizado uma esteira ergométrica Inbrasport ATL®.



Figura 1 - Laboratório de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico - UNIMEP.

## 4.2.1 – Protocolos de testes

### 4.2.1.1 – Avaliação pré-participação

Todas as voluntárias submeteram-se a uma avaliação clínica (anamnese) antes do início do protocolo de testes com a finalidade de se ter uma triagem das voluntárias; uma etapa importante para a estratificação de risco (ACSM, 2006). Possibilitando a detecção de anormalidades clínicas relevantes, que poderiam vir a ser um risco à voluntária, caso não fosse identificado (ARAÚJO, et al., 2004; FERREIRA, et al., 2006).

A avaliação pré-participação consistiu em aplicar um questionário de avaliação da saúde (ANEXO B) criterioso para permitir a sequência de testes orientados. É um instrumento multidimensional com seis componentes: identificação, queixas atuais, doenças preexistentes, antecedentes pessoais, antecedentes familiares e hábitos de vida, adaptado de Cesar, Borin e Pellegrinotti (2008).

Esse procedimento reduz os riscos para a saúde, particularmente os de natureza cardiopulmonares; inerentes aos exercícios físicos.

Também foram coletados dados antropométricos (massa corporal e estatura) das voluntárias. Foi utilizada uma balança Welmy<sup>®</sup> com precisão de 100mg, calibrada antes de cada teste, e um estadiometro da marca Altutexata<sup>®</sup>, com precisão de 0,1 cm.

### 4.2.1.2 – Teste cardiopulmonar

Cada voluntária foi submetida a um teste cardiopulmonar máximo (figura 2); onde a intensidade do teste foi progressiva e avançava por estágios, dependendo do nível de aptidão da avaliada. Os testes poderiam ser interrompidos a qualquer momento devido a sinais de fadiga ou outro desconforto que a voluntária pudesse experimentar.

São necessários cuidados na aplicação do teste cardiopulmonar e na interpretação dos resultados, pois a ansiedade gerada com a expectativa do teste, o desconforto do bucal e clipe nasal utilizados podem causar alterações do comportamento das variáveis investigadas (YAZBEK JR., et al., 1998).



Figura 2 – Voluntária executando um teste cardiopulmonar máximo.

Foi utilizado um protocolo contínuo, de carga crescente, com carga inicial de 4,0 Km/h e com incrementos de carga de 1,0 km/h a cada minuto, até 10,0 km/h. A seguir, foram dados incrementos de 2,5% de inclinação/minuto, até a exaustão (SOUZA, et al., 2008; CESAR, et al., 2009).

As medidas cardiopulmonares foram realizadas de forma direta, por analisador de gases metabólicos VO2000 – Medical Graphics®.

A frequência cardíaca durante o teste em esteira foi determinada a cada 60 segundos por meio do sistema de telemetria Polar®, e expressa em batimentos por minuto (bpm).

As variáveis estudadas foram anotadas em uma planilha desenvolvida para esta finalidade (ANEXO C).

#### 4.2.1.3 – Teste de 1 repetição máxima

Para determinação da força muscular, foi realizado teste de 1 RM nos exercícios supino reto (figura 3), agachamento livre (figura 4) e rosca direta com barra (figura 5).

Antes dos testes, foram feitos alongamentos e aquecimento por meio de exercícios com baixa carga no supino reto, agachamento livre e rosca direta com barra.

O teste de 1 RM determinou a quantidade máxima de peso levantado por meio de uma ação muscular padronizada, utilizando-se a técnica correta.

Ao executar o movimento com êxito, sob determinada carga, cargas extras foram adicionadas até que não fosse possível realizar o movimento da maneira correta. Foram dados intervalos de três minutos entre cada tentativa, sendo que o número máximo de tentativas foi de 5 (BROWN, WEIR, 2001).



Figura 3 – Teste de 1 RM no supino reto.

Para a execução do teste no supino reto as voluntárias se posicionavam deitadas sobre um banco horizontal. Os glúteos em contato com o banco e os pés



apoiados contra um suporte, para evitar uma hiperlordose. Um ajudante tirava a barra do aparelho e entregava para as voluntárias. Estas seguravam a barra com as mãos em pronação em uma distancia superior a largura dos ombros. Esperavam a estabilização da barra para inicio do movimento. Inspiravam e desciam a barra, controlando o movimento até o peito. Desenvolviam expirando no final do esforço. Este movimento solicita os músculos do peitoral maior, o peitoral menor, o tríceps, o feixe anterior do deltoide, os serráteis anteriores e o coracobraquial. E envolve as articulações do ombro, cintura escapular e cotovelo (DELAVIER, 2000; LIMA, PINTO, 2006).



Figura 4 – Teste de 1 RM no agachamento livre.

O teste de 1 RM no agachamento foi realizado com a barra solta. A barra era colocada sobre o suporte do aparelho, as voluntárias se posicionavam embaixo, de modo a posicionar a barra sobre os trapézios, um pouco mais alto do que os feixes posteriores dos deltoides. A distância no posicionamento das mãos variava entre elas, devido às características morfológicas, e os cotovelos inclinados para trás. Inspiravam e elevavam a barra do suporte. Recuavam dois passos e paravam com os pés paralelos, afastados na largura dos ombros.

Arqueavam levemente as costas realizando uma anteversão da pelve, mantendo o olhar reto à sua frente. Agachavam, inclinando as costas para frente e o mais reto possível, enquanto controlavam a descida. Quando o movimento levava os fêmures à posição horizontal era realizada a extensão das pernas, retornando o tronco para à posição inicial e expirando o ar no final. O agachamento solicita os músculos quadríceps, glúteos, adutores, músculos eretores da espinha, abdominais e os posteriores da coxa. Envolve as articulações do quadril, joelho e tornozelo (DELAVIER, 2000; LIMA, PINTO, 2006).



Figura 5 – Teste de 1 RM da rosca direta com a barra.

No teste rosca direta com a barra as voluntárias se posicionavam em pé. Com as costas eretas e apoiadas em uma parede lisa. Seguravam a barra com as mãos em supinação, afastadas na largura dos ombros. Inspiravam e flexionavam os antebraços. Controlavam o movimento para que o corpo não oscilasse. Expiravam no final do movimento enquanto faziam a extensão dos antebraços. Para este movimento é solicitada a musculatura do bíceps, braquial, e numa menor extensão o braquiorradial, o pronador redondo, e o conjunto de flexores do

punho e dos dedos. Envolve a articulação do cotovelo (DELAVIER, 2000; LIMA, PINTO, 2006).

Com o objetivo de reduzir a margem de erro nos testes de RM algumas medidas foram tomadas. Antes de iniciar o teste foram dadas instruções de como seria a rotina, a sequência dos aparelhos (a saber, supino reto, seguido pelo agachamento livre e depois rosca direta com a barra) e técnica de execução do movimento.

Os exercícios supino reto, agachamento livre e rosca direta com a barra foram selecionados por recrutarem grupos musculares de membros superiores e inferiores e serem frequentemente utilizados no treinamento de força.

Foi parte do critério de inclusão que as voluntárias fossem classificadas no mínimo como avançadas no treinamento de força (ACSM, 2009). É importante ressaltar que todas as voluntárias já estavam familiarizadas com os aparelhos de musculação utilizados e com os movimentos devido ao histórico de treinamento que possuíam; todas estavam em treinamento regular há mais de um ano.

Estímulos verbais foram dados objetivando conseguir o mais alto desempenho das voluntárias por meio da estimulação.

As variáveis estudadas foram anotadas em uma planilha desenvolvida para esta finalidade (ANEXO C).

#### 4.2.1.4 – Medida das respostas cardiopulmonares durante os exercícios de resistência de força

Após os testes iniciais, as nove voluntárias foram submetidas a uma monitoração das variáveis cardiopulmonares por meio de analisador de gases metabólico durante a sessão de exercício de resistência de força.

As voluntárias compareceram ao Laboratório em jejum de cerca de três horas e repousaram em decúbito dorsal por 30 minutos. Logo após, foram iniciadas as medidas cardiopulmonares pré-exercício por 12 minutos em repouso.

A seguir, realizaram os exercícios no supino reto (figura 6), agachamento livre (figura 7) e rosca direta com barra (figura 8). Tendo sido executadas 3 séries

de 25-30 repetições, com uma carga próxima a 30% de 1 RM, com intervalos de 90 segundos entre as séries e exercícios.

Foram realizadas medidas do consumo de oxigênio em litros por minuto, produção de dióxido de carbono em litros por minuto, razão de trocas gasosas, ventilação pulmonar em litros por minuto e frequência cardíaca em batimentos por minuto.

Após o término da sessão de exercício, foram medidas as variáveis cardiopulmonares em repouso, decúbito dorsal, até 30 minutos de recuperação.

As variáveis estudadas foram anotadas em uma planilha desenvolvida para esta finalidade (ANEXO D).

