

**Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP**

**Faculdade de Ciências da Saúde / FACIS**

**Mestrado em Educação Física**

**Dissertação de Mestrado**

**Comparação das Respostas Cardiopulmonares e Metabólicas de  
Caminhar e Correr a mesma Distância**

**Luciano Antônio da Silva**

**Piracicaba**

**Março de 2011**

# **Comparação das Respostas Cardiopulmonares e Metabólicas de Caminhar e Correr a mesma Distância**

**Aluno: Luciano Antônio da Silva**

**Orientador: Dr. Marcelo Castro Cesar**

Dissertação apresentada para defesa ao  
programa de Pós graduação em  
Educação física da UNIMEP, como requisito  
Parcial para obtenção do título de Mestre  
em Educação Física.

Orientador: Prof.Dr. Marcelo Castro Cesar

Piracicaba

2011

**Comparação das Respostas Cardiopulmonares e Metabólicas de  
Caminhar e Correr a mesma Distância**

LUCIANO ANTÔNIO DA SILVA

BANCA EXAMINADORA

---

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar (UNIMEP)

---

Prof. Dr. Hermes Ferreira Balbino (UNIMEP)

---

Prof. Dr. Raul José Pádua Sartini (EMCOR)

Piracicaba

2011

## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo e de todos, quero agradecer a **Deus** que nos momentos de minhas dificuldades, intranqüilidades, confusão de pensamentos e idéias, expressava-se de diferentes maneiras (e ainda se expressa) me guiando para o caminho certo a trilhar, por isso, **muito obrigado Meu Deus** por sempre se apresentar nas formas tão simples e ao mesmo tempo tão intensas e sublime, a ponto de mexer com os anseios humanos.

Agradeço também a minha família, meus pais **Roberto Alves da Silva e Aparecida Maria de Medeiros Silva** pelos ensinamentos, que contribuíram na formação de meu caráter.

Agradeço de modo especial minha esposa, **Jane Helena Andrade Paula Silva** pelos momentos de partilha das dificuldades que fazem parte das nossas vidas, pela compreensão, pela força, pelo apoio e de forma especial pelo companheirismo em todo esse tempo em que me entreguei aos estudos e não dediquei atenção merecida, agradeço a meus filhos **Bruno e Maria Antônia** que completam minha vida .

Agradeço também de maneira muito especial, ao **Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar** por aceitar como orientando e por despertar em mim o prazer da investigação científica. Também agradeço pelos ensinamentos profissionais, pelos direcionamentos e pela amizade construída em três anos de convivência.

Agradeço também ao amigo **Márcio Antônio Gonsalves Sindorf**, aluno da graduação e bolsista de iniciação científica PIBIC-CNPq, pela participação em todos os testes cardiopulmonares e na colaboração na revisão da literatura.

Agradeço às professoras **Profa. Ms. Pamela Roberta Gomes Gonelli e Profa. Dra. Maria Imaculada de Lima Montebelo** pelo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos meus parceiros de Mestrado, **Profs. Riller Silva Reverdito, Gustavo Martins**, e as Professoras **Camila Contini e Andressa Mella** pelas conversas, risadas, discussões, sugestões e claro, pelos almoços e jantares que proporcionaram toda essa convivência e amizade.

Agradeço de modo especial ao amigo Prof. **Fábio Vieira**. Serei sempre grato pela confiança, sinceridade, conhecimentos compartilhados e por essa forte amizade que o ambiente acadêmico pôde nos proporcionar.

Agradeço ao meu amigo e irmão **Prof. Ricardo Aparecido Avelino** colega de sala na graduação, Pós graduação e agora no Mestrado, são mais 3 anos viajando juntos enfrentando as dificuldades sempre com muita alegria garra e determinação.

.Agradeço a todos os professores que de alguma forma contribuíram, seja ministrando disciplinas ou até mesmo pelas conversas de corredor.

Entre eles **Profa. Dra. Cláudia Regina Cavaglieri, Dr. Idico Luiz Pellegrinotti, Profa. Dra. Rosangela Verlengia, Profa. Dra. Rute Estanislava Tolocka, Prof. Dr. Guanis de Barros Vilele Junior**. Que não se chateiem, mas alegrem-se os que eu não citei, pois todos aqueles que participaram da minha formação acadêmica, com certeza sou e serei eternamente grato.

Enfim, agradeço a **UNIMEP** e todos aqueles que de alguma forma tornaram possível a realização deste sonho de concluir o curso de Mestrado em Educação Física. Tenham a certeza que todas as dificuldades que apareceram só foram retiradas do meu caminho porque muitas pessoas maravilhosas estavam caminhando comigo, entre eles, todos esses que citei.

*Matar o sonho é matarmo-nos. É mutilar a nossa alma. O sonho é o que temos de realmente nosso, de impenetravelmente e inexpugnavelmente nosso.*

*Fernando Pessoa*

**ABREVIATURAS**

ATP	trifosfato de adenosina
bpm	batimentos por minuto
cm	centímetros
EPOC	excesso do consumo de oxigênio pós exercício
FC	freqüência cardíaca
FCexercício	freqüência cardíaca no exercício
FCmax	freqüência cardíaca máxima
FCLV	frequencia cardiaca do limiar ventilatório
FC%max	percentual da freqüência cardíaca em relação à freqüência cardíaca máxima.
Fcp <sub>pré</sub>	freqüência cardíaca pré-teste
GE <sub>pré</sub>	gasto energético pré-teste
GE <sub>exercício</sub>	gasto energético no exercício.
Kcal	quilocaloria
Kcal/hg/km	quilocaloria por quilograma por kilometro
Kcal/hg/milha	quilocaloria por quilograma por milha
Kcal/min	quilocaloria por minuto
Kg	quilograma
kg/m <sup>2</sup>	quilograma por metro quadrado
Lmin	litro por minuto
LV	limiar ventilatório
ml/kg/min	mililitro por quilograma por minuto
m/min	metro por minuto
mph	milhas por hora
m/s	metro por segundo
PACO <sub>2</sub>	pressão alveolar de dióxido de carbono
PAO <sub>2</sub>	pressão alveolar de oxigênio

QR razão entre a produção de dióxido de carbono e o consumo de oxigênio

t teste t.

VCO<sub>2</sub> produção de dióxido de carbono

VEO<sub>2</sub> equivalente ventilatório para o oxigênio

VECO<sub>2</sub> equivalente ventilatório para o dióxido de carbono

Vel LV velocidade no limiar ventilatório

VO<sub>2</sub>exercício consumo de oxigênio no exercício

VO<sub>2</sub>LV consumo de oxigênio do limiar ventilatório

VO<sub>2</sub>max consumo máximo de oxigênio

VO<sub>2</sub>%max percentual do consumo de oxigênio em relação ao consumo máximo de oxigênio.

VO<sub>2</sub>pré consumo de oxigênio pré-teste

VO<sub>2</sub>R volume de oxigênio de reserva

W teste de Wilcoxon

## LISTA DE TABELAS E FIGURAS

**TABELA 1** Média e desvio padrão dos testes cardiopulmonares máximos dos voluntários.....**20**

**TABELA 2** Média, desvio padrão e análise estatística do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca dos voluntários nos testes submáximos.....**21**

**FIGURA 1** Valores do gasto energético em quilocalorias por minuto (kcal/min) pré-exercício e durante 40 minutos de caminhada e 20 minutos de corrida.....**22**

**FIGURA 2** Valores do gasto energético total em quilocalorias (kcal) durante 40 minutos de caminhada e 20 minutos de corrida.....**23**

## RESUMO

A caminhada e a corrida são duas modalidades de exercícios físicos utilizadas para melhora da composição corporal e da aptidão cardiorrespiratória. Este estudo teve por objetivo investigar o consumo de oxigênio, a frequência cardíaca e o gasto energético para caminhar e correr a distância de duas milhas. Participaram deste estudo nove homens, idade entre 21 e 35 anos. Todos os voluntários foram submetidos a três testes cardiopulmonares, um máximo e dois submáximos. Nos testes submáximos foram percorridas duas milhas em cada, sendo um caminhada a 3,0 mph durante 40 minutos e outro corrida a 6,0 mph durante 20 minutos. Foram determinados o consumo de oxigênio, a frequência cardíaca e gasto energético em cada um dos testes submáximos. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de *Shapiro-Wilks*, e a comparação entre os dados da caminhada e corrida foi realizada pelo teste t de *Student* para dados pareados ou pelo teste de *Wilcoxon*, com nível de significância de  $p \leq 0,05$ . A corrida apresentou maior consumo de oxigênio e frequência cardíaca que a caminhada, ( $p \leq 0,01$ ). O gasto energético de 20 minutos de corrida ( $249,02 \pm 21,72$  kcal) foi maior que 40 minutos de caminhada ( $185,92 \pm 13,86$  kcal) ( $p \leq 0,01$ ). Conclui-se que a corrida e a caminhada de duas milhas podem ser utilizadas para melhora da composição corporal e aptidão cardiorrespiratória de homens jovens, entretanto, a corrida é mais eficiente por proporcionar maior demanda energética.

**Palavras-chave:** caminhada, corrida, gasto energético.

## ABSTRACT

Walking and running are two physical exercise modalities used for a better of the body composition and cardiorespiratory fitness. The objective of this study was to investigate the oxygen uptake, the heart rate and the energy expenditure to walk and run two mile distance. Nine men, between 21 and 35 years old, participated of this study. All the volunteers were submitted to three cardiopulmonar evaluations, one maximal and two submaximal. In the submaximal evaluations two miles were searched through in each, being 3.0 mph walking during 40 minutes and another 6.0 mph running during 20 minutes. It was determined the oxygen uptake, the heart rate and the energy expenditure in each of the submaximal tests. The normality of the data was verified by the *Shapiro-Wilks* test, and the walking and running comparison was done by the test t of *Student* for similar data or by the *Wilcoxon's* test, with  $p \leq 0.05$  were considered statistically significant. The running presented larger oxygen uptake and heart rate than the walking, ( $p \leq 0.01$ ). The energy expenditure of 20 minute running ( $249.02 \pm 21.72$  kcal) was larger than 40 minute walking ( $185.92 \pm 13.86$  kcal) ( $p \leq 0.01$ ). Therefore, two mile running and walking can be used for young men body composition and and cardiorespiratory fitness improvement, however, running is more efficient for providing larger energy demand.

