

FLÁVIA ANGÉLICA MARTINS ALMEIDA

**COMPARAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO ENTRE MULHERES OBESAS,
SOBREPESO E NORMAIS DURANTE CAMINHADA NA ESTEIRA EM
RITMO AUTO-SELECIONADO.**



Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu*, Especialização em Fisiologia do Exercício, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

**CURITIBA
2008**

FLÁVIA ANGÉLICA MARTINS ALMEIDA

**COMPARAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO ENTRE MULHERES OBESAS,
SOBREPESO E NORMAIS DURANTE CAMINHADA NA ESTEIRA EM
RITMO AUTO-SELECIONADO.**

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do Curso Pós-Graduação *Lato Sensu*, Especialização em Fisiologia do Exercício, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Orientador: Hassan Mohamed Msd.

**CURITIBA
2008**

AGRADECIMENTOS

i

Agradeço a todas as pessoas envolvidas na elaboração e conclusão do presente estudo.

LISTA DE ABREVIATURAS

ii

ACSM	-	American College of Sports Medicine
FC	-	Frequência cardíaca
FC_{Máx}	-	Frequência cardíaca máxima
%FC_{Máx}	-	Percentual da frequência cardíaca máxima
%GORD	-	Percentual de gordura corporal
GE	-	Gasto energético
IMC	-	Índice de massa corporal
MC	-	Massa corporal
PAR-Q	-	Physical Activity Readiness Questionnaire
RTR	-	Razão de troca respiratória
Vel	-	Velocidade
VE	-	Ventilação minute
VO₂	-	Consumo de oxigênio
VO_{2Máx}	-	Consumo máximo de oxigênio
%VO_{2Máx}	-	Percentual do consumo máximo de oxigênio

LISTA DE TABELAS

iii

TABELA 1	Características descritiva dos participantes.	24
TABELA 2	Respostas fisiológicas obtidas durante o teste de caminhada em esteira de 20 minutos em ritmo auto-selecionado.	25

RESUMO

iv

O objetivo desse estudo foi comparar o gasto energético entre mulheres obesas, com sobrepeso e normais durante caminhada na esteira em ritmo auto-selecionado. Participaram do presente estudo 66 mulheres sedentárias, com idade de 20 a 45 anos, as quais foram posteriormente alocadas para um dos três grupos experimentais, de acordo com o seu IMC: (a) peso normal (PN, 18.5 – 24.9 kg.m⁻², $n = 22$), (b) sobrepeso (SP, 25.0 – 29.9 kg.m⁻², $n = 22$), e (c) obeso (OB, >30 kg.m⁻², $n = 22$). Todos os participantes foram submetidos a duas sessões experimentais, as quais foram compostas de (i) uma pré-avaliação inicial, avaliação antropométrica e teste incremental máximo em esteira, e (ii) um teste de 20-minutos de caminhada em ritmo auto-selecionado. As respostas fisiológicas ($\dot{V}O_2$ e FC) foram mensuradas continuamente durante toda a realização do teste de 20-minutos de caminhada em ritmo auto-selecionado. Para a análise estatística, empregaram-se análises de variância de um fator (adiposidade corporal), adotando $P < 0,05$. Um teste t independente foi utilizado para verificar as diferenças nas características descritivas e uma ANOVA one way de medidas repetidas seguido de um *post hoc* de Tukey foi empregado para localizar as diferenças entre os grupos, adotando $p < 0,05$. Foram verificadas diferenças significantes entre os grupos para massa corporal ($p < 0,001$), IMC ($p < 0,001$), massa livre de gordura ($p < 0,001$), % gordura ($p < 0,001$) e $VO_{2m\acute{a}x}$ ($p = 0,001$), sendo que o grupo com obesidade apresentou maiores valores, com exceção do que $VO_{2m\acute{a}x}$ foi maior no grupo com peso normal. O VO_2 absoluto ($p = 0,005$) e velocidade de caminhada ($p < 0,001$) foram significativamente menores para o grupo de mulheres com obesidade. Demonstrou ainda que o gasto energético total expresso em Kcal ($p < 0,001$) foram significativamente maiores no grupo com obesidade comparada aos demais grupos ($p > 0,05$). Os resultados sugerem que a caminhada em ritmo auto-selecionado pode ser uma recomendação de exercício apropriado para a prescrição da manutenção ou perda do peso em mulheres adultas obesas.

Palavras-chave: Caminhada; gasto energético; adiposidade corporal.