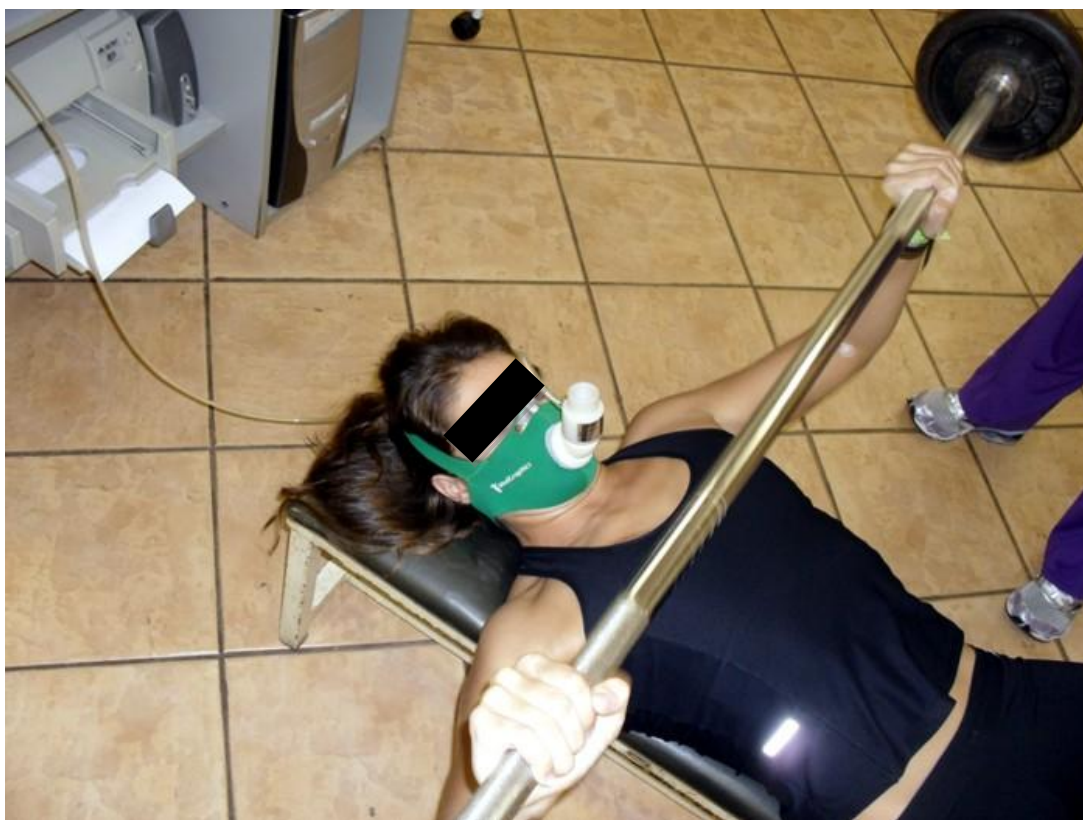


Figura 6 – Registro das respostas cardiopulmonares durante o exercício supino reto.





Figura 7 – Registro das respostas cardiopulmonares durante o exercício agachamento livre.



Figura 8 – Registro das respostas cardiopulmonares durante o exercício rosca direta com a barra.

#### 4.2.1.5 – Medida das respostas cardiopulmonares durante o exercício aeróbio

As voluntárias foram submetidas à monitoração de variáveis cardiopulmonares por meio de analisador de gases metabólico durante uma caminhada em esteira (figura 9) na mesma demanda energética da sessão de exercício de resistência de força; determinada pelo consumo de oxigênio.

Todas as voluntárias do trabalho estavam habituadas com a esteira pelo seu histórico de treinamento. Essa preocupação é importante, pois o resultado pode ser influenciado por dois fatores: massa muscular envolvida e eficiência mecânica.

As voluntárias compareceram ao Laboratório em jejum de cerca de três horas e repousaram em decúbito dorsal por 30 minutos. Logo após foram iniciadas as medidas cardiopulmonares por 12 minutos em repouso.

A seguir, realizaram uma caminhada em esteira em valores de consumo de oxigênio similares à média do obtido durante a sessão de exercício de resistência de força, durante 20 minutos; tempo médio de duração da sessão de exercício de resistência de força. Para atingir a intensidade equivalente ao consumo de oxigênio da sessão de resistência de força, a velocidade média da esteira foi de 3 Km/h.

Foram realizadas medidas do consumo de oxigênio em litros por minuto, produção de dióxido de carbono em litros por minuto, razão de trocas gasosas, ventilação pulmonar em litros por minuto e frequência cardíaca em batimentos por minuto.

Após o término da sessão de exercício, foram medidas as variáveis cardiopulmonares em repouso, decúbito dorsal, até 30 minutos de recuperação (figura 10).

As variáveis estudadas foram anotadas em uma planilha desenvolvida para esta finalidade (ANEXO D).



Figura 9 – Medida das respostas cardiopulmonares durante a caminhada.



Figura 10 – Medida das respostas cardiopulmonares durante o repouso e recuperação.

### 4.3 – Variáveis do estudo

Foram coletados dados de identificação de cada voluntária neste estudo, bem como os seguintes dados para serem analisados e comparados.

Dados antropométricos: massa corporal, estatura e índice de massa corporal (IMC).

Dados obtidos no teste de repetição máxima: cargas máximas nos exercícios supino reto, agachamento livre e rosca direta com a barra.

Dados obtidos no teste de cardiopulmonar máximo:  $VO_2$ Máx, FCMáx.,  $V_E$ Máx,  $VO_2$ LV, FCLV e  $V_E$ LV.

Dados obtidos na avaliação cardiopulmonar do teste de resistência de força e da caminhada:  $VO_2$ , FC e  $V_E$  BTPS pré-exercício. Durante o teste: FC,  $VO_2$ ,  $VCO_2$ ,  $V_E$  BTPS,  $V_EO_2$ ,  $V_ECO_2$ , R, Pulso de  $O_2$ , METs, percentual do  $VO_2$ Máx, percentual da FCMáx, percentual da  $V_E$ Máx, percentual do  $VO_2$ LV, percentual da FCLV e percentual da  $V_E$ LV.

### 4.4 – Tratamento estatístico

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

O teste Power demonstrou ser necessária uma amostra de nove voluntárias indicada pelas variáveis FC e  $V_E$ , com Poder do teste 0,99.

A normalidade dos dados foi avaliada segundo o teste de Shapiro-Wilks.

A comparação entre os dados dos exercícios de resistência de força e aeróbio foi realizada segundo o teste t Student para dados pareados, sendo as variáveis que a pressuposição dos testes paramétricos foi verificada. Para as variáveis que os pressupostos não foram verificados, foi utilizado o teste de Wilcoxon. As variáveis FC pré-exercício,  $VO_2$  e  $VCO_2$ , não apresentaram distribuição paramétrica, sendo a comparação feita pelo teste de Wilcoxon. As demais variáveis apresentaram distribuição paramétrica, sendo a comparação feita pelo teste t Student. O nível de significância das análises foi de  $p \leq 0,05$ .

Os dados foram processados com o programa estatístico SPSS 13.0.



## 5. RESULTADOS

Todas as voluntárias se mostraram aptas a participar do estudo e não houve intercorrências clínicas.

Inicialmente serão apresentados em tabelas os resultados antropométricos (tabela 1), os testes de 1 RM (tabela 2) e testes cardiopulmonares das voluntárias (tabela 3). A seguir, os dados comparando as medidas cardiopulmonares dos exercícios de resistência de força e aeróbio são apresentados em figuras e tabelas.

Os dados da tabela 1 são referentes à média e desvio padrão do perfil antropométrico de todas as voluntárias. Os dados de cada voluntária serviram para caracterização da amostra, cálculo de algumas variáveis estudadas e para detectar se a voluntária preenchia os critérios de inclusão do projeto.

**Tabela 1 - Dados antropométricos das voluntárias.**

<b>Variáveis</b>	<b>Média ± DP</b>
Massa corporal (kg)	63,26 ± 7,46
Estatura (m)	1,67 ± 0,07
Índice de Massa Corporal (kg/m <sup>2</sup> )	22,71 ± 1,37

Média e desvio padrão (DP).

A tabela 2 apresenta os dados obtidos com o teste de 1 RM das voluntárias. Os dados da tabela 3 são referentes à média e desvio padrão do teste cardiopulmonar máximo.

**Tabela 2 – Dados do teste 1 RM das voluntárias.**

<b>Variáveis</b>	<b>Média ± DP</b>
Supino reto (kg)	37,56 ± 11,50
Agachamento livre (kg)	78,44 ± 23,30
Rosca direta com a barra (kg)	22,22 ± 7,90

Média e desvio padrão (DP).

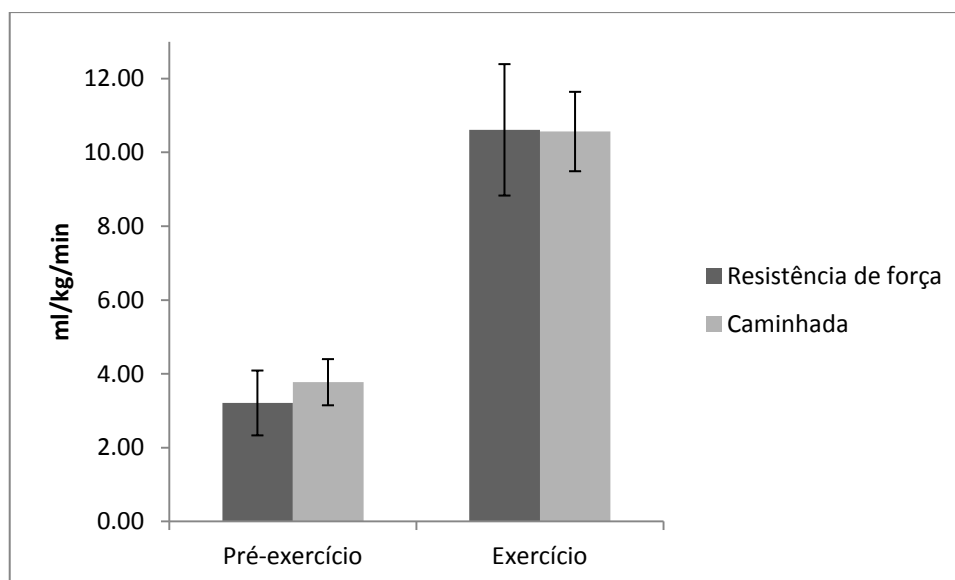
**Tabela 3** – Dados do teste cardiopulmonar máximo das voluntárias.

Variáveis	Média ± DP
VO <sub>2</sub> Máx (ml/kg/min)	45,43 ± 3,79
FCMáx (bpm)	190,33 ± 8,57
V <sub>E</sub> Máx (l/min)	70,49 ± 8,61
VO <sub>2</sub> LV (ml/kg/min)	30,44 ± 4,43
FCLV (bpm)	158,0 ± 10,43
V <sub>E</sub> LV (l/min)	39,06 ± 5,89

Consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>Máx); frequência cardíaca máxima (FCMáx); ventilação máxima (V<sub>E</sub>Máx); consumo de oxigênio no limiar ventilatório (VO<sub>2</sub>LV); frequência cardíaca no limiar ventilatório (FCLV); ventilação no limiar ventilatório (V<sub>E</sub>LV); desvio padrão (DP).

Os resultados do consumo de oxigênio (figura 11), frequência cardíaca (figura 12) e ventilação (figura 13) estão ilustrados em gráficos. Sendo os dados referentes aos valores pré-exercício e durante os exercícios, apresentados em paralelos.