**Key words:** walking, running, energy expenditure.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	01
OBJETIVOS.....	03
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	04
3.1 Treinamento Físico e Saúde .....	04
3.2 Respostas Cardiorrespiratórias ao Exercício .....	06
3.3 Teste Cardiopulmonar .....	09
3.4 Adaptações Cardiorrespiratórias ao Treinamento .....	10
3.5 Ajustes Cardiorrespiratórios na Caminhada e na Corrida .....	14
4 MÉTODOS .....	17
4.1 Casuística .....	17
4.2 Protocolo Experimental .....	17
4.2.1 Teste Cardiopulmonar Máximo.....	18
4.2.2 Testes Cardiopulmonares Submáximos .....	18
4.3 Análise Estatística .....	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
6 CONCLUSÕES.....	26
7 REFERÊNCIAS.....	27
ANEXOS.....	32
APÊNDICES .....	37

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a prática regular de exercícios físicos é considerada importante não apenas para melhora da aptidão física, mas também para aprimorar a saúde (ACSM; 1998; WILLIAMS, 2008).

O professor de Educação Física deve fazer parte de equipes multiprofissionais para trabalhar com as pessoas com doenças crônicas (I CONSENSO NACIONAL DE REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR 1997; V DIRETRIZES BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL 2007). Neste contexto o Ministério da Saúde incluiu o professor de Educação Física na equipe multiprofissional dos Núcleos de Apoio à Saúde da Família (NASF) que tem o objetivo de ampliar a abrangência e o escopo das ações da atenção básica, bem como sua resolubilidade, apoiando a inserção da Estratégia de Saúde da Família na rede de serviços e, o processo de territorialização e regionalização a partir da atenção básica. As ações de atividade física e práticas corporais devem buscar a inclusão de toda a comunidade adstrita, não devendo restringir seu acesso apenas às populações já adoecidas ou mais vulneráveis (BRASIL, 2009).

Em relação à escola, trata-se de um local onde as práticas de atividades físicas devem ser planejadas e com metas, sendo importante para a prevenção da obesidade na infância, que é a melhor maneira de controlar esta doença que acarreta vários prejuízos à saúde (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA, 2008).

Caminhada e corrida são duas práticas corporais muito utilizadas para melhora da capacidade cardiorrespiratória e da composição corporal. As pessoas devem iniciar um programa de treinamento, caminhando, até atingirem aptidão física suficiente para poderem correr (BARROS, 1997). Entretanto, como muitos indivíduos não possuem aptidão cardiorrespiratória que os permita correr, sendo necessário utilizar a caminhada para melhora do condicionamento cardiorrespiratório e diminuição do peso corporal, é importante determinar, caminhando a mesma distância que correndo, mas exercitando por um tempo diferente, se os gastos energéticos são similares.

O *American College of Sports Medicine* (ACSM, 1998) preconiza valores para a prática de exercícios aeróbicos com duração entre 20 e 60 minutos, sendo a menor duração, nas atividades de maior intensidade.

Estudos compararam as respostas fisiológicas da caminhada e da corrida (GREIWE; KOHRT, 2000; HANNA; ABERNETHY; BURGESS-LIMERICK, 2000; HALL et al., 2004; SCHIFFER et al., 2006; CESAR et al., 2007), mas não em velocidades diferentes e percorrendo a mesma distância, dentro das recomendações para melhora da composição corporal e cardiorrespiratória.

O professor de Educação Física, que é um profissional que atua em escolas, clubes, academias de ginástica, equipes de treinamento esportivo, centros de reabilitação e na atenção básica da saúde, utiliza-se da caminhada e/ou da corrida, como forma de exercício aliada na melhora da aptidão física de seus alunos. Com isto, torna-se importante para este profissional, conhecer as diferenças cardiopulmonares e metabólicas de caminhar e correr a mesma distância, pois uma dúvida frequente entre os professores é qual a atividade é mais adequada para seus alunos.

Por isso, considera-se necessária a análise comparativa do consumo de oxigênio, frequência cardíaca e gasto energético entre a caminhada e corrida em uma mesma distância.

## 2 OBJETIVOS

Analisar consumo de oxigênio, em mililitros por quilograma por minuto e em percentual do máximo, e a frequência cardíaca, em batimentos por minuto e em percentual do máximo, na caminhada e na corrida.

Investigar o gasto energético por minuto e total durante 40 minutos de corrida e 20 minutos de caminhada.

Comparar o consumo de oxigênio, frequência cardíaca e gasto energético entre caminhar e correr duas milhas, em homens jovens.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Treinamento Físico e Saúde

A prática regular de exercícios físicos consiste em um método importante para aumentar o gasto energético e proporcionar a redução do peso corporal, sendo a caminhada uma interessante modalidade de treinamento físico, podendo ajudar na redução do uso de medicamentos para diabetes, hipertensão e colesterol elevado, melhorando a qualidade de vida dos indivíduos que a praticam (WILLIAMS, 2008).

A atividade física realizada regularmente e de forma correta, proporciona vários benefícios à saúde (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1998; FRANKLIN, ROITMAN, 1998; WHALEY, KAMINSKY, 1998), reduzindo o risco de doenças crônicas (BLAIR, 1993; AMERICAN HEART ASSOCIATION, 2007), diminuindo a taxa de mortalidade e favorecendo a longevidade (PAFFENBARGER et al., 1994; BLAIR et al., 1995). Entretanto, ressalte-se que a atividade física é qualquer movimento corporal, enquanto exercícios são atividades estruturadas e planejadas destinadas a promover ou aprimorar a aptidão física (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2008).

O professor de Educação Física, que é um dos profissionais integrantes do NASF, participa da elaboração de programas de práticas corporais, que são expressões individuais e coletivas do movimento corporal advindo do conhecimento e da experiência em torno do jogo, da dança, do esporte, da luta, da ginástica. São possibilidades de organização, escolhas nos modos de se relacionar com o corpo e de se movimentar, que sejam compreendidas como benéficas à saúde de sujeitos e coletividades, incluindo as práticas de caminhadas e, orientação para a realização de exercícios e, as práticas lúdicas, esportivas e terapêuticas. Essas ações estão relacionadas à qualidade de vida e à prevenção do adoecimento, devendo buscar a inclusão de toda a comunidade adstrita, não devendo restringir seu acesso apenas às populações já adoecidas ou mais vulneráveis (BRASIL, 2009).

No NASF, o professor de Educação Física participa em conjunto com as equipes multidisciplinares de saúde da família, atuando na elaboração de projetos terapêuticos individuais, por meio de discussões periódicas que permitam a

apropriação coletiva pelas Estratégia de Saúde da Família e pelos NASF, participando também no acompanhamento dos usuários, realizando ações multiprofissionais e transdisciplinares, desenvolvendo a responsabilidade compartilhada na prescrição de exercícios e orientando ações no desenvolvimento de atividade física e práticas corporais que propiciem a melhoria da qualidade de vida da população, a redução dos agravos e dos danos decorrentes das doenças não transmissíveis, que favoreçam a redução do consumo de medicamentos (BRASIL, 2009).

O treinamento aeróbio é uma das práticas corporais mais utilizadas para melhora da aptidão física e saúde, sendo realizado para se alcançar vários objetivos, tais como o aprimoramento da aptidão cardiorrespiratória, promoção da saúde e para um maior dispêndio energético total, auxiliando no controle da massa corporal (ACSM, 1998).

Em programas de treinamento para aptidão física relacionada à saúde, destaca-se a necessidade de serem eficientes para melhora da aptidão cardiorrespiratória (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1998; SWAIN, FRANKILN, 2002 HELGERUD et al., 2007; GORMLEY et al., 2008) e da composição corporal (ACHTEN, GLEESON, JEUKENDRUP, 2002; SILLANPAA et al., 2008; IRVING et al., 2008; VENABLES, JEUKENDRUP, 2008).

Para a promoção e manutenção da saúde em indivíduos saudáveis entre 18 a 65 anos a *American Heart Association* (2007) recomenda um mínimo de treinamento aeróbio de 30 minutos ao dia, cinco dias na semana com intensidade moderada, que equivale a uma caminhada rápida, ou 20 minutos ao dia, três dias na semana com alta intensidade, que equivale a uma corrida. Também se pode fazer a combinação de exercícios com intensidade alta e moderada para atingir o mínimo necessário.

A intensidade do exercício pode ser classificada de acordo com valores percentuais da frequência cardíaca máxima, sendo valores abaixo de 35% muito leve, 35 a 54% leve, 55 a 69% moderada, 70 a 89% alta, maior ou igual a 90% muito alta e 100% máxima (ACSM, 1998).

Para se obter a máxima oxidação de gorduras em um treinamento aeróbio é recomendado utilizar uma zona de intensidade entre 55 a 72% do consumo máximo de oxigênio (ACHTEN, GLEESON, JEUKENDRUP, 2002).

Para a melhora da aptidão cardiorrespiratória, o treinamento aeróbio intervalado ou contínuo de alta intensidade, mostra-se superior ao treinamento aeróbio contínuo de intensidade moderada ou baixa (HELGERUD et al., 2007; GORMLEY et al., 2008), sendo que o mínimo de intensidade no treinamento aeróbio para a melhora da aptidão cardiorrespiratória em indivíduos treinados é de 45% da reserva do consumo de oxigênio, e para destreinados é de 30% da reserva do consumo de oxigênio (SWAIN, FRANKILN, 2002).

Em relação ao dispêndio energético, o exercício deve ter um mínimo de 150 a 200 kcal por sessão (total semanal de pelo menos 1000 kcal), sendo mais adequado 300 a 400 kcal por sessão (2000 kcal por semana) (ACSM, 2006).

Deve se destacar a importância do professor de Educação Física na elaboração, na prescrição e supervisão de exercícios direcionados, com objetivos de promover e aprimorar a aptidão física e saúde dos praticantes.