ABSTRACT

vii

The aim of this study was to compare the energetic cost between obese, overweight and normal women during treadmill walking at self-select pace. Participated 66 sedentary women, which were allocated for one of three experimental groups, in accordance with their BMI: (a) normal weight (NW, 18.5 – 24.9 kg.m⁻², *n* = 22), (b) overweight (OW, 25.0 – 29.9 kg.m⁻², *n* = 22), e (c) obese (OB, >30 kg.m⁻², *n* = 22). The participants initially performed a treadmill maximal test to determine the maximal oxygen uptake (VO_{2max}) and ventilator threshold (VT), and a 20-min treadmill walking bout at a self-selected pace to measure the physiologic responses. A test t independent was used to check the differences in the descriptive characteristics and an ANOVA one way of repeated measures followed of a post hoc of Tukey was used to locate the differences between the groups, adopting *p* <0,05. Significant differences were checked between the groups for body mass (*p* <0,001), BMI (*p* <0,001), fat free mass (*p* <0,001), % fat (*p* <0,001) and VO_{2max} (*p* = 0,001), being that the group with obesity presented bigger values, with the exception of VO_{2max} that was bigger in the group of normal weight. The absolute VO₂ (*p* = 0,005) and speed of walk (*p* <0,001) were statistically lower for the group of women with obesity. It was still demonstrated that the total energetic cost expressed in Kcal (*p* <0,001) were significantly bigger in the group with obesity when compared to the other groups (*p* > 0,05). The results suggest that the walk in self-selected rhythm can be a recommendation of exercise appropriated for the prescription of the maintenance or loss of the weight in adult obese women.

Keywords: Walking; energetic cost; body adiposity.

SUMÁRIO

vii

LISTA DE ABREVIATURAS.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Apresentação do problema.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo principal.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Intensidade de exercício físico auto-selecionada.....	5
2.2 Gasto energético e caminhada.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 Amostra.....	11
3.2 Delineamento experimental.....	12
3.3 Instrumentos e procedimentos.....	14
3.3.1 Avaliação antropométrica.....	14
3.3.2 Teste incremental máximo em esteira.....	17
3.3.3 Teste de 20 minutos de Caminhada em Esteira.....	18
3.3.4 Parâmetros Fisiológicos.....	20
3.3.5 Procedimentos Estatísticos.....	23
4.0 RESULTADOS.....	24
5 DISCUSSÃO.....	27
6 CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS.....	32

1.0 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Organizações internacionais têm recomendado a caminhada regular como uma forma de exercício físico de intensidade moderada e que apresenta um estresse metabólico mínimo (Haskell et al., 2007). A caminhada é considerada uma atividade física relativamente segura, além de ser um dos exercícios mais populares e convenientes já que se trata de uma atividade tolerável e de fácil regulação quanto à intensidade (Hootman et al., 2002; ACSM 2006). Contudo, Cox et al. (2003), observaram que a maioria dos sujeitos que se engajam em um programa de caminhada, preferem se exercitar em uma intensidade auto-selecionada em detrimento a uma intensidade prescrita.

A razão pela qual os indivíduos tendem a selecionar uma intensidade alternativa em relação à prescrita, segundo Emmons e Diener (1986) pode estar no fato das pessoas buscarem o que as fazem sentir-se bem e evitar situações que as levem a sensações de desconforto, em virtude das respostas afetivas negativas associadas ao exercício físico poderem induzir a uma diminuída motivação intrínseca.

Entretanto, para que a caminhada torne-se efetiva num programa de manutenção ou perda de peso corporal, é imprescindível ter um controle do gasto energético durante o exercício (Browning et al., 2005). Segundo o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2006), é recomendado que o exercício realizado com o intuito de manter ou reduzir o peso corporal deve

promover um dispêndio energético alvo de 150 a 400 kcal por dia (ACSM 2006).

De acordo com Ralston (1983) o gasto energético durante a caminhada influencia na auto-seleção da velocidade, contudo, ainda é incerto o quanto de energia adultos obesos gastam enquanto caminham em diferentes velocidades, pois poucos estudos tem determinado a taxa do consumo energético metabólico de obesos durante caminhada em ritmo auto-selecionado (Browning & Kram, 2005). Também têm sido demonstrado que o gasto energético durante a caminhada em diferentes velocidades começou a ser estabelecido apenas recentemente para mulheres obesas (Mattsson et al 1997; Melanson et al. 2003).