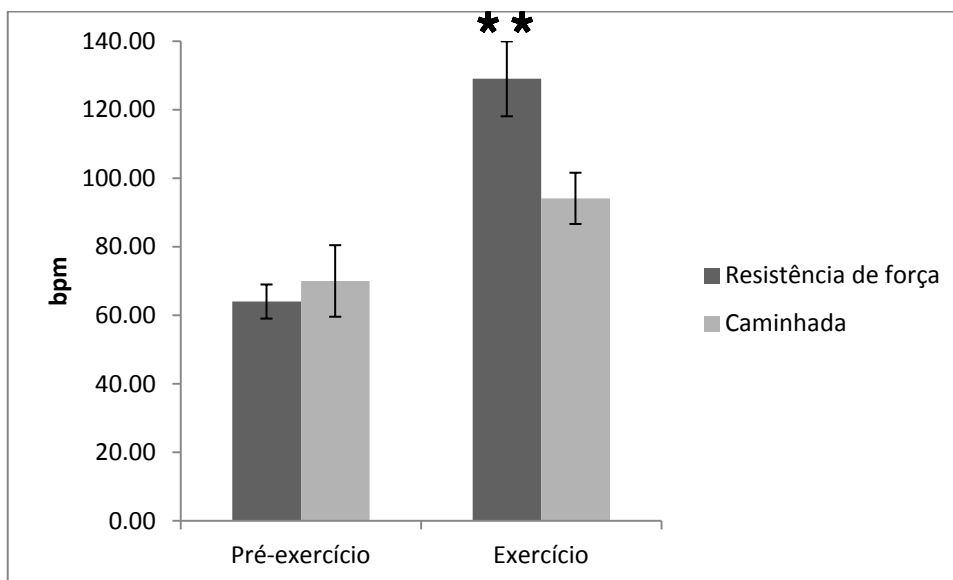
Os resultados apresentados na figura 11 indicam não haver diferença significativa no consumo de oxigênio encontrado para o exercício de resistência de força e para a caminhada nos momentos pré-exercício e durante os exercícios.



**Figura 11** – Valores de consumo de oxigênio (ml/kg/min) pré-exercícios e durante os exercícios para os testes de força e caminhada.

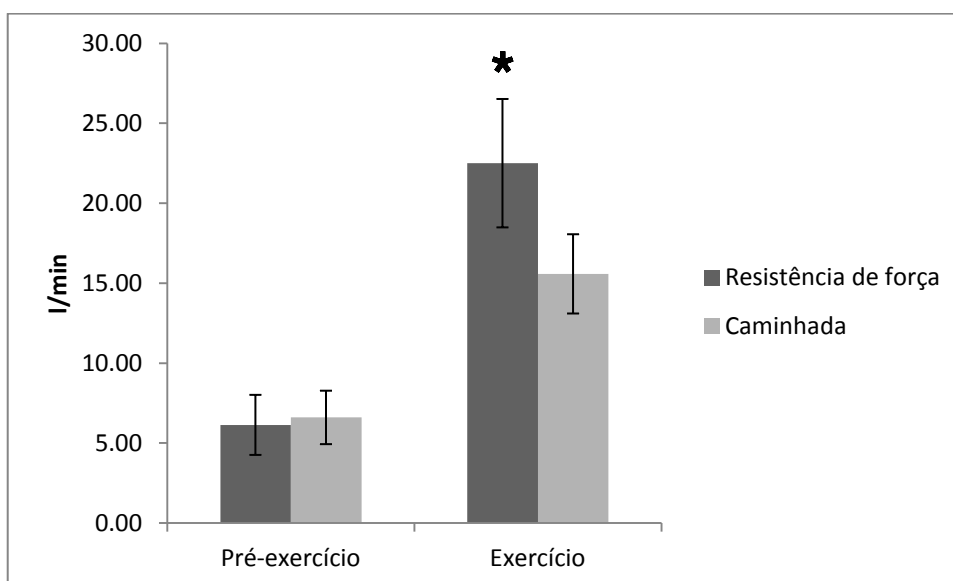
Os resultados da figura 12 indicam que os valores de frequência cardíaca foram significativamente maiores ( $p \leq 0,01$ ) durante o exercício de resistência de

força. Não houve diferença estatística entre os exercícios no momento pré-exercício.



**Figura 12** – Valores de frequência cardíaca (bpm) pré-exercícios e durante os exercícios para os testes de resistência de força e caminhada. \*\*  $p \leq 0,01$ .

Os resultados da figura 13 ilustram uma diferença significativamente maior ( $p \leq 0,05$ ) dos valores de ventilação para o exercício de resistência de força. Não havendo diferença estatística entre os exercícios no momento pré-exercício.



**Figura 13** – Valores de ventilação (l/min) pré-exercícios e durante os exercícios para os testes de resistência de força e caminhada. \*  $p \leq 0,05$ .

Os valores de METs foram de  $3,03 \pm 0,51$  para o exercício de resistência de força e  $3,02 \pm 0,31$  para a caminhada, não havendo diferença significativa.

A tabela 4 apresenta os valores da  $VO_2$  e  $VCO_2$  absolutos, razão das trocas gasosas, frequência cardíaca, pulso de  $O_2$ , ventilação pulmonar, equivalentes ventilatórios para o oxigênio e para o dióxido de carbono.

Observa-se que o exercício de resistência de força proporcionou valores significativamente maiores para todas as variáveis. Exceto para o pulso de oxigênio, onde a caminhada apresentou valores estatisticamente maiores. E para o  $VO_2$ , que não apresentou diferença estatística.

**Tabela 4** – Média, desvio padrão e resultados da análise estatística das variáveis cardiopulmonares das sessões de exercícios de resistência de força e caminhada das voluntárias.

Variáveis	Resistência de força	Caminhada
$VO_2$ (l/min)	$0,66 \pm 0,09$	$0,66 \pm 0,06$
$VCO_2$ (l/min)	$0,66 \pm 0,09$ *	$0,51 \pm 0,08$
R	$0,99 \pm 0,06$ **	$0,76 \pm 0,07$
FC (bpm)	$129,01 \pm 10,93$ **	$94,13 \pm 7,48$
Pulso de $O_2$ (ml/bat)	$5,17 \pm 0,07$	$7,08 \pm 0,84$ **
$V_E$ BTPS (l/min)	$22,50 \pm 4,01$ *	$15,58 \pm 2,48$
$V_{E O_2}$ (BTPS)	$33,82 \pm 3,25$ **	$23,42 \pm 2,25$
$V_{E CO_2}$ (BTPS)	$34,08 \pm 3,12$ *	$30,72 \pm 2,44$

Consumo de oxigênio ( $VO_2$ ); produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ), razão das trocas gasosas (R); frequência cardíaca (FC); pulso de oxigênio (pulso de  $O_2$ ), ventilação pulmonar ( $V_E$  - BTPS); equivalente respiratório de oxigênio ( $V_{E O_2}$ ); equivalente respiratório de dióxido de carbono ( $V_{E CO_2}$ ). \*  $p \leq 0,05$ , \*\*  $p \leq 0,01$ .

A tabela 5 apresenta os dados percentuais do  $VO_2$ , FC e  $V_E$  dos exercícios de resistência de força e caminhada em relação aos valores máximos e em relação ao limiar ventilatório de cada variável.

Com exceção do consumo de oxigênio, que não apresentou diferença significativa entre os exercícios, as outras variáveis apresentadas foram significativamente maiores no exercícios de resistência de força ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 5** – Média, desvio padrão e resultados da análise estatística da relação percentual entre as variáveis cardiopulmonares das sessões de exercícios de resistência de força e caminhada das voluntárias com os valores máximos e do limiar ventilatório.

<b>Variáveis</b>	<b>Resistência de força</b>	<b>Caminhada</b>
VO <sub>2</sub> / VO <sub>2</sub> Máx (%)	23,52 ± 4,36	23,36 ± 2,52
FC / FCMáx (%)	67,79 ± 5,12 *	49,53 ± 4,13
V <sub>E</sub> / V <sub>E</sub> Máx (%)	24,60 ± 3,70 *	17,00 ± 1,73
VO <sub>2</sub> / VO <sub>2</sub> LV (%)	35,70 ± 8,09	35,38 ± 5,73
FC / FCLV (%)	81,70 ± 5,64 *	59,72 ± 4,86
V <sub>E</sub> / V <sub>E</sub> LV (%)	45,08 ± 9,14 *	30,79 ± 3,47

VO<sub>2</sub> / VO<sub>2</sub>Máx: porcentagem do consumo de oxigênio em relação ao consumo máximo de oxigênio; FC / FCMáx: porcentagem da frequência cardíaca em relação à frequência cardíaca máxima; V<sub>E</sub> / V<sub>E</sub>Máx: porcentagem da ventilação em relação à ventilação máxima. VO<sub>2</sub> / VO<sub>2</sub>LV: porcentagem do consumo de oxigênio em relação ao consumo de oxigênio no limiar ventilatório; FC / FCLV: porcentagem da frequência cardíaca em relação à frequência no limiar ventilatório; V<sub>E</sub> / V<sub>E</sub>LV: porcentagem da ventilação em relação à ventilação no limiar ventilatório. \* p ≤ 0,05.

## 6. DISCUSSÃO

O número de voluntárias participantes do estudo esteve dentro do indicado pelo cálculo do tamanho da amostra como sendo adequado para conferir fidedignidade às análises realizadas.

O consumo de oxigênio é uma medida objetiva da capacidade do organismo em transportar e utilizar o oxigênio para a produção de energia (ASTRAND, RODHAL, 1980) e pode ser utilizado para classificação e triagem do nível de aptidão cardiopulmonar (BARROS NETO, 1996).

Os valores de  $VO_2$ Máx obtidos pelas voluntárias as classificou como apresentando uma aptidão cardiorrespiratória boa ou alta para o sexo e a idade (AHA, 1972), demonstrando assim, que as voluntárias eram treinadas. Obtiveram valores médios de 45,43 ml/kg/min. Este índice indica a capacidade do sistema cardiorrespiratório em fornecer oxigênio de acordo com a demanda do exercício e da capacidade tecidual de extrair esse oxigênio (BARROS NETO, 1996). Os valores de FC máxima do teste cardiopulmonar máximo ficaram dentro do previsto pela idade, com média de 190,33 bpm.

Em relação ao treinamento de força, todas as voluntárias foram classificadas como avançadas, pois treinavam há mais de um ano (ACSM, 2009).