### **3.2 Respostas Cardiorrespiratórias ao Exercício**

O combustível para o músculo esquelético resulta do metabolismo bioquímico dos alimentos ingeridos e de sua energia armazenada no organismo, principalmente oriunda dos carboidratos e lipídios (WASSERMAN et al,1999). A energia liberada é uma fração do total, capaz de realizar trabalho. Não é utilizada diretamente na contração muscular, sendo primeiramente fixada na terminação fosfato, do trifosfato de adenosina (WASSERMAN et al,1999).

Todos os processos celulares dependem do trifosfato de adenosina (ATP). Na hidrólise da molécula de ATP é liberada energia livre que será utilizada para todas as formas de trabalho biológico (McARDLE; KATCH; KATCH, 2008). O ATP deve ser continuamente ressintetizado, o que acontece por três mecanismos:

1. Sistema anaeróbio alático;
2. Metabolismo anaeróbio láctico;
3. Metabolismo aeróbio.

Esses sistemas estão sempre ativados, mas têm uma contribuição relativa diferente em repouso e no exercício. Os sistemas anaeróbios alático e láctico predominam em exercícios de alta intensidade, curta, a moderada duração, não

dependem de oxigênio, enquanto que o metabolismo aeróbio predomina em exercícios de baixa a média intensidade, longa duração, é dependente da presença de oxigênio (McARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

A capacidade cardiorrespiratória está ligada à capacidade do organismo de liberar oxigênio suficiente para suprir as demandas dos tecidos ativos. O transporte e a liberação de oxigênio são funções importantes compartilhadas do sistema cardiovascular e respiratório. Este sistema de transporte de oxigênio pode ser definido pela interação entre débito cardíaco e a diferença arteriovenosa de oxigênio. O débito cardíaco (volume de ejeção vezes a frequência cardíaca) informa quanto de sangue transportando oxigênio é ejetado pelo coração durante um minuto (WILMORE; COSTILL, 2001).

Diferença arteriovenosa de oxigênio é a diferença entre o conteúdo de oxigênio do sangue arterial e o conteúdo do sangue venoso, informando quanto de oxigênio foi extraído pelo tecido (WILMORE; COSTILL, 2001).

Do repouso para o exercício máximo, o consumo de oxigênio de um indivíduo não treinado aumenta cerca de 10 vezes, e até 20 vezes no caso de um atleta (STEPHUS et al,1990). Para o metabolismo aeróbio aumentar de 10 a 20 vezes, será necessário um aumento do débito cardíaco e da diferença arteriovenosa de oxigênio.

Para isso, os sistemas respiratório, cardiovascular e muscular esquelético, devem interagir de maneira uniforme, para que ocorra aumento do consumo de oxigênio em nível tecidual. É preciso transferência de oxigênio dos alvéolos para o sangue, a qual depende dos ajustes da ventilação alveolar e da difusão alveolocapilar, seguida pelo transporte de oxigênio pelo sangue.

Isto é ajustado pelo débito cardíaco, pelo conteúdo arterial de oxigênio e pela captação de oxigênio pelo músculo, dependente da difusão capilar-tecidual e do metabolismo oxidativo mitocondrial (BARROS NETO; CESAR; TEBEXRENI, 2004).

Em um teste de esforço de carga crescente, inicialmente o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) aumenta proporcionalmente mais que a ventilação pulmonar, devido à melhora da relação ventilação-perfusão, diminuindo a relação entre a ventilação pulmonar e o consumo de oxigênio, chamada de equivalente ventilatório para o

oxigênio ( $\text{VEO}_2$ ). Após esta fase, a ventilação pulmonar aumenta, proporcionalmente, ao aumento do consumo de oxigênio até a intensidade moderada de exercício (o  $\text{VEO}_2$  permanece estável) (BARROS NETO; CESAR; TEBEXRENI, 2004). Acima desta intensidade, no exercício intenso, a ventilação pulmonar passa a aumentar acima das necessidades metabólicas (hiperventilação). Essa intensidade seria correspondente ao limiar anaeróbio, pois a análise de amostras seriadas de sangue obtidas durante o teste, revelou aumento concomitante da concentração plasmática de lactato (WASSERMAN; McILROY, 1964).

A hiperventilação seria consequência do início da acidose metabólica e do “excesso” de formação de dióxido de carbono, aumentando o nível de atividade dos centros respiratórios. A intensidade de esforço ou o consumo de oxigênio, acima do qual a produção de ácido láctico excede sua remoção, provocando aumento da resposta ventilatória (hiperventilação), representa o limiar anaeróbio, sendo denominado limiar ventilatório, quando determinado exclusivamente pela medida das trocas gasosas no exercício (BARROS NETO, 1996). Este limiar também é denominado de primeiro limiar ventilatório. (MEYER et al., 2005).

Esse aumento desproporcional da ventilação pulmonar em relação ao aumento do consumo de oxigênio, resulta em um aumento sistemático do  $\text{VEO}_2$ , pois a ventilação pulmonar aumenta em função do aumento da produção de dióxido de carbono ( $\text{VCO}_2$ ), de modo que a relação entre a produção de dióxido de carbono e a ventilação pulmonar, chamada de equivalente ventilatório para o dióxido de carbono ( $\text{VECO}_2$ ) permanece estável. A pressão parcial de dióxido de carbono alveolar ( $\text{PACO}_2$ ) é mantida constante, mas a pressão parcial de oxigênio alveolar ( $\text{PAO}_2$ ) aumenta (BARROS NETO; CESAR; TEBEXRENI, 2004).

O aumento progressivo das cargas provoca um acúmulo de ácido láctico superior à capacidade de tamponamento pelas reservas alcalinas, de modo que a acidose metabólica é acentuada com aumento desproporcional da ventilação em relação à  $\text{VCO}_2$ , levando a um aumento sistemático do  $\text{V}_E\text{CO}_2$ , redução da  $\text{PACO}_2$ , aumento ainda maior do  $\text{VECO}_2$  e da  $\text{PAO}_2$ . Essa intensidade de exercício foi denominada de ponto de compensação respiratória, pois corresponde a uma

tentativa ventilatória de compensar a acidose láctica (WASSERMAN et al., 1990). Também é denominado de segundo limiar ventilatório (MEYER et al., 2005).

Ao contrário do primeiro limiar ventilatório, existem muito poucas investigações da reprodutibilidade da determinação do segundo limiar ventilatório (MEYER et al., 2005), de modo que o primeiro limiar é que é considerado um dos principais índices de aptidão cardiorrespiratória.

O metabolismo compreende todas as reações bioquímicas das moléculas dentro do corpo. Três fatores gerais determinam o consumo diário total de energia: a taxa metabólica de repouso, o efeito termogênico do alimento consumido e a energia despendida durante a atividade física e recuperação. A medida das trocas gasosas e o consumo de oxigênio são dados básicos para inferir o dispêndio de energia (McARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

### **3.3 Teste Cardiopulmonar**

O teste cardiopulmonar, ou teste ergoespirométrico, permite a determinação do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2\text{max}$ ) e do limiar anaeróbio, porque são importantes índices de limitação funcional cardiorrespiratória (WASSERMAN et al., 1999; BARROS NETO; CESAR; TAMBEIRO, 2004).

Este teste pode ser feito em esteira rolante, em cicloergômetro ou outros, e pode ser máximo ou submáximo (MARINS, GIANNICHI, 2003). O consumo de oxigênio no exercício pode ser mensurado por meio da calorimetria indireta, e através deste método, pode-se verificar o gasto energético de um determinado exercício físico (McARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

O consumo máximo de oxigênio, é definido como o maior volume de oxigênio por unidade de tempo que um indivíduo consegue captar respirando ar atmosférico durante o exercício (HILL; LUPTON, 1923). O limiar anaeróbio é o consumo de oxigênio, ou a intensidade exercício, acima do qual a produção de lactato excede sua remoção (WASSERMAN et al., 1999).

O teste cardiopulmonar determina o quociente respiratório (QR), que é definido como a razão entre a produção de dióxido de carbono e o consumo de

oxigênio (MCARDLE; KACTH; KATCH, 2008). O QR é computado a partir da análise da composição do ar expirado, refletindo o catabolismo de uma mistura de carboidratos, gorduras e proteínas. O QR não-protêico é a parte das trocas gasosas atribuída à combustão apenas de carboidratos e gorduras (MCARDLE; KACTH; KATCH, 2008). O gasto energético do exercício pode ser determinado por meio da multiplicação do  $VO_2$  em litros por minuto, pelo valor do equivalente térmico do oxigênio (calorimetria indireta) (FOSS; KETEYIAN, 2000; McARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

### **3.4 Adaptações Cardiorrespiratórias ao Treinamento**

O treinamento físico é parte integrante no tratamento de doenças em populações especiais como em indivíduos com doenças crônicas (I CONSENSO NACIONAL DE REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR; 1997, DIRETRIZES BARSILEIRAS DE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE, 2007) e deve fazer parte da rotina de pessoas saudáveis, pois o sedentarismo e a inatividade física são fatores de risco para doenças cardiovasculares (ACSM, 2000).

O professor de Educação Física deve fazer parte de equipes multiprofissionais para trabalhar com as pessoas com doenças crônicas e saudáveis, visando a prevenção das doenças (I CONSENSO NACIONAL DE REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR; 1997; DIRETRIZES BRASILEIRAS DE HIPERTENSÃO ARTERIAL, BRASIL, 2007).

O principal objetivo de um treinamento é adaptar o organismo humano para melhor realizar uma determinada tarefa. Para tanto, um planejamento de ações é realizado de forma a alcançar o melhor resultado possível para a tarefa em questão (McARDLE; KATCH; KATCH, 2008). Apesar das diferenças entre os esportes, aceitam-se determinados princípios básicos que devem ser seguidos no treinamento (McARDLE; KATCH; KATCH, 2008):

1. Especificidade – todo treinamento físico tem efeito no desenvolvimento das partes do corpo e do sistema energético utilizado no desempenho de determinada atividade.