Caminhar a uma velocidade preferida requer um esforço aeróbio relativamente maior para adultos obesos. Segundo Mattson et al (1997), a capacidade aeróbia por quilograma da massa corporal total ($VO_2\text{max} / \text{kg}$) é muito menor em indivíduos adultos obesos do que em indivíduos adultos normais. Além disso, estudos afirmam que indivíduos obesos gastam muito mais energia metabólica durante a caminhada do que indivíduos com peso normal, sendo até 50% mais dispendioso para adultos apresentando um índice de massa corporal (IMC) $> 35\text{kg}/\text{m}^2$ (Freyschuss and Melcher, 1978; Melanson et al. 2003).

Pouco se sabe ainda sobre como a taxa metabólica ou o custo energético para caminhada variam entre pessoas com diferente massa corporal. Deste modo, o propósito deste estudo foi estimar e comparar o gasto energético entre mulheres obesas, com sobrepeso e normais durante caminhada na esteira em ritmo auto-selecionado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Comparar o gasto energético entre mulheres obesas, com sobrepeso e normais durante caminhada na esteira em ritmo auto-selecionado.

1.2.2 Objetivos Especificos

a) Estimar o gasto energético de mulheres obesas, com sobrepeso e normais durante caminhada na esteira em ritmo auto-selecionado.

b) Identificar se a realização de caminhada em ritmo auto-selecionado por mulheres adultas com peso normal, sobrepeso e obesas é capaz de proporcionar dispêndio energético adequado para a manutenção ou perda de peso.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 INTENSIDADE DE EXERCÍCIO FÍSICO AUTO-SELECIONADA

Conforme brevemente descrito anteriormente, indivíduos submetidos a programas regulares de exercício físico tendem a rumar de uma intensidade previamente prescrita para uma intensidade auto-ajustada (KING, et al., 1991; DISHMAN, et al., 1994; COX, et al., 2003). No estudo realizado por Cox e colaboradores (2003), envolvendo 126 mulheres sedentárias (entre 40-65 anos), verificou-se que aqueles indivíduos submetidos a um programa de exercício físico de intensidade moderada (40%-55% FC_{Res}) exercitavam-se em uma intensidade superior aquela previamente prescrita. Por outro lado, aqueles indivíduos submetidos a um programa de exercício físico de intensidade vigorosa (65-80% FC_{Res}) exercitavam-se em uma intensidade inferior aquela prescrita. Dessa maneira, a auto-seleção da intensidade de exercício físico tem evidenciado-se como um proeminente campo de estudo na área da psicobiologia, prioritariamente devido a sua relação com a produção preferencial de parâmetros perceptuais e afetivos (LIND, et al., 2005; PARFITT, et al., 2006), os quais poderiam contribuir para um aumento na motivação intrínseca individual, e ultimamente, atuar positivamente sobre a aderência.

Especificamente em relação aos parâmetros fisiológicos associados ao exercício físico em ritmo auto-selecionado, prévias evidências têm sugerido que essa intensidade preferida seria um estímulo adequado para a ocorrência de modificações orgânicas benéficas à saúde (PORCARI, et al., 1988; SPELMAN, et al., 1993; DISHMAN, et al., 1994; MATTSON, et al., 1997;

MURTAGH et al. 2002; LIND et al. 2005; EKKEKAKIS & LIND 2006; PARFITT, et al. 2006). Em estudo conduzido por Spelman e colaboradores (1993), envolvendo 29 indivíduos praticantes regulares de caminhada (07 homens e 22 mulheres) entre 22 e 58 anos, verificou-se que a intensidade média de caminhada foi de aproximadamente $52 \pm 11\% \dot{V}O_{2Máx}$ e $70 \pm 9\%FC_{Máx}$. Embora nenhum tipo de controle relativo à gênero tenha sido realizada, essa variável foi considerada determinante para a auto-seleção da intensidade. Em outro estudo, conduzido por Dishman e colaboradores (1994), envolvendo 23 homens com diferentes níveis de aptidão cardiorrespiratória (alta, $\dot{V}O_{2Máx}$: $56,9 \pm 7,0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ versus baixa, $\dot{V}O_{2Máx}$: $43,2 \pm 5,2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) entre 18 e 31 anos, verificou-se que a intensidade de exercício físico média foi de $57,9 \pm 6,7\%$ e $51,8 \pm 6,6\%$ do $\dot{V}O_{2Máx}$, respectivamente. Esses resultados primeiramente indicaram a aptidão cardiorrespiratória como um possível fator contribuinte para a auto-seleção da intensidade de exercício físico, o que foi corroborado mais tarde por pesquisa desenvolvida por Pintar e colaboradores (2006). Neste estudo, uma intensidade média de $54,4\% \dot{V}O_{2Máx}$ foi verificada durante caminhada em ritmo preferido entre os sujeitos com uma baixa aptidão cardiorrespiratória, porém uma intensidade média de apenas $40,5\% \dot{V}O_{2Máx}$ foi observada entre os indivíduos com elevada aptidão cardiorrespiratória, ou seja, um estímulo fisiologicamente inadequado para a ocorrência de modificações benéficas à saúde (ACSM, 2006). Esses resultados indicam que indivíduos com uma alta aptidão cardiorrespiratória poderiam não adequadamente auto-selecionar uma intensidade preferida de caminhada. De modo similar, esses prévios estudos supracitados indicaram que a auto-seleção da intensidade de exercício físico poderia ser influenciada por fatores como o gênero e a aptidão