Os dados apresentados nas figuras 11, 12 e 13 demonstram que as voluntárias estavam nas mesmas condições pré-exercício, pois não houve diferença significativa para as variáveis FC,  $VO_2$  e  $V_E$  pré-exercício.

Observa-se que não houve diferença significativa no consumo de oxigênio durante a execução dos testes de resistência de força e caminhada (figura 11). Estando de acordo com o propósito deste estudo; onde se objetivou comparar as respostas cardiopulmonares agudas destes exercícios na mesma demanda energética.

Para o teste de caminhada utilizou-se como intensidade valores próximos a 3 km/h, obtendo assim valores de consumo de oxigênio equivalentes ao exercício de resistência de força. Sendo obtidos valores médios de 10,57 ml/kg/min para aeróbio e 10,61 ml/kg/min para o exercício de resistência de força.

Assim a demanda energética dos dois tipos de exercícios ficou em torno de 3 METs, sendo  $3,03 \pm 0,51$  para os exercícios de resistência de força e  $3,02 \pm 0,31$  para a caminhada.

Os valores dos equivalentes metabólicos dos exercícios estão de acordo com dados do *American College of Sports Medicine* (1998), que indicam haver uma demanda de 3 METs para uma caminhada e para exercícios de resistência de força a aproximadamente 30% de 1 RM. E indicam uma intensidade baixa a moderada para os exercícios (AINSWORTH, et al., 2000).

A tabela 4 evidencia que os valores do consumo de oxigênio foram muito semelhantes entre os exercícios de resistência de força e aeróbio, havendo diferenças significativas nas outras variáveis cardiopulmonares.

As respostas cardiopulmonares decorrentes dos exercícios de resistência de força e da caminhada apresentam distinções que caracterizam cada uma das modalidades com padrões únicos. Os exercícios físicos aumentam a demanda metabólica ao longo de sua execução. Para atender essa demanda ocorrem ajustes cardiovasculares agudos, que promovem um aumento do fluxo sanguíneo em resposta à demanda local e conseqüentemente um aumento do consumo de oxigênio (BARROS NETO, 1996). O aumento dos batimentos tende a acompanhar o tempo de duração da atividade e o número de repetições realizadas, pois a frequência cardíaca é sensível a contrações prolongadas, especialmente as contrações muito localizadas (WHITE, 1999).

Neste estudo observou-se que os valores de frequência cardíaca (figura 12) nos testes de resistência de força (média de 129,01 bpm) apresentaram valores significativamente maiores se comparados à caminhada (94,13 bpm). A caminhada teve duração de 20 minutos; tempo médio de duração da sessão de exercício de resistência de força.

Assim como na variável frequência cardíaca, a ventilação foi maior no exercício de resistência de força (22,50 l/min) comparado à caminhada (15,58 l/min). Nota-se também que os valores de  $VCO_2$  seguem esse mesmo padrão (tabela 4). Assim, a razão pela qual a ventilação foi maior nos exercícios de resistência de força pode ser explicada como sendo em decorrência do metabolismo celular com característica anaeróbia láctica; que provocou um aumento na produção de dióxido de carbono pelo tamponamento do lactato

(McARDLE, KATCH, KATCH, 2008). Estabelecendo-se assim uma relação direta da produção de dióxido de carbono com a ventilação pulmonar (WASSERMAN, et al., 1999; MYERS, 1996).

Portanto, o  $V_{E}CO_2$  representa a necessidade ventilatória para eliminar o excesso de dióxido de carbono resultante do exercício (WASSERMAN, et al., 1999; MYERS, 1996).

Da mesma forma o  $V_{E}O_2$  reflete a necessidade ventilatória para um determinado nível de  $VO_2$ . Podendo ser usado como um índice de eficiência ventilatória (WASSERMAN, et al., 1999; MYERS, 1996).

Considerando os meios pelos quais o dióxido de carbono é produzido em decorrência da demanda energética de determinado exercício, é possível utilizar o R para determinar qual fonte energética está sendo predominante (BEAVER, WASSERMAN, WHIPP, 1973; BEAVER, LAMARRA, WASSERMAN, 1981).

Para a caminhada o valor de R ficou abaixo de 1,0 (tabela 4), evidenciando um predomínio do metabolismo aeróbio, conforme era esperado (KRAEMER, RATAMESS, 2004; GOBBI, VILLAR, ZAGO, 2005; ACSM, 2009).

Observa-se, no entanto que no exercício de resistência de força os valores de R foram maiores do que no exercício de caminhada; obtendo valores próximos a 1,0. Demonstrando assim, que mesmo havendo um alto número de repetições houve uma participação importante do metabolismo anaeróbio láctico (McARDLE, KATCH, KATCH, 2008). No entanto a literatura descreve o exercício de resistência de força com baixa carga e grande volume como predominantemente aeróbio (GOBBI, VILLAR, ZAGO, 2005; ACSM, 2009).

Logo, pode-se definir que a acidose metabólica causada pelo excesso de dióxido de carbono, estimula os centros respiratórios a desencadearem um aumento desproporcional da ventilação; conseqüentemente provocando a elevação do R (WASSERMAN, WHIPP, 1975).

Exercícios com baixa intensidade e maior volume apresentam maior participação do metabolismo aeróbio (KRAEMER, RATAMESS, 2004; GOBBI, VILLAR, ZAGO, 2005; ACSM, 2009). No entanto, neste trabalho houve uma participação do metabolismo anaeróbio láctico em mulheres jovens e treinadas utilizando um protocolo de exercícios com baixa intensidade e muitas repetições.



Em estudos publicados por Hurley, et al. (1984) e Botelho, et al. (2003) foram constatados que o consumo de oxigênio aumentou durante o treinamento de força. Mostrando assim, que há participação relativa das fontes aeróbias e anaeróbias no exercício. Embora os autores considerem que a sobrecarga aeróbia dos protocolos estudados tenha sido insuficiente para proporcionar melhora no consumo máximo de oxigênio.

A participação de fontes aeróbias e anaeróbias no exercício de força também foi observada em outros estudos (McCARTHY, et al. 1995; CHTARA, et al., 2005). No entanto, existem pesquisas (BISHOP, et al., 1999; HOFF, HELGERUD, WISLOFF, 1999; DIONNE, et al., 2004; CESAR, et al., 2009) que investigaram os efeitos do treinamento de força em mulheres e os resultados mostraram pouca ou nenhuma alteração na aptidão cardiopulmonar. Talvez pela sobrecarga aeróbia ter sido insuficiente para proporcionar melhora no  $VO_2$ Max.

Embora os valores de  $VO_2$  dos dois exercícios tenham obtidos valores similares (tabela 4), a FC da caminhada apresentou valores menores (figura 12), sendo este fato refletido no pulso de  $O_2$ , onde maiores valores foram encontrados no exercício de caminhada, como mostra a tabela 4.

Esse resultado também foi observado por Hurley, et al. (1984); Pavanelli, (2000) e Botelho, et al. (2003). No entanto, foram estudos com voluntários do sexo masculino. E os dados de Hurley, et al. (1984) foram coletados ao longo de 16 semanas de treinamento de força e caminhada na mesma intensidade, ao contrário deste estudo, onde foram analisados os efeitos agudos dos exercícios em mesma demanda energética.

O pulso de  $O_2$  é uma medida indireta do transporte de oxigênio cardiopulmonar e está sujeito às alterações no débito cardíaco e redistribuição do fluxo sanguíneo para a musculatura exercitada (WASSERMAN, et al., 1999; MYERS, 1996).

Os valores médios de pulso de  $O_2$  deste estudo foram maiores na caminhada (média de 7,08 ml/bat) do que no exercício de resistência de força (5,17 ml/bat). Em outros estudos valores mais altos de pulso de  $O_2$  foram encontrados se comparado com o resultado do exercício de resistência de força, mas próximos ao exercício aeróbio. Entre eles a ginástica aeróbica (7,2 ml/bat) e corrida em esteira rolante (8,1 ml/bat) (PARKER, et al., 1989) e pedalagem em

cicloergometro em carga submáxima (8,3 ml/bat) (ATOMI, et al., 1978) e (7,9 ml/bat) (RIXON, REHOR, BEMBEN, 2006).

Conforme os dados da tabela 5, não foram apresentadas nenhuma diferença no percentual do consumo de oxigênio, no entanto os valores de FC e  $V_E$  foram maiores no exercício de resistência de força. Corroborando com os dados anteriormente apresentados, que justificam esses dados em decorrência do metabolismo celular; que provocou um aumento na produção de dióxido de carbono, gerando acidose metabólica e estimulando a resposta ventilatória (WASSERMAN, WHIPP, 1975).

Evidenciando também, que a FC não aumenta linearmente conforme o  $VO_2$  durante o exercício de resistência de força (WILMORE, et al., 1978; HURLEY, et al., 1984; BURLINSON, et al., 1997).

Para o exercício de resistência de força o percentual da frequência cardíaca ficou dentro do recomendado pela ACSM (1998) para gerar melhoras nas capacidades cardiopulmonares, com média de 67,79%. Embora, em ambos os exercícios, o percentual de consumo máximo de oxigênio encontrado neste estudo estivesse abaixo do recomendado.

Observando a tabela 5 nota-se que os dados referentes ao percentual das variáveis  $VO_2$ , FC e  $V_E$  em relação ao limiar ventilatório se comportaram da mesma maneira que os dados referentes ao percentual do máximo.

Assim como em outros estudos (WILMORE, et al., 1978; HURLEY, et al., 1984; BURLINSON, et al., 1997) os valores de FC para os exercícios de resistência de força foram muito altos para a demanda energética estabelecida. Possivelmente, isso tenha ocorrido pela obstrução do fluxo sanguíneo nos tecidos exercitados, estimulando uma resposta adrenérgica que associado a um débito cardíaco baixo pode ter gerado esse aumento desproporcional da FC (HURLEY, et al., 1984; KRAEMER, et al., 1987).

Alguns estudos anteriores a este não encontraram aumento no consumo máximo de oxigênio com o treinamento de resistência de força em mulheres (BISHOP, et al., 1999; HOFF, HELGERUD, WISLOFF, 1999; DIONNE, et al., 2004; RANA, et al., 2008; CESAR, et al., 2009) e homens (HURLEY, et al., 1984), possivelmente pela carga de trabalho usada.