2. Sobrecarga – para ampliar o aprimoramento fisiológico e acarretar uma modificação significativa induzida pelo treinamento, será necessário aplicar uma sobrecarga com exercícios específicos. Ao se exercitar num nível acima do normal, inúmeras adaptações induzidas pelo treinamento irão permitir ao organismo funcionar com maior eficiência.
3. Reversibilidade – os efeitos benéficos do treinamento físico são transitórios e reversíveis e podem desaparecer com a diminuição ou a falta do exercício.
4. Diferenças individuais – muitos fatores contribuem para a variação individual do treinamento, de modo que a individualidade deve ser respeitada.

Com o treinamento aeróbio ocorrem várias adaptações cardiovasculares, tais como (POWERS; HOWLEY, 2000):

1. Aumento do tamanho do coração: com o aumento do trabalho do coração, há um aumento em seu peso e volume, e, conseqüentemente a espessura da parede, e o tamanho da câmara do ventrículo esquerdo.
2. Volume de ejeção: em virtude do aumento do trabalho de resistência, o volume de ejeção apresenta um aumento geral e, é maior, após um programa de treinamento aeróbio.
3. Frequência cardíaca: de um coração treinado, também é menor no repouso e em taxas de trabalho absoluto, que um coração não treinado, permitindo um tempo maior de enchimento diastólico. A maior quantidade de sangue que entra no ventrículo, aumenta a distensão das paredes ventriculares; isto resulta numa retração elástica mais forte. Portanto, durante o exercício submáximo, um maior condicionamento aeróbio, resulta numa freqüência cardíaca proporcionalmente menor, numa determinada faixa de trabalho. A frequência cardíaca máxima, tende a ser estável e, em geral permanece relativamente inalterada, após o treinamento aeróbio. A frequência cardíaca também é um bom indicador da intensidade de trabalho do coração; como o músculo ativo exige mais oxigênio que o músculo em repouso, portanto a quantidade de trabalho que ele realiza está diretamente ligado à frequência cardíaca.

4. Débito cardíaco: o treinamento não altera o débito cardíaco em repouso mas, aumenta nas taxas máximas de trabalho. Este aumento é resultante do aumento do volume de ejeção, porque a frequência cardíaca altera pouco, ou nada. O débito cardíaco máximo varia de 14 a 20 litros por minuto nas pessoas não treinadas e de 25 a 35 l/min nas pessoas treinadas e, pode chegar a níveis superiores a 40 l/min em atletas de resistência aeróbia.

5. Fluxo Sanguíneo: Músculos ativos necessitam de quantidades maiores de oxigênio e de nutrientes. Para suprir esta necessidade, uma maior quantidade de sangue deve chegar ao músculo durante o exercício; à medida que os músculos se tornam bem treinados, o sistema cardiovascular se adapta para aumentar o fluxo sanguíneo, por aumento da capilarização dos músculos treinados, maior abertura dos capilares existentes nos músculos treinados, redistribuição sanguínea mais efetiva e aumento do volume sanguíneo.

De acordo com o *American College of Sports Medicine* (ACSM, 1998), um programa de atividade física para manutenção e desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória e muscular e da flexibilidade, deve incluir treinamento da aptidão cardiorrespiratória, treinamento de força e flexibilidade, além de que, esses treinamentos também influenciarem na composição corporal, reduzindo a gordura corporal e aumentando a massa magra. Para treinamento da Aptidão Cardiorrespiratória e Composição Corporal:

1. Frequência de treinamento: 3 a 5 dias por semana.
2. Intensidade do treinamento: 55/65% - 90% da frequência cardíaca máxima (FCmax), ou 40/50% - 85% da reserva do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2R$ ) ou reserva da FCmax (RFC). Os valores mais baixos são indicados para indivíduos com menor aptidão física. Para estimar a intensidade de treinamento, ao valor desta porcentagem, é adicionado o valor do consumo de oxigênio ou da frequência cardíaca em repouso.
3. Duração do treinamento: 20 – 60 minutos de atividade contínua ou intermitente (mínimo de 10 minutos acumulados durante o dia). A duração depende da intensidade da atividade, baixa intensidade pode ser realizada por longo tempo (30 minutos ou mais), indivíduos treinados podem treinar em maior intensidade, no mínimo por 20 minutos.

O treinamento físico também pode ser utilizado para diminuição da massa corporal, sendo que uma maior prática de atividade física em indivíduos em dieta hipocalórica, proporciona maior controle de massa corporal, que apenas a dieta.

O exercício físico pode causar um balanço energético negativo induzido pelo maior dispêndio energético mesmo sem restrição calórica, sendo capaz de proporcionar redução da massa corporal, melhora da composição corporal e da aptidão física (McARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

A atividade física regular, constitui medida auxiliar para o controle das dislipidemias e tratamento da doença arterial coronária. A prática de exercícios físicos aeróbios, promove redução dos níveis plasmáticos de triglicérides e aumento dos níveis de HDL-colesterol, porém sem alterações significativas sobre as concentrações de LDL-colesterol. Até indivíduos em fase de recuperação, devido a eventos cardiovasculares ou, com disfunção ventricular, devem ingressar em programas de reabilitação cardiovascular supervisionado, preferencialmente com acompanhamento de uma equipe multidisciplinar (DIRETRIZ BRASILEIRA DE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DA ARTEROSCLEROSE, 2007).

Assim, na avaliação clínica deve ser realizado um teste ergométrico ou teste cardiopulmonar para determinação da capacidade física individual e da intensidade de treinamento a ser preconizada. O programa de treinamento físico, para a prevenção ou para a reabilitação, deve incluir exercícios aeróbios. Recomenda-se como intensidade, a zona alvo situada entre 60 e 80% da frequência cardíaca máxima (DIRETRIZ BRASILEIRA DE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DA ARTEROSCLEROSE, 2007).

De acordo com a V Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (2007) a importância de uma equipe multiprofissional quando se trata dos cuidados com a saúde e, cada vez mais reconhecida e indicada por todos, vem sendo incorporada de forma progressiva na prática diária. A hipertensão arterial tem seu tratamento mais efetivo com o apoio de vários profissionais de saúde. Uma equipe multiprofissional proporcionará ação diferenciada da abordagem, ampliando o sucesso do controle da pressão arterial dos pacientes e dos demais fatores de risco cardiovascular. O professor de Educação Física tem atuação específica na prescrição e supervisão das atividades físicas, presenciais ou à distância, individuais

e em grupo, dos pacientes, adequando-as às realidades locais e às características específicas de cada um, atuando também na programação e execução de projetos de exercício físico (V DIRETRIZ BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL, 2007).

Dentre as mudanças no estilo de vida, a prática regular de exercícios físicos é recomendada para todos os pacientes hipertensos, em tratamento medicamentoso ou não, trazendo benefícios tais como, a redução da pressão arterial sistólica/diastólica, ajudar no controle e redução da massa corporal, redução do risco de doença arterial coronária, acidentes vasculares cerebrais e mortalidade geral (V DIRETRIZ BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL, 2007).

Atividades e exercícios físicos auxiliam na prevenção primária da hipertensão arterial, devendo ser praticados em adultos pelo menos 30 minutos de atividades moderadas, de forma contínua ou acumulada, com exercícios aeróbios (caminhada, corrida, ciclismo, dança, natação). Em relação à intensidade, o treinamento aeróbio deve ser de 40 a 60% do consumo máximo de oxigênio ou 58 a 72% da frequência cardíaca máxima para o início de programa (V DIRETRIZ BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL, 2007).

### **3.5 Ajustes Cardiorrespiratórios na Caminhada e na Corrida**

A caminhada e a corrida são duas modalidades de exercícios físicos muito utilizadas para a melhora cardiorrespiratória e da composição corporal (BARROS NETO, 1997).

Atualmente, observa-se um grande número de adeptos à prática de exercícios físico e uma das dúvidas mais frequentes dessa população é a questão da caminhada e da corrida, quando se inicia uma ou outra. Para iniciantes, porém, a corrida se torna uma atividade inadequada, em que os benefícios podem não ser alcançados. Toda atividade física deve ser eficaz e segura, portanto, indivíduos não praticantes de atividade física devem iniciar um programa físico com a caminhada e, dentro de seus limites, realizarem a transição para a corrida (BARROS, 1997).

Em velocidades abaixo de 6,0 km/h, está estabelecido que os indivíduos devem caminhar, e acima de 8,0 km/h devem correr. A velocidade de 7,0 km/h é intermediária entre a caminhada e a corrida, podendo o indivíduo optar por uma das duas formas (MONTEIRO, ARAÚJO, 2001).

Em estudo que comparou as respostas fisiológicas da caminhada com a corrida em esteira, Greiwe e Kohrt (2000) avaliaram mulheres jovens, comparando a caminhada e corrida em diferentes velocidades, onde a 7,2 km/h encontraram valores semelhantes de consumo de oxigênio, frequência cardíaca e gasto energético. Entretanto, Schiffer et al. (2006), investigando mulheres de meia-idade ativas, compararam a caminhada, a corrida e a caminhada nórdica em diferentes velocidades, por meio de testes de campo, encontrando menores valores de consumo de oxigênio na caminhada a 6,5 e 7,5 km/h em relação à corrida e à caminhada nórdica.

De acordo com Hall et al. (2004), a corrida é mais eficaz do que a caminhada em relação ao gasto energético, tanto em esteira como em trilha, independentemente do gênero. Por outro lado, Butts, Knox e Foley (1995) demonstraram que existem diferenças nas respostas fisiológicas de homens e mulheres caminhando em esteira.

Analisando o aspecto de transição da caminhada para a corrida, Hanna, Albernethy e Burges-Limerick (2000) destacam que faltam esclarecimentos sobre quais são os mecanismos que o sistema motor utiliza para maior otimização da demanda energética.

Cesar et al. (2007) demonstraram que, em homens jovens e saudáveis, a corrida na velocidade de 7,0 km/h, acarreta maiores valores de consumo de oxigênio, produção de dióxido de carbono, frequência cardíaca, pulso de oxigênio, ventilação pulmonar e gasto energético que a caminhada na mesma velocidade mas, proporciona menor percepção subjetiva de esforço, sendo, portanto, correr nesta velocidade, mais indicado para o treinamento para melhora cardiorrespiratória e controle do peso corporal.