cardiorrespiratória, porém inúmeros outros fatores poderiam também ser contribuintes.

A massa corporal tem sido indicada como outro possível fator contribuinte para a auto-seleção da intensidade de exercício físico (MATTSON, et al., 1997; EKEKKAKIS; LIND, 2006; HILLS, et al., 2006; PINTAR, et al., 2006). Em estudo realizado por Ekkekakis e Lind (2006), envolvendo 25 sujeitos (sobrepeso, IMC $\sim 31 \text{ kg.m}^{-2}$, N = 16 *versus* normal, IMC $\sim 22 \text{ kg.m}^{-2}$, N = 09) com idades entre 35 e 53 anos, verificou-se que a intensidade de exercício físico auto-selecionada foi similar entre os sujeitos com normalidade e sobrepeso corporal (62 - 69% $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e 48 - 64% $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, respectivamente). Esses resultados foram corroborados pelo estudo de Pintar e colaboradores (2006), onde 30 mulheres adultas com sobrepeso corporal (IMC, $27,68 \text{ kg.m}^{-2}$) caminharam em uma intensidade média de aproximadamente 46% $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e 66% $FC_{\text{Máx}}$, similar aquelas observadas em seus pares com normalidade. Entretanto, em pesquisa realizada por Hills e colaboradores (2006), envolvendo 30 sujeitos obesos (IMC: $35,5 \pm 6,7 \text{ kg.m}^{-2}$) e 20 sujeitos normais (IMC: $24,8 \pm 3,0 \text{ kg.m}^{-2}$), verificou-se que os sujeitos com sobrepeso corporal auto-selecionaram uma intensidade média de aproximadamente 70% $FC_{\text{Máx}}$, enquanto os sujeitos com normalidade preferiram uma intensidade próxima à 59% $FC_{\text{Máx}}$. Apesar disso, diferenças relativas à idade foram verificadas entre ambos os grupos (normal, idade média $36,9 \pm 12,4$ anos *versus* obeso, idade média $47,8 \pm 10,8$ anos).

A auto-seleção da intensidade de exercício físico poderia também ser influenciada pela idade (PORCARI, et al., 1988; MALATESTA, et al., 2003; MALATESTA, et al., 2004). Em estudo realizado por Malatesta e colaboradores

(2003), envolvendo 20 sujeitos idosos (sexagenários, N = 10 versus octogenários, N = 10), verificou-se que aqueles indivíduos apresentando uma idade mais elevada exercitavam-se em uma menor velocidade de caminhada auto-selecionada comparativamente aos indivíduos mais jovens ($1,16 \pm 0,09$ m.seg⁻¹ versus $1,38 \pm 0,09$ m.seg⁻¹, respectivamente), porém apresentavam uma maior resposta fisiológica relativa ($60,8 \pm 8,0\%$ versus $42,9 \pm 5,0\%$ do $\dot{V}O_{2M\acute{a}x}$, respectivamente). Esses resultados poderiam ser devido à diminuição da economia metabólica verificada com o avanço da idade (WATERS, et al., 1988; MALATESTA et al., 2003; MALATESTA et al., 2004). Entretanto, esses prévios estudos limitaram-se ao envolvimento exclusivo da população geriátrica, negligenciando assim a influência da idade sobre a intensidade de exercício físico auto-selecionada em populações adultas e/ou pediátricas. Além disso, sob uma perspectiva metodológica, com exceção ao estudo de Pintar e colaboradores (2006), onde a influência da massa corporal e aptidão cardiorrespiratória foram investigadas, ressalta-se a inexistência de outras pesquisas que buscaram investigar os efeitos associados dos possíveis fatores contribuintes para a auto-seleção da intensidade de exercício físico.