No entanto, foi encontrado um estudo (SOUZA, et al., 2008) que observou uma melhora significativa no consumo máximo de oxigênio. Foi aplicado um treinamento de força por 12 semanas com um alto número de repetições e pouca carga, sendo 3 séries de 25 repetições com 30% de 1 RM. Os autores não observaram alterações no LV em mulheres jovens.

Em contrapartida, há estudos que mostram que treinamento de resistência de força com séries de 10 e 15 repetições não apresentaram melhoras na aptidão cardiopulmonar em mulheres (DIONNE, et al. 2004; CESAR, et al., 2009).

Os dados obtidos neste estudo estão de acordo com os obtidos por Simões, et al. (2011), em um estudo com mulheres jovens treinadas, onde foram aplicados protocolos de exercícios de força máxima com 3 séries de 3 a 5 repetições a 90% da 1 RM e um protocolo de resistência muscular localizada com 3 séries de 15 a 20 repetições a 50% de 1 RM. Os autores encontraram uma sobrecarga cardiopulmonar maior nos exercícios de resistência muscular localizada se comparado com os exercícios de força máxima. Para os exercícios de resistência muscular localizada foram encontrados valores de  $VO_2$  de 0.56 l/min,  $VCO_2$  de 0.67 l/min, R de 1.25,  $V_{E}O_2$  de 41.21 e  $V_{E}CO_2$  de 33,26. Mas mesmo no exercício de resistência muscular localizada os valores de consumo de oxigênio foram considerados baixos para treinamento aeróbio.

Botelho, et al. (2003) também utilizaram um protocolo de resistência muscular localizada. Foram aplicadas 4 séries, 15 repetições a 60% de 1 RM no exercício supino em homens. Os resultados foram  $VO_2$  de 10.18 ml/kg/min, R de 1.15 e FC de 119.72 bpm. O  $VO_2$  foi ligeiramente inferior aos obtidos com os exercícios aplicados neste estudo. O R ficou acima dos dois exercícios aplicados. E a FC foi maior do que a obtida aqui pela caminhada e menor do que do exercício de resistência de força.

Atomi, et al. (1978) estudaram as respostas cardiopulmonares de mulheres jovens e destreinadas submetidas a um protocolo de exercícios em cicloergômetro com carga de 50 wats durante 8 semanas. Foram obtidos valores de  $VO_2$  de 33.8 ml/km/min,  $V_E$  de 29.3 l/min, Pulso de  $O_2$  de 5,9 ml/bat e FC de 147 bpm. Esses resultados foram maiores do que os encontrados neste estudo, exceto pelo Pulso de  $O_2$  do exercício aeróbio que obteve valor de 7,08 ml/bat.

Elsangedy, et al. (2009) compararam as respostas fisiológicas de grupos com diferentes índices de massa corporal, durante 20 minutos de caminhada em ritmo auto selecionado. Participaram 66 mulheres sedentárias, com idades entre 20 e 45 anos, distribuídas em três grupos: peso normal, sobrepeso e obesas. O grupo com obesidade registrou uma velocidade menor em relação aos outros 2 grupos. No entanto, as respostas fisiológicas foram semelhantes entre todos os grupos. O percentual do  $VO_2$ Máx foi 58,7% para o grupo de peso normal, 63,1% para o grupo sobrepeso e 64,8% para o grupo obeso. E o percentual da FC máxima foi 75,1%, 78,7% e 78,7% para os mesmos grupos. Assim, é possível observar que as mulheres com diferente IMC apresentaram respostas fisiológicas semelhantes durante a caminhada em ritmo auto selecionado. Neste mesmo trabalho o grupo de peso normal caminhou em média 6 km/h e obteve as seguintes respostas:  $VO_2$  de 20,0 ml/kg/min, FC de 138,6 bpm, percentual do  $VO_2$  em relação máximo de 58,7% e percentual da FC em relação máximo de 75,1%. Estes valores estão bem acima do obtido na caminhada aplicada neste estudo. Sendo que aqui a velocidade ficou em 3 k/h em média, a metade do aplicado no estudo de Elsangedy, et al. (2009).

Wilmore, et al. (1978) investigaram as respostas cardiopulmonares e metabólicas de 20 homens e 20 mulheres. Foram aplicados treinamento de força na forma de circuito, com 3 séries de 15 a 18 repetições com carga equivalente a 40% de 1 RM. Os resultados mostraram valores superiores para os homens em relação as mulheres. Em comparação a este estudo os valores de  $VO_2$  (16,4 ml/kg/min), FC (152,1 bpm), percentual do  $VO_2$  em relação ao máximo (44,2%) e percentual da FC em relação ao máximo (81,60%) foram maiores do que os valores obtidos no exercício de resistencia de força e no exercício aeróbio onde os valores foram respectivamente:  $VO_2$  de 10,61 ml/kg/min e 10,57 ml/kg/min. FC de 129,01 bpm e 94,13 bpm. Percentual do  $VO_2$  em relação ao máximo de 23,52% e 23,36%. Percentual da FC em relação ao máximo de 67,79% e 49,53%.

Essas variáveis também foram maiores em um protocolo de testes com homens aplicados em um estudo de Hurley, et al. (1984), incluindo o valor encontrado para o pulso de  $O_2$  (10 ml/bat). No referido estudo foram investigadas as respostas agudas e crônicas na capacidade aeróbia, proporcionadas por 16 semanas de treinamento de força, comparadas com as respostas proporcionadas

por um exercício submáximo em esteira no mesmo tempo e intensidade. Os exercícios de força eram compostos de 8-12 repetições em 14 exercícios. Não foram observadas melhoras no  $VO_2Máx$ .

Estudo de Gonelli, et al. (2011) comparou as respostas cardiopulmonares entre uma caminhada e uma corrida na mesma velocidade em oito mulheres com idades entre 18 e 24 anos. Os dados obtidos sugerem que correr em uma velocidade de 7 km por hora proporciona um maior benefício cardiopulmonar e na composição corporal do que caminhar nesta velocidade. Os dados da corrida relativos a gasto energético, consumo de oxigênio, produção de dióxido de carbono, pulso de  $O_2$  e ventilação pulmonar foram maiores do que os da caminhada.

Bizen, Swan e Manore (2001) realizaram uma investigação das respostas metabólicas de 20 mulheres jovens em exercícios de força com 3 séries de 10 repetições a 70% de 1 RM. Observaram valores de  $VO_2$  de 0,68 l/min. Esse valor é ligeiramente maior do que os valores encontrados aqui para os exercícios de resistência de força e aeróbio.

Abernethy e Batman (1994), investigaram as respostas que exercícios ritimados provocariam no  $VO_2$ , FC, Pulso de  $O_2$  em 6 mulheres treinadas. Foram aplicados 5 exercícios com 4 minutos de duração cada. Os exercícios envolviam locomoção (circuito e salto de baixo impacto) e calistenia. Os exercícios de circuito apresentaram valores significativamente maiores ( $VO_2$  40,6 ml/kg/min, FC 159,0 bpm e Pulso de  $O_2$  13,1ml/bat). Estes valores estão bem acima dos apresentados nos dois protocolos deste trabalho, tendo um tempo de duração menor.

Schantz e Astrand (1984) avaliaram o  $VO_2$  e FC em dançarinos de balé profissional durante 6 aulas, com duração média de 75 minutos cada. Os dançarinos do sexo masculino obtiveram uma média de  $VO_2Máx$  equivalente a 56 ml/kg/min e as pertencentes ao sexo feminino obtiveram 51 ml/kg/min. A frequência cardíaca permaneceu próxima do máximo durante quase toda coreografia. Deve-se considerar que o balé é um exercício intermitente, onde as coreografias duram alguns minutos. No entanto apresentam uma alta demanda energética. Durante as coreografias da aula o consumo de oxigenio chegava a

80% do máximo. Enquanto que durante exercícios com barra na aula o consumo de oxigênio médio foi de 36% a 39% do máximo.

Os resultados apresentados neste estudo e nos demais estudos discutidos aqui são peculiares e não podem ser extrapolados como regra para toda população. Especialmente pela diferença de respostas encontradas entre os sexos.

Uma limitação deste estudo foi não ter sido controlada a fase do ciclo menstrual das voluntárias, devido ao grande número de testes do protocolo que dificultaram a realização de todos os testes na mesma fase do ciclo menstrual.

Alterando as variáveis dos treinamentos é possível criar uma infinidade de protocolos de treinamento. Ressaltando a importância deste estudo em contribuir para o entendimento das respostas agudas proporcionadas pelos exercícios de resistência de força e aeróbio; que até a data deste trabalho ainda não haviam sido estudados da forma como foi feito.

Não foram encontrados trabalhos que utilizassem uma metodologia igual a esta. Existem pesquisas com uma diversidade de protocolos de treinamento e exploração da relação destes treinamentos com os ajustes cardiopulmonares. No entanto, não foi encontrado nenhum estudo comparando as respostas cardiopulmonares agudas do exercício de resistência de força no supino reto, agachamento livre e rosca direta com a barra com as respostas da caminhada.

Embora estes estudos tenham comparado algumas das mesmas variáveis do que este, cada estudo adotou protocolos próprios. Os trabalhos utilizaram modalidades de exercícios distintas e em boa parte dos estudos os voluntários eram do sexo masculino. O que evidencia a originalidade dos dados deste trabalho.

## 7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos dos valores de consumo de oxigênio indicam que os exercícios de resistência de força supino reto, agachamento livre e rosca direta com a barra e o exercício aeróbio de caminhada a cerca de 3,0 km/h promovem uma pequena sobrecarga cardiorrespiratória para treinamento aeróbio em mulheres jovens treinadas.

O exercício de resistência força apresentou uma resposta cronotrópica maior em relação ao exercício aeróbio no mesmo consumo de oxigênio, indicando que a frequência cardíaca pode ser um parâmetro inadequado para avaliar a sobrecarga cardiorrespiratória em exercícios de resistência força.

Através dos valores de produção de dióxido de carbono e razão das trocas gasosas foi observada uma maior participação do metabolismo anaeróbio láctico no exercício de resistência de força, mesmo sendo um exercício com baixa intensidade e volume alto.

Sendo assim, as maiores diferenças na resposta cardiorrespiratórias agudas entre os exercícios de resistência de força e caminhada foram os maiores valores encontrados no teste de resistência de força referentes à produção de dióxido de carbono, frequência cardíaca, ventilação pulmonar e razão das trocas gasosas e equivalentes respiratórios para oxigênio e dióxido de carbono. Enquanto a caminhada obteve maiores valores no pulso de oxigênio em decorrência de uma menor frequência cardíaca.