Fellingham et al. (1978) compararam o gasto energético da corrida e caminhada em uma distância de uma milha em 24 homens, e acharam para a velocidade de 3 mph um gasto energético de  $0,66 \pm 0,02$  kcal/kg/milha, e para a velocidade de 5 mph um gasto energético de  $1,50 \pm 0,04$  kcal/kg/milha. Esta

pesquisa mostrou a corrida como tendo um gasto energético significativamente maior que a caminhada, para percorrer a mesma distância.

Bhambhani e Singh (1985) investigaram a caminhada e corrida em 12 homens percorrendo uma distância de um quilômetro. A velocidade da caminhada foi de  $81,5 \pm 6,8$  m/min e para a corrida de  $154,9 \pm 12,2$  m/min, e obtiveram  $0,79 \pm 0,07$  kcal/kg/km para a caminhada, e para a corrida foi de  $1,16 \pm 0,15$  kcal/kg/km, mostrando que a caminhada acarreta em um gasto energético inferior ao da corrida.

Hall et al. (2004), realizaram testes de corrida e caminhada em homens, onde percorreram a distância de 1600m, que equivale a uma milha, correndo na velocidade de 2,82 m/s por 10 minutos e caminhando na velocidade de 1,41 m/s por 20 minutos, e verificaram um gasto energético de  $520,6 \pm 27,6$  kJ/total para a corrida e de  $370,4 \pm 17,7$  kJ/total para a caminhada, indicando que a corrida apresenta maior gasto energético, que a caminhada.

Os estudos de Fellingham et al. (1978), Bhambhani e Singh (1985) e Hall et al. (2004) compararam o gasto energético da corrida e caminhada percorrendo a mesma distância, mas com duração de exercício inferior ao recomendado para controle da massa corporal e para manter ou melhorar a aptidão cardiorrespiratória pelo *American College of Sports Medicine* (1998) e pela *American Heart Association* (2007).

De acordo com o *American College of Sports Medicine* (1998), a duração da prática de exercícios aeróbios deve ser entre 20 e 60 minutos, sendo a menor duração nas atividades de maior intensidade. Entretanto, existe a dúvida se a distância percorrida na caminhada for a mesma da corrida, o gasto energético será equivalente, pois faltam estudos comparando as duas modalidades em diferentes intensidades, mas percorrendo a mesma distância.

Uma dúvida frequente para o professor de Educação Física, é qual prática motora é mais interessante para melhora da aptidão física e saúde: a caminhada durante maior duração ou, a corrida com menor duração, ou seja, um exercício com menor intensidade, mas maior duração ou, um exercício de maior intensidade e menor duração. Por isso, este estudo visa esclarecer qual destas atividades é mais

indicada para melhora da aptidão cardiorrespiratória e da composição corporal em homens jovens.

## **4 MÉTODOS**

### **4.1 Casuística**

Foram estudados nove homens, idade média de  $26,89 \pm 5,02$  anos (21 a 35 anos), massa corporal de  $74,89 \pm 5,22$  kg e estatura de  $174,17 \pm 4,63$  cm. Todos os voluntários eram saudáveis, em treinamento físico regular, há no mínimo um ano. Dois voluntários eram lutadores de judô, dois árbitros de futebol, dois jogadores de futebol e os três praticavam exercícios para melhora da aptidão física. Todos os voluntários praticavam corridas e treinamento com pesos, mas não eram atletas profissionais.

Após a explicação do projeto, os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO A). O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (protocolo nº 22/10) (ANEXO B).

Os participantes também responderam a um questionário de histórico de saúde antes do início dos testes, adaptado de Cesar, Borin e Pellegrinotti (2008) (ANEXO C). Estes questionários foram analisados pelos pesquisadores para descartar contra-indicações aos testes de esforço.

### **4.2 Protocolo Experimental**

Os voluntários foram submetidos a três testes cardiopulmonares, com intervalos de 48 a 72 horas. Todos ocorreram no Laboratório de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico da Faculdade de Ciências da Saúde (FACIS) da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP).

#### **4.2.1 Teste Cardiopulmonar Máximo**

O teste cardiopulmonar máximo foi realizado em um laboratório climatizado, com temperatura entre 22 e 24°C, em uma esteira rolante Inbrasport ATL, com protocolo contínuo: aquecimento de 1,2 mph por 1 minuto, seguido por uma carga inicial de 3,1 mph (2 minutos), com incrementos de carga de 0,6 mph a cada minuto até 8,7 mph, a seguir incrementos de 2,5% de inclinação/minuto, até exaustão (TEBEXRENI et al., 2001).

A medida dos gases expirados foi realizada de forma direta por analisador de gases metabólicos VO2000 – Medical Graphics<sup>®</sup>. Foram determinados o consumo máximo de oxigênio e o limiar anaeróbio.

Foram determinados o  $VO_2\text{max}$  e o limiar ventilatório. O limiar anaeróbio foi determinado por método ventilatório (limiar ventilatório – LV), pelos seguintes critérios: hiperventilação pulmonar, aumento sistêmico do equivalente ventilatório para o oxigênio, aumento abrupto da razão de trocas gasosas (WASSERMAN et al., 1999).

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

#### **4.2.2 Testes Cardiopulmonares Submáximos**

Após o teste máximo, os voluntários foram submetidos a dois testes cardiopulmonares submáximos caminhando ou correndo, sendo esta ordem aleatória. Foi solicitado que os voluntários não realizassem treinamento físico e fizessem uma alimentação semelhante nas 24 horas antes dos testes.

Os testes ocorreram em laboratório climatizado, com temperatura mantida entre 22° e 24°C, em uma esteira ergométrica Inbrasport ATL®, os voluntários permaneceram em pé na esteira durante cinco minutos para a realização das medidas pré-exercício e, a seguir iniciaram o esforço, percorrendo uma distância total de 2,0 milhas em cada um dos testes, um deles caminhando a 3,0 mph (4,8 km/h) durante 40 minutos e o outro será correndo a 6,0 mph (9,6 km/h) durante 20 minutos.

A medida dos gases expirados foi realizada de forma direta, por analisador de gases metabólicos VO2000 – Medical Graphics®. A frequência cardíaca foi monitorada por um Polar® Vantage NV. As medidas cardiopulmonares foram realizadas na recuperação, com o voluntário parado em pé na esteira, até o consumo de oxigênio retornar aos valores pré-teste.

Foram determinados o consumo de oxigênio, mililitros por quilograma por minuto (mL/kg/min) pré-teste e durante o exercício e em percentual do máximo (%) e a frequência cardíaca, em batimento por minuto (bpm) pré-teste e durante o exercício e em percentual do máximo (%).

O gasto energético do exercício foi calculado por meio da multiplicação do consumo de oxigênio em litros por minuto pelo valor do equivalente térmico do oxigênio (FOSS; KETEYIAN, 2000; McARDLE; KATCH; KATCH, 2008), sendo expresso em quilocalorias por minuto (kcal/min) e do total do exercício (kcal) (40 minutos de caminhada e 20 minutos de corrida).

### **4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Para todas as variáveis foi realizada a análise descritiva dos resultados, com média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de *Shapiro-Wilks*. A comparação entre os dados da caminhada e corrida foi realizada por meio do teste t de *Student* para dados pareados, nas variáveis que a pressuposição dos testes paramétricos for verificada. Para as variáveis que os pressupostos não foram verificados, foi utilizado o teste de *Wilcoxon*. Em todas as análises foi considerado nível de significância de cinco por cento ( $p \leq 0,05$ ).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medidas descritivas dos testes cardiopulmonares máximos dos voluntários encontram-se na Tabela 1 e os resultados individuais no Apêndice A.

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

Variável	Média ± Desvio padrão
VO <sub>2</sub> max (mL/kg/min)	55,33 ± 4,74
FCmax (bpm)	186,22 ± 10,05
VO <sub>2</sub> LV (mL/kg/min)	38,16 ± 4,00
FCLV (bpm)	158,89 ± 14,05
Vel LV (mph)	6,87 ± 5,43

VO<sub>2</sub>max – consumo máximo de oxigênio; FCmax – frequência cardíaca máxima; VO<sub>2</sub>LV – consumo de oxigênio do limiar ventilatório; FCLV – frequência cardíaca do limiar ventilatório; Vel LV – velocidade do limiar ventilatório

Os valores do VO<sub>2</sub>max dos voluntários estavam na classificação da aptidão cardiorrespiratória boa ou alta pela *American Heart Association* (1972), o que era

esperado, pelos voluntários serem indivíduos treinados. A velocidade do limiar ventilatório foi entre 6,2 e 7,4 mph (10 e 12 km/h), de modo que todos os voluntários apresentavam o limiar acima da intensidade utilizada nos testes de corrida, por isso, a velocidade dos testes cardiopulmonares submáximos representou um exercício predominantemente aeróbio.

Nos testes cardiopulmonares submáximos, o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca não apresentaram diferenças significativas nas medidas pré-exercício, mas foram superiores na corrida em relação à caminhada durante o esforço (Tabela 2). Resultados individuais encontram-se nos Apêndices B e C. As medidas do consumo de oxigênio retornaram aos valores pré-teste antes de 10 minutos de recuperação, em todos os testes.

**TABELA 2** Média, desvio padrão e análise estatística do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca dos voluntários nos testes submáximos.