Os resultados obtidos sugerem que apenas o exercício de força pode não ser suficiente para promoção de adaptações cardiorrespiratórias. Sendo recomendado combinar exercícios de resistência de força com aeróbio para melhora da aptidão cardiorrespiratória em mulheres jovens treinadas.

## REFERÊNCIAS

ABADIE, B. R; WENTWORTH, M.C. **Prediction of one repetition maximal strength from a 5-10 repetition submaximal strength test in college-aged females.** Journal of Exercise Physiology-online. v.4, n.2, p.1-6, 2000.

ACHTEN, J; GLEESON, M; JEUKENDRUP, A. E. **Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation.** Medicine and Science in Sports and Exercise. v.34, n.1, p. 92-97, 2002.

AINSWORTH, B. E; HASKELL, W. L; WHITT, M. C; IRWIN, M. L; SWARTZ, A. M; STRATH, S. J; O'BRIEN, W. L; BASSETT, D. R. JR; SCHMITZ, K. H; EMPLAINCOURT, P. O; JACOBS, D. R. JR; LEON, A, S. **Compendium of physical activities: an update of activity codes and met intensities.** Medicine and Science in Sports and Exercise. v.32, n.9, p. 498-516, 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults.** Medicine and Science in Sports and Exercise. v.33, n.12, p. 2145-2156, 2001.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição. 7 ed. Rio de Janeiro. **Guanabara Koogan.** 2007.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Position stand: progression models in resistance training for healthy adults.** Medicine and Science in Sports and Exercise. v. 41, n. 3, p. 687-707, 2009.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in health adults.** Medicine and Science in Sports and Exercise. v.30, n.6, p. 975-991, 1998.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults.** Medicine and Science in Sports and Exercise. v. 22, n. 2, p. 265-274, 1990.

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

ARAÚJO, C. G. S; CARVALHO, T; CASTRO, C. L. B; COSTA, R. V; MORAES, R. S; OLIVEIRA FILHO, J. A; GUIMARÃES, J. I. **Normatização dos equipamentos e técnicas da reabilitação cardiovascular supervisionada.** Arquivos Brasileiros de Cardiologia. v. 83, n. 5, p. 448-452, 2004.



ASTRAND, P; RODHAL, K. Tratado de Fisiologia do Exercício. 2 ed. Rio de Janeiro. **Interamericana**. 1980.

ATOMI, Y; ITO, K; IWASAKI, H; MIYASHITA, M. **Effects of intensity and frequency of training on aerobic work capacity of young females**. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. v.18, p.3-9, 1978.

BADILLO, J. J. G; AYESTARÁN, E. G. Fundamentos do treinamento de força – Aplicação ao alto rendimento esportivo. 2 ed. Porto Alegre. **Artmed**, 2001.

BARBANTI, V. J; TRICOLI, V; UGRINOWITSCH, C. **Relevância do conhecimento científico na prática do treinamento físico**. Revista Paulista de Educação Física. v.8, p.101-109, 2004.

BARELA, J. A; POSLASTRI, P. F; FREITAS, Jr. P. B; GODOI, D. **Efeito da exposição visual no acoplamento entre informação visual e controle postural em bebê**. Revista Paulista de Educação Física. v.17, n.1, p.16-31, 2003.

BARTON, C. W; KATZ, B; SCHORK, M; ROSENTHAL, A. **Value of treadmill exercise test in pre-and-postoperative children with valvular aortic stenosis**. Clinical. Cardiology. v.6, p.473-477, 1983.

BARROS NETO, T. L. **Fisiologia do exercício aplicada ao sistema cardiovascular**. Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo. v.19, n. 6, p.6-10, 1996.

BARROS NETO, T. L. Exercício, saúde e desempenho físico. São Paulo. **Atheneu**. p.5-7, 1997.

BARROS NETO, T. L; CESAR, M. C; TAMBEIRO, V. L. Avaliação da aptidão física cardiorrespiratória. In: GHORAYEB, N.; BARROS NETO, T. L. (Eds). O Exercício: Preparação Fisiológica, Avaliação Médica, Aspectos Especiais e Preventivos. São Paulo. **Atheneu**. 2004.

BARROS NETO, T. L; TEBEXRENI, A. S; TAMBEIRO, V. L. **Aplicações práticas da ergoespirometria no atleta**. Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo. v.11, n.3, p.695-705, 2001.

BEAVER, W. L; LAMARRA, N; WASSERMAN, K. **Breath-by-breath measurement of true alveolar gas exchange**. Journal of Applied Physiology. v.51, n. 21, p.1662-1675, 1981.

BEAVER, W. L; WASSERMAN, K; WHIPP, B. J. **On-line computer analysis and breath-by-breath graphical display of exercise function tests**. Journal of Applied Physiology. v.34, p.128-132, 1973.

BISHOP, D; JENKINS, D. G; MACKINNON, L. T; McENNIERY M; CAREY, M. F. **The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics.** *Medicine and Science in Sports and Exercise.* v.31, n.6, p.886-891, 1999.

BOTELHO, P. A; CESAR, M. C; ASSIS, M. R; PAVANELLI, C; MONTESANO, F. T; BARROS NETO, 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.

BURLESON, M. A; O'BRYAN, H. S; STONE, M. H; COLLINS, M. A; Mc BRIDE, T. T. **Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption.** *Medicine and Science in Sports and Exercise.* v.30, n.4, p.518-522, 1997.

BUTTS, N. K; KNOX, K. M; FOLEY, T. S. **Energy costs of walking on a dual-action treadmill in men and women.** *Medicine and Science in Sports and Exercise.* v.27, p.121-125, 1995.

CARSON, J. A; BOOTH, F. W. *Biologia molecular no exercicio fisico.* In *A ciencia do exercicio e dos desportos.* GARRRET JUNIOR, W.E.; KIRKENDALL, D.T. Porto Alegre. **Artmed.** p. 276 -292, 2003.

CAUZA, E; HANUSCH-ENSERER, U; STRASSER, B; LUDVIK, B; METZ-SCHIMMERL, S; PACINI, G; WAGNER, O; GEORG, P; PRAGER, R; KOSTNER, K; DUNKY, A; HABER, P. **The relative benefits of endurance and strenght training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus.** *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* v.86, n.8, p.1527-1533, 2005.

CESAR, M. C; BORIN, J. P; GONELLI, P. R. G; SIMÔES, R. A; SOUZA, T. M. F; MONTEBELO, M. I. L. **The effect of local Muscle Endurance Training on Cardiorespiratory Capacity in Young Women.** *Journal of Strength and Conditioning Research.* v.23, n.6, p.1637-1643, 2009.

CESAR, M. C; BORIN, J. P; PELLEGRINOTTI, I. L. *Educação Física e Treinamento Esportivo.* In: Ademir De Marco. (Org.). *Educação Física: Cultura e Sociedade.* 2 ed. Campinas. **Papirus.** v. 1, p. 25-46, 2008.

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

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

CHTARA, M; CHAMARI, K; CHAOUACHI, M; CHAOUACHI, A; KOUBAA, D; FEKI, Y; MILLET, G. P; AMRI, M. **Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity.** British Journal of Sports Medicine. v.39, p. 555-560, 2005.

COSENZA, C. E. Musculação: Métodos e Sistemas. Rio de Janeiro. **Sprint.** 1995.

DANTAS, E. H. M - A prática da Preparação Física. 3. ed. Rio de Janeiro. **Shape.** 1995.

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.

DELAVIER, F. Guia dos movimentos de musculação - Abordagem anatômica. 2 ed. São Paulo. **Manole.** 2000.

DIAS, R. M. R; CYRINO, E. E; SALVADOR, E. P; NAKARUMA, F. Y; PINA, F. L. C; OLIVEIRA, A. R. **Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte. v.11, n.4, p.224-225, 2005.

DIONNE, I. J; MÉLANÇON, M. O; BROCHU, M; ADES, P. A; POELHMAN, E. T. **Age-relate differences in metabolic adaptations following resistance training in women.** Experimental Gerontology. v. 39, n.1, p. 133-138, 2004.

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

ELSANGEDY, H. M; KRINSKI, K; BUZZACHERA, C. F; NUNES, R. F. H; ALMEIDA, F. A. M; BALDARI, C; GUIDETTI, L; CAMPOS, W; SILVA, S. G. **Respostas fisiológicas e percentuais obtidas durante a caminhada em ritmo autosselecionado por mulheres com diferentes índices de massa corporal.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte. v.15, n.4, 2009.

EVANS, W. J. **Exercise training guidelines for the elderly.** Medicine and Science in Sports and Exercise. v.31, n.1, p.12-17, 1999.

FERREIRA, P. L; COELHO, V. A. C; CESAR, M. C; TOLOCKA, R. E. **Avaliação da Saúde, Fatores de Risco e Estado Nutricional de Crianças e Adultos Frequentadores de um Programa de Nataçao.** Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde. v.11, n.3, p. 23-31, 2006.

FLECK, S. J; KRAEMER, W. J. Fundamentos do Treinamento de Força Muscular. 3 ed. Porto Alegre. **Artmed**. 2006.

FOLDVARI, M; CLARK, M; LAVIOLETTE, L. C; BERNSTEIN, M. A; KALITON, D; CASTANEDA, C; PU, C. T; HAUSDORFF, J. M; FIELDING, R. A; SINGHA, M. A. F. **Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women**. The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences. v.55, n.4, p.192-199, 2000.

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

FRIEDRICH, M. J. **Women, exercise, and aging**. The Journal of the American Medical Association. v.285, n.11, p.1429-1431, 2001.

GLOWACKI, S. P; MARTIN, S. E; MAURER, A; BAEK, W; GREEN, J. S; CROUSE, S. F. **Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise outcomes in men**. Medicine and Science in Sports and Exercise. v.36, n.12, p.2119-2127, 2004.

GOBBI, S; VILLAR, R; ZAGO, A. S. Educação Física no Ensino Superior: Bases Teórico-Práticas do Condicionamento Físico. Rio de Janeiro. **Guanabara Koogan**. 2005.

GONELLI, P. R. G; GIMENEZ FILHO, E; 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, 2011.