Variável	Caminhada	Corrida
VO <sub>2</sub> pré (mL/kg/min) <sup>W</sup>	4,75 ± 1,63	5,16 ± 1,30
VO <sub>2</sub> exercício (mL/kg/min) <sup>t</sup>	12,92 ± 1,54	34,04 ± 3,37**
VO <sub>2</sub> %max (%) <sup>t</sup>	23,34 ± 1,89	61,74 ± 6,18**
FCpré (bpm) <sup>t</sup>	66,33 ± 11,77	66,78 ± 9,23
FCexercício (bpm) <sup>t</sup>	86,90 ± 9,48	148,3 ± 14,24**
FC%max (%) <sup>t</sup>	46,63 ± 4,01	79,88 ± 6,49**

VO<sub>2</sub>pré – consumo oxigênio pré-teste; VO<sub>2</sub>exercício – consumo de oxigênio no exercício; VO<sub>2</sub>%max – percentual do consumo de oxigênio em relação ao consumo máximo de oxigênio; FCpré – frequência cardíaca pré-teste; FCexercício – frequência cardíaca no exercício; FC%max - percentual da frequência cardíaca em relação à frequência cardíaca máxima. W – teste de Wilcoxon; t – teste t. \*\* P ≤ 0,01

As medidas pré-teste evidenciam que os voluntários encontravam-se nas mesmas condições antes dos dois testes submáximos, o que era esperado, pois as condições de realização dos testes foram as mesmas, já que foi solicitado que o que os voluntários não realizassem treinamento físico e fizessem uma alimentação semelhante 24 horas antes dos testes, de modo que a alimentação e a prática de

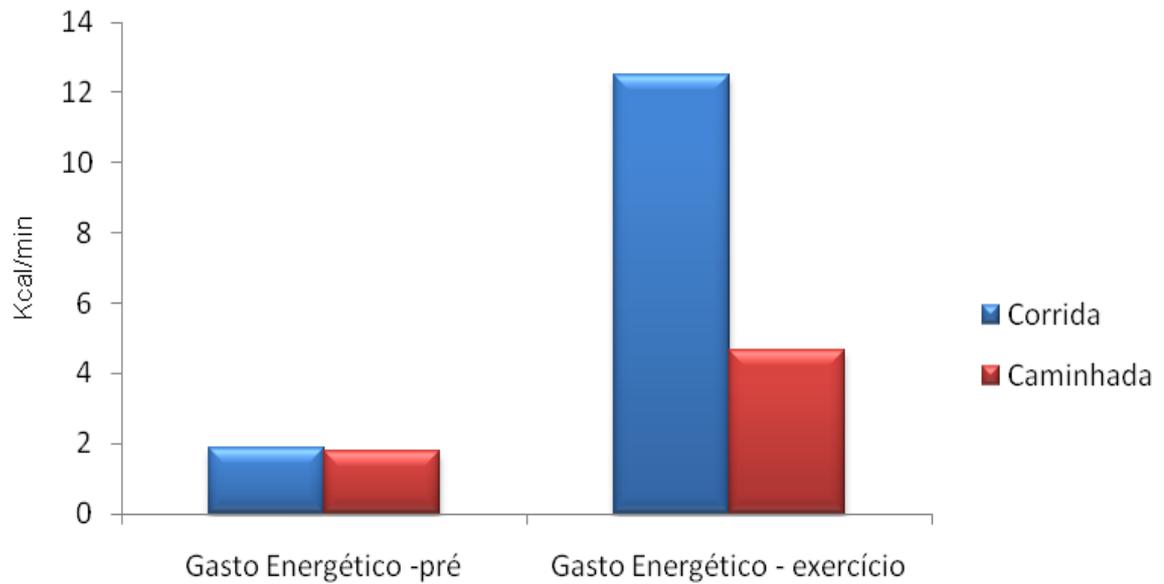
atividades não influenciaram os resultados, durante o exercício nos testes submáximos.

Os valores do consumo de oxigênio durante a corrida foram, em percentual do consumo máximo de oxigênio, dentro da zona de intensidade ótima para máxima oxidação de gorduras em um treinamento aeróbio (ACHTEN, GLEESON, JEUKENDRUP, 2002). Por outro lado, os valores atingidos durante a caminhada foram inferiores a esta zona ótima para queima de gorduras, indicando que a intensidade da corrida é mais interessante para melhora da composição corporal em homens jovens treinados.

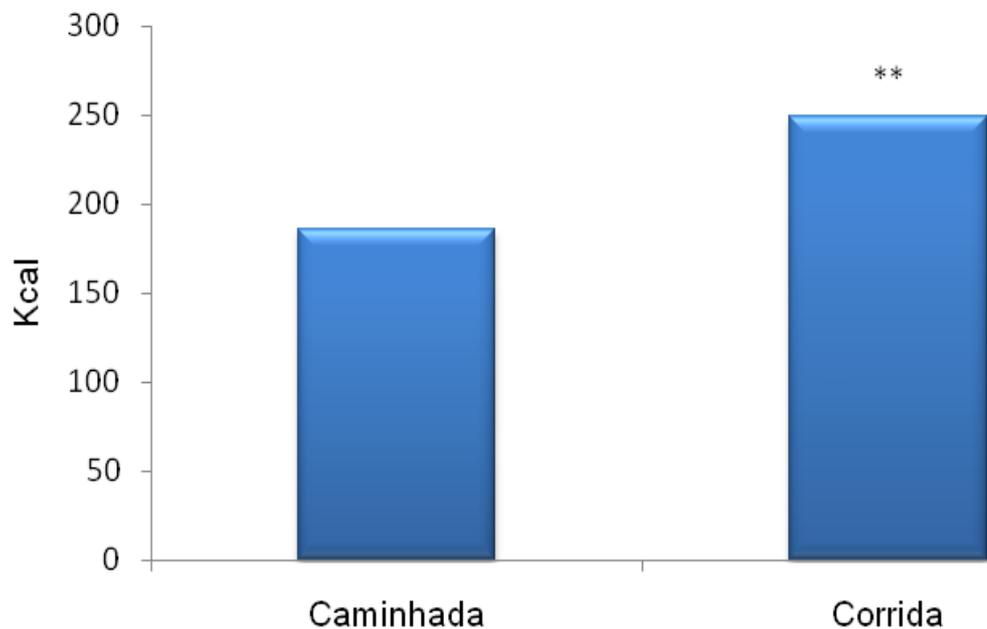
As medidas de consumo de oxigênio retornaram aos valores pré-teste em poucos minutos na caminhada e na corrida, indicando que o excesso de consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC) pouco influencia nestas modalidades nas intensidades estudadas, em indivíduos jovens treinados.

Os valores de frequência cardíaca, em percentual da frequência cardíaca máxima, permitem classificar a corrida como um exercício de alta intensidade e a caminhada como intensidade leve (ACSM, 1998). Além disso, os resultados da FC da corrida encontram-se dentro do recomendado para treinamento aeróbio (ACSM, 1998), enquanto a caminhada encontra-se abaixo do recomendado (ACSM, 1998), mesmo para indivíduos iniciantes (V DIRETRIZ BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL, 2007). Por isso, a intensidade da corrida parece ser mais interessante também para melhora da aptidão cardiorrespiratória em homens treinados.

O gasto energético pré-exercício nos testes cardiopulmonares submáximos não foi diferente, antes da corrida ( $1,85 \pm 0,45$  kcal/min) e da caminhada ( $1,76 \pm 0,66$  kcal/min), mas foi superior na corrida ( $12,50 \pm 1,10$  kcal/min) em relação à caminhada ( $4,65 \pm 0,35$  kcal/min) em quilocalorias por minuto (Figura 1) e no total de 20 minutos de corrida ( $249,02 \pm 21,72$  kcal) e 40 minutos de caminhada ( $185,92 \pm 13,86$  kcal) (Figura 2). Resultados individuais encontram-se no Apêndice D.



**FIGURA 1** - Valores de gasto energético, em quilocalorias por minuto (Kcal), pré-exercício e durante o exercício de 40 minutos de caminhada e 20 minutos de corrida. \*\*  $P \leq 0,01$ .



**TABELA 2** - Valores do gasto energético total, em quilocalorias (Kcal), durante 40 minutos de caminhada e 20 minutos de corrida. \*\*  $P \leq 0,01$ .

No presente estudo foram encontrados valores de gasto energético significativamente maiores na corrida do que na caminhada, corroborando com o estudo de King et al. (2004), que avaliaram 10 homens na caminhada e corrida

durante 10 minutos em cada, nas velocidades de 3 e 6 mph respectivamente e, encontraram valores de  $4,12 \pm 0,4$  kcal/min para a velocidade de 3 mph e de  $11,30 \pm 1,63$  kcal/min para a velocidade de 6 mph.

Em outro estudo, Walker et al. (1999) investigaram a caminhada e corrida durante cinco minutos em 47 adolescentes do sexo masculino, e observaram um gasto energético médio de 5,8 kcal/min para a velocidade de 3,5 mph e 11,30 kcal/min para a velocidade de 5,5 mph.

Haymes e Byrnes (1993) estudaram dez homens que caminharam e correram por quatro minutos nas velocidades de 3 e 6 mph respectivamente e foi observado um gasto energético médio de aproximadamente 4 kcal/min na caminhada e de aproximadamente 10 kcal/min na corrida.

Os estudos de King et al. (2004), Walker et al. (1999) e Haymes e Byrnes (1993) mostraram que a corrida acarreta em um gasto energético superior ao da caminhada quando expresso em quilocaloria por minuto e, apresentam velocidades de corrida e caminhada e gasto energético semelhante ao do presente estudo, mas todos eles tiveram um mesmo tempo fixo para correr e caminhar, com os voluntários não percorrendo a mesma distância.

Fellingham et al. (1978) compararam o gasto energético da corrida e caminhada em uma distância de uma milha em 24 homens e acharam para a velocidade de 3 mph um gasto energético médio de 0,66 kcal/kg/milha e para a velocidade de 5 mph um gasto energético médio de 1,50 kcal/kg/milha. Este estudo mostrou a corrida como tendo um gasto energético significativamente maior que a caminhada para percorrer a mesma distância, assim como no presente estudo.

Bhambhani e Singh (1985) investigaram a caminhada e corrida em 12 homens percorrendo uma distância de um quilômetro. A velocidade média da caminhada foi de 81,5 m/min (cerca de 3,0 mph) e para a corrida de 154,9 m/min (cerca de 5,8 mph) e, obtiveram um gasto energético médio de 0,79 kcal/kg/km para a caminhada e, para a corrida de 1,16 kcal/kg/km. Este trabalho teve a velocidade de corrida e caminhada e o gasto energético semelhantes ao do presente estudo, mostrando assim, que a caminhada acarreta em um gasto energético inferior ao da corrida, mas em uma distância percorrida menor.

Hall et al. (2004) realizaram testes de corrida e caminhada em homens, onde percorreram a distância de 1600m, que equivale a uma milha, correndo na velocidade de 2,82 m/s (cerca de 6,3 mph) por 10 minutos e caminhando na velocidade de 1,41 m/s (cerca de 3,15 mph) por 20 minutos, e verificaram um gasto energético médio de 520,6 quilojoules (124,5 kcal) para a corrida de 370,4 quilojoules (88,6 kcal) para a caminhada. Este estudo apresentou um gasto energético de quase a metade do apresentado no presente estudo, pois a velocidade de corrida e caminhada foram semelhantes e a distância total percorrida foi a metade, tendo assim também a metade do tempo utilizado para correr e caminhar.

O presente estudo está de acordo com os trabalhos de Fellingham et al. (1978), Bhambhani e Singh (1985) e Hall et al. (2004), que encontraram uma maior demanda energética total correndo, que caminhando a mesma distância, mas é o primeiro estudo a comparar estas modalidades dentro da duração recomendada para melhora da aptidão cardiorrespiratória e composição corporal.

Existe um conceito muito difundido, em clubes e academias de ginástica, que o exercício para queima de gorduras deve ser de longa duração. Lopes et al. (2009) citam que em aproximadamente 18 minutos de exercício aeróbio submáximo inicia a utilização de ácidos graxos. Entretanto, os estudos científicos evidenciam que ocorre um desvio gradual do metabolismo de carboidratos para maior dependência do metabolismo de gorduras, conforme os estoques de glicogênio muscular diminuem (MOURTAZKIS et al., 2006; STELLINGWERFF et al., 2007), que ocorre por regulação hormonal, por diminuição na liberação de insulina e aumento na liberação de glucagon, cortisol, hormônio do crescimento e catecolaminas (POWERS, HOWLEY, 2009). O aumento da oxidação de gorduras com uma concomitante diminuição na oxidação de carboidratos durante o exercício, ocorre num período de 30-60 minutos de exercício aeróbio submáximo (MOURTAZKIS et al., 2006; STELLINGWERFF et al., 2007). Os dados do presente estudo indicam que, em homens jovens treinados, um exercício de alta intensidade, de duração de apenas 20 minutos pode ser melhor para controle da massa corporal que um exercício de intensidade leve com duração duas vezes maior.

O professor de Educação Física utiliza-se da caminhada e/ou da corrida como algumas das principais modalidades de forma de exercício que contribui na melhora da aptidão física de seus alunos, com isto, torna-se importante para este profissional conhecer as diferenças cardiopulmonares e metabólicas de caminhar e correr a mesma distância, pois uma dúvida frequente entre os professores é qual a atividade é mais adequada para seus alunos. Este estudo colabora em elucidar esta questão, determinando que, em homens jovens treinados, a corrida é uma melhor opção para aprimoramento da composição corporal e da aptidão cardiorrespiratória.

## **6 CONCLUSÕES**

O consumo de oxigênio e a frequência cardíaca foram superiores na corrida, sendo a corrida classificada como um exercício de alta intensidade e a caminhada como um exercício leve.

O gasto energético na corrida e na caminhada foram superiores ao mínimo recomendado para treinamento, de acordo com este estudo a corrida foi maior que na caminhada.

A corrida e a caminhada de duas milhas podem ser utilizadas para melhora da composição corporal e aptidão cardiorrespiratória de homens jovens, e concluímos que a corrida é mais eficiente, por proporcionar maior demanda energética.

## 7 REFERÊNCIAS

ACHTEN, J; GLEESON, M; JEUKENDRUP, A.E. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. **Med. Sci. Sports Exerc**, 34 (1): 92-97, 2002.

ACSM - 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. **Med. Sci. Sports Exercise**, 30: 975-91; 1998.

ACSM - AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - ACSM. **Manual para Teste do Esforço e Prescrição de Exercício**. Rio de Janeiro: Revinter, 5<sup>a</sup> ed., 2000.

- ACSM - AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Manual do ACSM para Avaliação da Aptidão Física Relacionada à Saúde**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 15-26, 2006.
- ACSM - AMERICAN HEART ASSOCIATION. Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults From the American College of Sports Medicine and American Heart Association. **Circulation**. 116 (9): 1081-1093, 2007.
- AMERICAN HEART ASSOCIATION. Exercise testing and of training of apparently health individuals. **A handbook for physicians**. Dallas American Heart Association;1972.
- AMERICAN HEART ASSOCIATION. Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults From the American College of Sports Medicine and American Heart Association. **Circulation**.116(9): 1081-1093, 2007.
- 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, p.14-25, 2004.
- BARROS NETO, T.L.; CESAR M.C. e TEBEXRENI A.S. - Fisiologia do Exercício. In **O Exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos**. In GHORAYEB N., BARROS T. 1ª Reimpressão da 1ª Edição. São Paulo: Atheneu, Editora Atheneu, 3-13, 2004.
- BARROS NETO T.L. **Exercício, saúde e desempenho físico**. São Paulo: Atheneu, 1997, 5-7.
- BARROS NETO, T.L. Fisiologia do exercício aplicada ao sistema cardiovascular. In: **Exercício e Coração**. Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo. 6 (1), 6-10, 1996.
- BARROS NETO, TL. Função Cardiorrespiratória no Exercício. In **SOCESP. Cardiologia - Segundo Volume**. SOUSA, A.G.M.R. & MANSUR, A.J. (eds), São Paulo, Ed. Atheneu, 517-524, 1996.
- BLAIR S.N. et al. Changes in physical fitness and all- cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. **JAMA**. 273: 1093-98, 1995.

- BLAIR S.N. Physical activity, physical fitness, and health. **Res. Q. Exerc. Sport.** 64: 365-76, 1993.
- BUTTS N.K.; KNOX K.M.; FOLEY T.S. Energy costs of walking on a dual-action treadmill in men and women. **Med. Sci. Sports Exerc.** 27: 121-25, 1995.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Gabinete Ministerial. Portaria n.154, de 24 de janeiro de 2008: cria os Núcleos de Apoio á Saúde da Família (NASF). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 mar. 2008. Seção I, p38/42.
- CESAR, M. C.; BORIN, J. P.; PELLEGRINOTTI, I. L. Educação Física e Treinamento Esportivo. In: MARCO, A. **Educação Física: cultura e sociedade.** 2 ed. Campinas: Papirus, 25-45, 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** 166 (5): 163-167, 2007.
- I CONSENSO NACIONAL DE REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR(fase crônica). **Arq.Bras.Cardiol.**69(4):267-291,1997.
- IV DIRETRIZ BRASILEIRA SOBRE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE DO DEPARTAMENTO DE ATEROSCLEROSE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA . **Arq.Bras.Cardiol.**88,Suppl I: 1-19.2007.
- V DIRETRIZ BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL. **Arq. Bras.Cardiol.**89,(3):e 24-29,2007.
- FELLINGHAM, G.W; ROUNDY, E.S; FISHER, A.G; BRYCE, G.R. Caloric cost of walking and running. **Medicine and science in sports.** 10 (2): 132-136, 1978.
- FOSS, M.L.; KETEYIAN, S.J. **Fox - Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte.** 6ª ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 68-96, 2000.
- FRANKLIN B.A.; ROITMAN J.L. **Cardiorespiratory adaptations to exercise.** In Roitman J.L. Ed. ACSM' s Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Baltimore: Williams & Wilkins, 156-63, 1998.

- GODOY, M. (org.) et al. I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular (fase crônica ). **Arq. Bras. Cardio.** 69(4), 267-291, 1997.
- 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  $VO_{2max}$ . **Med. Sci. Sports Exerc.** 40 (7): 1336-1343, 2008.
- GREIWE J.S.; KOHRT W.M. Energy expenditure during walking and jogging. **J. Sports Med. Phys. Fitness** 40: 297-302, 2000.
- HILL, A.V.; LUPTON, H. Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. **Quart. J. Med.**, 16: 135-171, 1923.
- HANNA A.; ABERNETHY B.; BURGESS-LIMERICK B. **Triggers for the transition between human walking and running.** In Sparrow W.A. Energetics of human activity. Champaign:Human Kinetics, 24-64, 2000.
- HAYMES, E.M; BYRNES, W.C. Walking and running energy expenditure estimated by Caltrac and indirect calorimetry. **Med. Sci. Sports Exerc.** 25 (12): 1365-1369, 1993.
- 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. **Med. Sci. Sports Exerc.** 39 (4): 665-671, 2007.
- 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. **Med. Sci. Sports Exerc.** 40 (11): 1863-1872, 2008.
- KING, G.A; TORRES, N; POTTER, C; BROOKS, T.J; COLEMAN, K.J. Comparison of Activity Monitors to Estimate Energy Cost of Treadmill Exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.** 36 (7): 1244-1251, 2004.
- LOPES,M.V.G;GIOIA,O; IORELLE, P; RODRIGUES, P.P; GIORELLE, S;RODRIGUES ODRIGUES, Y.T. **Tópicos de Nutrição.** Itu (SP): Ottoni Editora, 2009.

MARINS, J.C.B., GIANNICHI, R.S. **Avaliação e Prescrição de Atividade Física: Guia Prático**. Rio de Janeiro: Shape, 341, 2003.

McARDLE, W.D.; KATCH F.I.; KATCH V.L. **Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. Rio de Janeiro Guanabara Koogan, 6<sup>a</sup> ed, 2008.

MEYER T.; LUCÍA A.; EARNEST, C.P.; KINDERMANN W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters – theory and application. **Int J Sports Med**, 26: S38-S48, 2005.

MOURTZAKIS, M; SALTIN, B; GRAHAM, T; PILEGAARD. Carbohydrate metabolism during prolonged exercise and recovery: interactions between pyruvate dehydrogenase, fatty acids, and amino acids. **J. Appl. Physiol.** 100, (6).1822-1830, 2006.