Goreham, C; Green, H. J; Ball-Burnett, M; Ranney, D. **High resistance training and muscle metabolism during prolonged exercise**. American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism. v.276, n.3, p.489-496, 1999.

GORMLEY, E. S; SWAIN, D. P; HIGH, R; SPINA, R. J; DOWLING, E. A; KOTIPALLI, U. S; GANDRAKOTA, R. **Effect of intensity of aerobic training on  $vo_2max$** . Medicine and Science in Sports and Exercise. v.40, n.7, p.1336-1343, 2008.

GUEDES JR, D. P. Musculação: Estética e Saúde Feminina. São Paulo. **Phorte**. 2003.

HELGERUD, J; HOYDAL, K; WANG, E; KARLSEN, T; BERG, P; BJERKAAS, M; SIMONSEN, T; HELGESEN, C; HJORTH, N; BACH, R; HOFF, J. **Aerobic high-intensity intervals improve  $vo_2max$  more than moderate training**. Medicine and Science in Sports and Exercise. v.39, n.4, p.665-671, 2007.

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

HURLBUT, D. E; LOTT, M. E; RYAN, A. S; FERRELL, S. M; ROTH, S. M; IVEY, F. M; MATTEL, G. F; LEMMER, J. T; FLEG, J. L; HURLEY, B. P. **Does age, sex or ACE genotype affect glucose and insulin responses to strength training?** Journal of Applied Physiology. v.92, n.2, p.643-650, 2002.

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 strenght training on cardiovascular function.** Medicine and Science in Sports and Exercise. v. 16, n. 5, p.483-488, 1984.

IRVING, B. A; DAVIS, C. K; BROCK, D. W; WELTMAN, J. Y; SWIFT, D; BARRET, E. J; GAESSER, G. A; WELTMAN, A. **Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition.** Medicine and Science in Sports and Exercise. v.40, n.11, p.1863-1872, 2008.

JAMBASSI FILHO, J. C; GURJÃO, A. L. D; GONÇALVES, R; BARBOZA, B. H. V; GOBBI, S. **O efeito de diferentes intervalos de recuperação entre as séries de treinamento com pesos, na força muscular em mulheres idosas treinadas.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte. v.16, n.2, 2010.

KLAINMAN, E; FINK, G; LEBZELTER, J; KRELBAUMM, T; KRAMER, M. R. **The relationship between left ventricular function assessed by multigated radionuclide test and cardiopulmonary exercise test in patients with ischemic heart disease.** Chest. v.121, p.841-845, 2002.

KNUTTGEN, H. G. **Strength training and aerobic exercise:** comparison and contrast. Journal of Strength & Conditioning Research. v. 21, n. 3, p. 973-978, 2007.

KRAEMER, W. J; NOBLE, B. J; CLARK, M. J; CULVER, B. W. **Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods.** International Journal of Sports Medicine. v. 8, n. 4, p. 247-252, 1987.

KRAEMER, W. J; RATAMESS, N. A. **Fundamentals of resistance training:** Progression and Exercise Prescription. Medicine and Science in Sports and Exercise. v. 36, n. 4, p. 674-688, 2004.

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

LIMA, C. SILVEIRA; PINTO, R. S. Cinesiologia e Musculação. Porto Alegre. **Artmed.** 2006.

MAIOR, A. S; VARALLO, Â. T; MATOSO, A. G. P. S; EDMUNDO, D. A; OLIVEIRA, M. M; MINARI, V. Ap. **Resposta da força muscular em homens com a utilização de duas metodologias para o teste de 1RM.** Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano. v.9, n.2, p.177-182, 2007.

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

McARDLE, W. D; KATCH, F. I; KATCH, V. L. Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano. Rido de Janeiro. 6 ed. **Guanabara Koogan**. 2008.

McCARTHY, J. P; AGRE, J. C; GRAF, B. K; POZNIAK, M. A; VAILAS, A. C. **Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training**. Medicine and Science in Sports and Exercise. v.27, n3, p.429-436, 1995.

McCURDY, K; LANGFORD, G. A; CLINE, A. L; DOSCHER, M; HOFF, R. **The reliability of 1 and 3 RM tests of unilateral strength in trained and untrained men and women**. Journal of Sports Science and Medicine. v.3, p.190-196. 2004.

MONTEIRO, D. W. **Força muscular**: Uma abordagem fisiológica em função do sexo, idade e treinamento. Revista brasileira de atividade física e saúde. v.2, n.2, p.50-66, 1997.

MONTERO, E. G. **Comparação dos efeitos de treinamento de força máxima sobre variáveis neuromusculares entre atletas e indivíduos ativos**. Dissertação de Mestrado. Piracicaba. UNIMEP. 2006.

MYERS, J. N. **Essentials of Cardiopulmonary Exercise Testing**. Human Kinetics. p.177, 1996.

OWLES, W. H. **Alterations in the lactic acid content of the blood as a result of light exercise and associated changes in the CO<sub>2</sub> combining power of the blood and in the alveolar CO<sub>2</sub> pressure**. The Journal of Physiology. v.69, p.214-237, 1930.

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 in Sports and Exercise. v.21, p.230-234, 1989.

PAVANELLI, C. **Ajustes cardio-respiratório e metabólico em exercícios aeróbios e anaeróbios na mesma demanda energética**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Reabilitação da Universidade Federal de São Paulo / Escola Paulista de Medicina. 2000.

PEARCE, D. H; MILHORN, H. T; HOLOMAN, G. H; REYNOLDS, W. J. **Computer-based system for analysis of respiratory responses to exercise**. Journal of Applied Physiology. v.42, p.968-975, 1975.

PITANGA, F. J. G; LESSA, I; BARBOSA, P. J. B; BARBOSA, S. J. O; COSTA, M. C; LOPES, A. S. **Atividade física na prevenção de diabetes em etnia negra**: quanto é necessário? Revista da Associação Médica Brasileira. v.56, n.6, p.697-704, 2010.

PHILBECK, J. W; KLATZKY, R. L; BEHRMANN, M; LOOMIS, J. M; GOODRIDGE, J. **Active control of locomotion facilitates nonvisual navigation.** Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. v.27, p.141-153, 2001.

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

PLATONOV, V. N; BULATOVA, M. M. A preparação Física. São Paulo. **Sprint.** 2003.

POLITO, M. D; FARINATTI, P. T. V. **Considerações sobre a medida da pressão arterial em exercícios contra-resistência.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte. v.9, n.1, p.1-9, 2003.

POLLOCK, M. L; GAESSER, G. A; BUTCHER, J. D; DESPRÉS, Jean-Pierre; DISHMAN, R. K; FRANKLIN, B. A; GARBER, C. E. **The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults.** Medicine and Science in Sports and Exercise. v.30, n.6, p.975- 991, 1998.

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

POWERS, S. K; HOWLEY, E. T. Fisiologia do Exercício – Teoria e Aplicação ao Conhecimento e ao Desempenho. 3 ed. São Paulo. **Manole.** 2000.

RANA, S. R; CHLEBOUN, G. S; GILDERS, R. M; HAGERMAN, F. C; HERMAN, J. R; HIKIDA, R. S; KUSHNICK, M. R; STARON, R. S; TOMA, K. **Comparison of early phase adaptations for traditional strength and endurance, and low velocity resistance training programs in college-aged women.** Journal of Strength and Conditioning Research. v. 22, n. 1, p.119-27, 2008.

REYBROUCK, T; GHESQUIERE, J; CATTART, A; FAGARD, R; AMERY, A. **Ventilatory thresholds during short and long term exercises.** Journal of Applied Physiology. v.55, p.1964-1700, 1983.

RHEA, M. R; ALVAR, B. A; BURKETT, L. N; BALL, S. D. **A meta-analysis to determine the dose response for strength development.** Medicine and Science in Sports and Exercise. v.35, n.3, p.456-464, 2003.

RIXON, K. P; REHOR, P. R; BEMBEN, M. G. **Analysys of the assessment of caloric expenditure in four modes of aerobic dance.** Journal of Strength & Conditioning Research. v.20, p.593-596, 2006.

ROTH, S. M; MARTEL , G. F; IVEY, F. M; LEMMER, J. T; METTER, E. J; HURLEY, B. F; ROGERS, M. A. **High volume, heavy-resistance strength training and muscle damage in young and older women.** Journal of Applied Physiology. v. 88, n. 3, p.1112-1118, 2000.

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

SCOTT, C. B. **Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training.** Journal of Strength & Conditioning Research. v.20, n.2, p.404-411, 2006.

SILLANPAA, E; HAKKINEN, A; NYMAN, K; MATTILA, M; CHENG, S; KARAVIRTA, L; LAAKSONEN, D. E; HUUHKA, N; KRAEMER, W. J. **Body Composition and Fitness during Strength and/or Endurance Training in Older Men.** Medicine and Science in Sports and Exercise. v.40, n.5, p.950-958, 2008.

SIMÃO, R. Fundamentos Fisiológicos para o Treinamento de Força e Potência. São Paulo. **Phorte**. 2003.

SIMÃO, R; AGUIAR, R. S; MIRANDA, H; MAIOR, A. S. **A influencia de distintos intervalos de recuperação entre séries nos exercícios resistidos.** Fitness & Performance Journal. v.5, n.3, p. 134-138, 2006.

SIMÕES, R. A; GONELLI, P. R.G; CELANTE, G. S; 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 Physiologyonline. v.14, n.4, p.106–119, 2011.

SIMÕES, R. A; SALLES, G. S. L. M; GONELLI, P. R. G; LEITE, G. dos S; 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.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **Diretriz de reabilitação cardíaca.** Arquivos Brasileiros de Cardiologia. v.84, n.5, 2005.

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.



STARON, R. S; HIKIDA, R. S. Respostas musculares ao exercício e ao treinamento. In: A ciência do exercício e dos desportos. GARRRET JUNIOR, W.E.; KIRKENDALL, D.T. Porto Alegre. **Artmed**. p.188-202, 2003.

SWAIN, D. P; FRANKLIN, B. A. **VO<sub>2</sub> 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; SWENSEN, T. **Impact of training on endurance performance. A new form of cross-training**. Sports Medicine. v.25, n.3, p.191-200, 1998.

TEBEXRENI, A. S; LIMA, E. V; TAMBEIRO, V. L; BARROS NETO, T. L. **Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações “versus” protocolo de rampa**. Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo. v.11, n.3, p.519-528, 2001.

TOMÉ, T. H; VALENTIN, N. C. **Benefícios da atividade física sistemática em parâmetros psicológicos do praticante: um estudo sobre ansiedade e agressividade**. Revista da Educação Física/UEM. Maringá. v.17, n.2, p.123-130, 2006.

VENABLES, M. C; JEUKENDRUP, E. E. **Endurance Training and Obesity: Effect on Substrate Metabolism and Insulin Sensitivity**. Medicine and Science in Sports and Exercise. v.40, n.3, p.495-502, 2008.

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

WASSERMAN, K; McLLROY, M. B. **Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise**. American Journal Cardiology. v.14, n.6, p.844-852, 1964.

WASSERMAN, K.; WHIPP, B. J. **Exercise physiology in health and disease**. The American Review of Respiratory Disease. v.112, p.219-249, 1975.

WATSON, A. W. S. - Aptidão Física e Desempenho Atlético. Rio de Janeiro **Guanabara Koogan**. 1986.

WEINECK, J. Treinamento ideal. São Paulo. **Manole**. 2003.

WHITE, W. B. **Heart rate and the rate-pressure product as determinants of cardiovascular risk in patients with hypertension**. American Journal Hypertens. v.12, p.508-558, 1999.

WILLARDSON, J. M; BURKETT, L. N. **A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout**. Journal of Strength and Conditioning Research. v.19, p.23-26, 2005.

WILLIAMS, M. A; HASKELL, W. L; ADES, P. A; AMSTERDAM, E. A; BITTNER, V; FRANKLIN, B. A; GULANICK, M; LAING, S. T; STEWART, K. J. **Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 Update.** Circulation. v.116, n.5, p.572-584, 2007.

WILLIAMS, P. T. **Reduced diabetic, hypertensive, and cholesterol medication use with walking.** Medicine and Science in Sports and Exercise. v.40, n.3, p.433-443, 2008.

WILMORE, J. H; COSTILL, D. L. Basic energy systems. In: WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. Physiology of Sport and Exercise. **Champaign: Human Kinetics.** p.92-121, 1994.

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




WINETT, R. A; CARPINELLI, R. N. **Potential Health-Related Benefits of Resistance Training.** Preventive Medicine. v.33, n.5, p.503-513, 2001.

YAZBEK Jr, P; CARVALHO, R. T; SABBAG, L. M. ; BATTISTELLA; L. R. **Ergoespirometria:** Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. v.71, n.5, 1998.

ZATSIORSKY, V. M; KRAEMER, W. J. Ciência e prática do treinamento de força. 2 ed. São Paulo. **Phorte.** 2008.

## ANEXO A

Certificado de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UNIMEP.

 <p><b>UNIMEP</b> Universidade Metodista de Piracicaba</p>	
<h1>CERTIFICADO</h1>	
<p>Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado <b>“Respostas cardiopulmonares agudas de mulheres durante exercícios de resistência de força comparadas com exercícios aeróbio na mesma demanda energética”</b>, sob o protocolo n° 79/11, do Pesquisador <b>Prof. Dr. Marcelo de Castro César</b> está de acordo com a Resolução n° 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/CNS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.</p>	
<p>We certify that the research project with title <b>“Comparison of acute cardiopulmonary responses in women engaged in resistance training vs. aerobic exercise in the same energy cost”</b>, protocol n° 79/11, by Researcher <b>Prof. Dr. Marcelo de Castro César</b> is in agreement with the Resolution 196/96 from Conselho Nacional de Saúde/CNS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba – UNIMEP.</p>	
<p>Piracicaba, SP, 29 de novembro de 2011.</p>	
 <p>Prof. Rodrigo Batagello Coordenador CEP - UNIMEP</p>	

## ANEXO B

Modelo da ficha de avaliação da saúde.

### AVALIAÇÃO DA SAÚDE

Data ..... /..... /.....

#### IDENTIFICAÇÃO:

Nome: .....

Data de Nascimento:...../...../..... Sexo:..... Profissão:.....

Endereço:.....Telefone:(.....).....

#### QUEIXAS ATUAIS:

( ) dor no peito ( ) falta de ar com o esforço ( ) falta de ar em repouso

( ) inchaço no tornozelo ( ) tontura ( ) desmaio ( ) batadeira no coração

( ) dor ao andar ( ) dor lombar ( ) dor em joelho ( ) dor no ombro

( ) dor de cabeça ( ) nenhuma

( ) outras queixas: .....

Detalhe a(s) queixa(s) (início, duração, último episódio, se tem relação com o exercício): .....

.....  
 .....  
 .....

#### DOENÇAS PREEEXISTENTES

Você tem alguma doença? ( ) Não ( ) Sim,

.....  
 .....

Está em tratamento médico? ( ) Não ( ) Sim,

.....  
 .....

Usa medicamentos? ( ) Não ( ) Sim,

.....  
 .....

#### ANTECEDENTES PESSOAIS:

Cirurgia ( ) Não ( ) Sim,

.....  
 Trauma ( ) Não ( ) Sim,

Outros ( ) Não ( ) Sim,

.....

**ANTECEDENTES FAMILIARES:**Doença cardíaca ( ) Não ( ) Sim,  
.....Morte súbita ( ) Não ( ) Sim,  
.....Outras doenças ( ) Não ( ) Sim,  
.....**HÁBITOS DE VIDA:**Pratica exercício físico: ( ) Não ( ) Sim,  
.....  
.....  
.....Etilismo: ( ) Não ( ) Sim. Dias/semana?  
.....

Tabagismo ( ) Sim,..... ( ) Parou há ..... ( ) Nunca

Peso: \_\_\_\_\_

Altura: \_\_\_\_\_

---

**Avaliador**

## ANEXO C

Modelo da ficha para as anotações das variáveis dos testes de RM e cardiopulmonares.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

### TESTE DE 1 RM

1                      2                      3                      4                      5

<b>Supino reto</b>					
<b>Agachamento livre</b>					
<b>Rosca direta com a barra</b>					

### AVALIAÇÃO CARDIOPULMONARES

<b>Consumo Máximo de Oxigênio</b>		<b>ml/kgmin</b>
<b>Frequência Cardíaca Máxima</b>		<b>bpm</b>
<b>Limiar Anaeróbio</b>		<b>ml/kgmin</b>
<b>Frequência Cardíaca do Limiar Anaeróbio</b>		<b>bpm</b>
<b>Velocidade do Limiar Anaeróbio</b>		<b>km/h</b>
<b>Borg – PSE(6 a 20)</b>	<b>Pré-</b>	<b>Pós-</b>
<b>P.A(pressão arterial) - mmHg</b>	<b>Pré-</b>	<b>Pós-</b>
<b>F.C(frequência cardíaca) - bpm</b>	<b>Pré-</b>	<b>Pós-</b>

## ANEXO D

Modelo da ficha de anotação dos dados dos protocolos dos exercícios de resistência de força e da caminhada.

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Nasc.: \_\_\_\_\_ Peso.: \_\_\_\_\_

Altura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Tel.: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

### Exercícios de força

Horário de início : \_\_\_\_\_ Horário final: \_\_\_\_\_

BORGpré: \_\_\_\_\_

FCpré: \_\_\_\_\_

Carga dos exercícios (30% de 1-RM):

Supino reto: \_\_\_\_\_ Agachamento livre: \_\_\_\_\_ Rosca direta com a barra: \_\_\_\_\_

Sessão da Musculação. (25 – 30 reps; 3 séries; 1.30 min descanso)

FC 1 min. antes: \_\_\_\_\_

Supino: 1º P: \_\_\_\_\_ R: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ Temp.relog. \_\_\_\_\_

2º P: \_\_\_\_\_ R: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ Temp.relog. \_\_\_\_\_

3º P: \_\_\_\_\_ R: \_\_\_\_\_ Borg: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ temp.relog. \_\_\_\_\_

FC 1 min. após: \_\_\_\_\_

FC 1 min. antes: \_\_\_\_\_

Agacha: 1º P: \_\_\_\_\_ R: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ Temp.relog. \_\_\_\_\_

2º P: \_\_\_\_\_ R: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ Temp.relog. \_\_\_\_\_

3º P: \_\_\_\_\_ R: \_\_\_\_\_ Borg: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ temp.relog. \_\_\_\_\_

FC 1 min. após: \_\_\_\_\_

FC 1 min. antes: \_\_\_\_\_  
Rosca: 1º P: \_\_\_\_\_ R: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ Temp.relog. \_\_\_\_\_

2º P: \_\_\_\_\_ R: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ Temp.relog. \_\_\_\_\_

3º P: \_\_\_\_\_ R: \_\_\_\_\_ Borg: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ Temp.relog. \_\_\_\_\_

FC 1 min. após: \_\_\_\_\_

FC 2 min. após: \_\_\_\_\_

FC 10 min. após: \_\_\_\_\_

FC 20 min. após: \_\_\_\_\_

FC 30 min. após: \_\_\_\_\_

Média  $VO_2$ : \_\_\_\_\_

MédiaFC: \_\_\_\_\_

### **Caminhada**

FC início \_\_\_\_\_

FC final \_\_\_\_\_

Borg início \_\_\_\_\_

Borg final \_\_\_\_\_

Velocidade da esteira: \_\_\_\_\_

Média FC \_\_\_\_\_

Média  $VO_2$  \_\_\_\_\_



## APÊNDICE A

Modelo do cartaz utilizado no recrutamento de voluntárias.



### AVALIAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

SE VOCÊ É MULHER, TEM ENTRE 18 E 30 ANOS E É PRATICANTE DE MUSCULAÇÃO HÁ MAIS DE 6 MESES, PARTICIPE DE UMA PESQUISA DO LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO FÍSICA DA UNIMEP E TENHA UMA SOFISTICADA AVALIAÇÃO DO SEU CONDICIONAMENTO FÍSICO.

- AVALIAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA EM ESTEIRA;
- AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR NA SALA DE MUSCULAÇÃO;
- AVALIAÇÃO DAS RESPOSTAS CARDIOPULMONARES AO TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA DE FORÇA E DO EXERCÍCIO AERÓBIO.

Contatos: Prof. Msd. Glauber Caetano Ferreira Lopes  
Telefone: 19 8178 1757  
E-Mail: [glauber@treinando.com](mailto:glauber@treinando.com)