SCHIFFER T., KNICKER A., HOFFMAN U., HARWIG B., HOLLMANN W., STRÜDER H.K. Physiological responses to Nordic walking, walking and jogging. **Eur. J. Appl. Physiol.** 98: 56-61, 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA, DEPARTAMENTO DE NUTROLOGIA.

Obesidade na infância e adolescência – Manual de Orientação. São Paulo: Sociedade Brasileira de Pediatria, 2008.

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. **Med. Sci. Sports Exerc.** 40 (5): 950-958, 2008.

STELLINGWERFF, T; BOON, H; JONKERS, R.A.M; SENDEN, J.M; SPRIET, L.L; KOOPMAN, R; VAN LOON, L.J.C. Significant intramyocellular lipid use during prolonged cycling in endurance-trained males as assessed by three different methodologies. **Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.** 292, 6 p.E1715-E1723, 2007.

SWAIN, D.P; FRANKLIN, B.A.  $VO_2$  reserve and the minimal intensity for improving cardiorespiratory fitness. **Med. Sci. Sports Exerc.** 34 (1): 152-157, 2002.

- VENABLES, M.C; JEUKENDRUP, E.E. Endurance Training and Obesity: Effect on Substrate Metabolism and Insulin Sensitivity. **Med. Sci. Sports Exerc.** 40 (3): 495-502, 2008.
- WALKER, J.L; MURRAY, T.D; JACKSON, A.S; MORROW jr, J.R; MICHAUD, T.J. The energy cost of horizontal walking and running in adolescents. **Med. Sci. Sports Exerc.** 31 (2): 311-322, 1999.
- WASSERMAN K., HANSEN J.E., SUE D.Y., CASABURI R., WHIPP B.J. **Principles of Exercise Testing and Interpretation.** Lippincott Williams & Wilkins, 3<sup>a</sup> ed, 1999.
- WASSERMAN, K. & Mc ILROY, M.B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **Am. J. Cardiol.**, 14: 844-852, 1964.
- WILLIAMS, P.T. Reduced Diabetic, Hypertensive, and Cholesterol Medication Use with Walking. **Med. Sci. Sports Exerc.** 40 (3): 433-443, 2008.
- WILMORE.J.H;COSTILL.D.L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício** 2ªEdição São Paulo Editora Manole, 278-289, 2001.

## ANEXOS

### ANEXO A

#### Termo de Consentimento

#### CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Pesquisador Responsável – Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar

#### COMPARAÇÃO DAS RESPOSTAS CARDIOPULMONARES E METABÓLICAS DE CAMINHAR E CORRER A MESMA DISTÂNCIA

“Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que visa determinar o gasto de energia durante a caminhada e a corrida na esteira.

Inicialmente, você responderá a um questionário de histórico de saúde. No entanto, no exercício físico existe um risco mínimo de complicações, como cansaço, dor nos músculos e tontura, será coletado uma pequena amostra de sangue do lóbulo da orelha que pode causar um pouco de desconforto no local. Para minimizar

os riscos, os testes serão todos supervisionados por profissionais aptos a atendimento de qualquer intercorrência durante os testes.

Você terá os resultados dos testes, sendo que estes resultados são úteis para elaboração de um programa de treinamento físico. Se houver qualquer dúvida em relação aos resultados dos exames, deve procurar o Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar, no Laboratório de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico, na Universidade Metodista de Piracicaba, Campus Taquaral, Rodovia do Açúcar km 156, Piracicaba – SP, Telefone: (19)3124-1586.

Para queixas ou reclamações, você pode telefonar para o Comitê de Ética em Pesquisa da UNIMEP, Telefone (19) 3124-1515, Ramal 1274.

Você pode desistir de participar deste estudo a qualquer momento, sem qualquer prejuízo de seu tratamento nesta Instituição. As informações obtidas serão analisadas em conjunto com as dos outros indivíduos avaliados nesta pesquisa, não sendo divulgada a sua identificação.

Caso você tenha interesse nos resultados da pesquisa, os mesmos lhe serão fornecidos pelo Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar.

Não há despesas pessoais de sua parte para participação neste estudo, assim como não há compensação financeira. Caso você tenha alguma despesa pessoal, terá direito a ressarcimento de seus gastos.

Se houver algum dano para você, causado diretamente pelos procedimentos deste estudo (nexo causal comprovado), você tem direito a tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

Todos os dados e resultados deste estudo serão utilizados somente para pesquisa”.

-----  
Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar.

Data / /

### **CONSETIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO**

Fui suficientemente informado a respeito das informações que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “COMPARAÇÃO DAS RESPOSTAS CARDIOPULMONARES E METABOLICAS DE CAMINHAR E CORRER NA MESMA DISTÂNCIA”.

Eu discuti com o Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar sobre minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e posso retirar meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido neste Serviço.

Nome do voluntário: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Data     /     /

## **ANEXO B**

### **Aprovação do Comitê de Ética**



CEP-UNIMEP  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

## **CERTIFICADO**

Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "*Comparação das respostas cardiopulmonares e metabólicas de caminhar e correr a mesma distância*", sob o protocolo nº 22/10, do Pesquisador *Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar*, está de acordo com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.

We certify that the research project with title "*Comparison of cardiopulmonary and metabolic responses to walking and running in the same distance*", protocol nº 22/10, by Researcher *Dr. Marcelo de Castro Cesar*, is in agreement with the Resolution 196/96 from Conselho Nacional de Saúde/MS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba – UNIMEP.

Piracicaba, 27 de abril de 2010

**Prof. Dr. Cesar Romero Amaral Vieira**  
Coordenador do CEP-UNIMEP

**Kelly Cristina dos Santos Berni**  
Secretaria do CEP – UNIMEP

**ANEXO C**

**QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA SAÚDE**

IDENTIFICAÇÃO: Data ..... / ..... / .....

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

---

Avaliador

## APÊNDICES

**APÊNDICE A** Resultados individuais dos testes cardiopulmonares máximos dos voluntários.

Voluntário	VO <sub>2</sub> max (mL/Kg/min)	FCmax (bpm)	VO <sub>2</sub> LV (mL/Kg/min)	FCLV (bpm)	Vel LV (mph)
V1	53,0	190,0	33,9	160,0	7,45
V2	46,5	180,0	36,9	145,0	6,21
V3	50,1	169,0	35,7	147,0	6,21
V4	56,8	185,0	38,7	159,0	6,83
V5	57,7	188,0	42,8	169,0	6,83
V6	55,4	177,0	31,4	135,0	6,21
V7	56,9	197,0	41,8	168,0	7,45
V8	60,4	188,0	42,4	168,0	7,45
V9	61	202,0	39,7	179,0	6,83

VO<sub>2</sub>max – consumo máximo de oxigênio; FCmax – frequência cardíaca máxima; VO<sub>2</sub>LV – consumo de oxigênio do limiar ventilatório; FCLV – frequência cardíaca do limiar ventilatório; Vel LV – velocidade do limiar ventilatório

**APÊNDICE B** Resultados individuais do consumo de oxigênio dos voluntários nos testes cardiopulmonares submáximos.

Volun- -tário	VO <sub>2</sub> pré (mL/kg/min)		VO <sub>2</sub> exercício (mL/kg/min)		VO <sub>2</sub> %max (%)	
	Caminhada	Corrida	Caminhada	Corrida	Caminhada	Corrida
V1	5,91	5,92	12,68	30,96	23,9	58,3
V2	1,99	2,02	9,66	31,98	20,77	68,77
V3	3,08	5,11	12,32	31,97	24,59	63,81
V4	3,73	6,15	11,88	34,62	20,92	60,95
V5	4,67	5,81	13,37	40,11	23,16	69,49
V6	7,03	4,55	14,32	31,24	25,85	56,39
V7	6,26	6,23	14,67	39,02	25,75	68,5
V8	4,43	5,29	12,23	34,11	21,88	56,41
V9	5,64	5,39	14,19	32,31	23,26	52,97

VO<sub>2</sub>pré – consumo oxigênio pré-teste; VO<sub>2</sub>exercício – consumo oxigênio no exercício; VO<sub>2</sub>%max – percentual do consumo de oxigênio em relação ao consumo máximo de oxigênio.

**APÊNDICE C** Resultados individuais da frequência cardíaca dos voluntários nos testes cardiopulmonares submáximos.

Voluntário	FCpré (bpm)		FC (bpm)		FC%max (%)	
	Caminhada	Corrida	Caminhada	Corrida	Caminhada	Corrida
V1	54	57	78,0	132,0	41,0	69,5
V2	71	59	86,2	151,5	47,9	84,1
V3	71	75	80,1	141,2	47,4	83,8
V4	56	62	76,1	151,0	41,1	81,6
V5	93	85	97,2	157,5	51,7	83,8
V6	66	65	76,5	127,5	43,2	72,0
V7	67	73	99,0	176,0	50,2	89,3
V8	60	66	95,0	150,0	50,5	79,8
V9	59	59	94,0	151,2	46,5	74,9

FCpré – frequência cardíaca pré-teste; FCexercício – frequência cardíaca no exercício; FC%max - percentual da frequência cardíaca em relação à frequência cardíaca máxima.

**APÊNDICE D** Resultados individuais do gasto energético dos voluntários nos testes cardiopulmonares submáximos.

Voluntário	GEpré		GExercício		GExercício	
	(kcal/min)		(kcal/min)		(kcal)	
	Caminhada	Corrida	Caminhada	Corrida	Caminhada	Corrida
V1	2,9	2,3	5,1	13,0	202,0	250,0
V2	0,8	0,8	4,1	13,4	164,0	268,6
V3	1,1	1,9	4,4	11,8	176,7	236,1
V4	1,3	2,1	4,1	12,2	166,1	244,8
V5	1,7	2,0	4,8	14,2	191,04	284,9
V6	2,4	1,6	4,96	11,1	198,7	222,4
V7	2,1	2,1	4,9	13,5	196,0	270,0
V8	1,6	1,8	4,7	12,1	187,1	242,3
V9	1,9	1,8	4,8	11,1	191,5	222,1

GEpré – gasto energético pré-teste; GExercício – gasto energético no exercício.