2.2 GASTO ENERGÉTICO E CAMINHADA

A caminhada é uma forma conveniente e popular de exercício utilizada na manutenção e melhora da saúde (Dishman, Farquhar & Cureton, 1994; Jakicic et al., 1999; Tully et al., 2005; ACSM, 2006; Pintar et al., 2006;). Entretanto, para a manutenção ou perda de peso é necessário verificar o quanto de energia é gasta durante determinado exercício. Assim, o Colégio Americano de Medicina do Esporte, recomenda uma variação alvo de 150 a 400 kcal por sessão para programas de exercício físico com o intuito de reduzir ou manter o peso corporal estando ainda associado a uma redução significativa de 20% a 30% no risco de mortalidade por doenças crônicas não-transmissíveis.

Indivíduos obesos tendem a gastar mais energia durante a caminhada que indivíduos de peso normal (Melanson et al, 2003 & Mattsson et al, 1997). Prévios estudos sobre gasto energético durante certos níveis de caminhada sugerem um dispêndio energético de 10 a 15% maior para indivíduos adultos obesos de classe II (IMC = 30-40 kg/m²) comparados com indivíduos adultos normais. (6,31,32). Estudo conduzido por Freyschuss e Melcher (1978), demonstraram que o consumo de oxigênio foi 33% maior em mulheres e homens obesos de classe III (IMC > 40 kg/m²) comparado com grupo controle de peso normal durante caminhada. A diferença na taxa metabólica nesse estudo pode ser devido, em parte, pela maior adiposidade (% de gordura) entre os sujeitos. Além disso, os sujeitos desse estudo executaram o exercício em inclinação, a qual pode aumentar a taxa metabólica desproporcionalmente para indivíduos obesos.

Biomecanicamente existem alguns fatores que sugerem um maior gasto energético da caminhada para mulheres obesas. Pelo fato das mulheres depositarem a maior parte da gordura nos quadris e coxas (adiposidade ginóide), o trabalho mecânico para movimentar as pernas torna-se mais dispendioso (Browning et al, 2006). Outro fator que aumentam o custo energético da caminhada em sujeitos obesos inclui uma menor estabilidade e uma exigência muscular maior para executar a caminhada.

Spelman et al. (1993) encontraram um dispêndio energético médio de 257 kcal por sessão de caminhada, em sujeitos (22 homens e 9 mulheres) que exercitavam-se habitualmente, os valores do gasto energético deste estudo foram obtidos utilizando o calculo do valor de 1 kcal/min para cada sujeito e este valor multiplicado pela duração de uma sessão típica auto-reportada por cada individuo. Enquanto que no estudo de Browning et al. (2006), 10 homens e 10 mulheres com peso normal caminharam em seis velocidades diferentes, durante 5 minutos em cada uma (0,50; 0,75; 1,00; 1,25; 1,50 e 1,75 m/seg) e os resultados obtidos foram de 44,96 kcal em homens e 33,30 kcal em mulheres.

O gasto energético durante a caminhada pode influenciar a velocidade de caminhada auto-selecionada de adultos normais. A massa corporal tem sido indicada como outro possível fator contribuinte para a auto-seleção da intensidade de exercício físico (MATTSON, et al., 1997; EKEKKAKIS; LIND, 2006; HILLS, et al., 2006; PINTAR, et al., 2006). Em estudo realizado por Ekkekakis e Lind (2006), envolvendo 25 sujeitos (sobrepeso, IMC $\sim 31 \text{ kg.m}^{-2}$, N = 16 *versus* normal, IMC $\sim 22 \text{ kg.m}^{-2}$, N = 09) com idades entre 35 e 53 anos, verificou-se que a intensidade de exercício físico auto-selecionada foi similar

entre os sujeitos com normalidade e sobrepeso corporal (62 - 69% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ e 48 - 64% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$, respectivamente). Esses resultados foram corroborados pelo estudo de Pintar e colaboradores (2006), onde 30 mulheres adultas com sobrepeso corporal (IMC, 27,68 kg.m⁻²) caminharam em uma intensidade média de aproximadamente 46% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ e 66%FC_{Máx}, similar aquelas observadas em seus pares com normalidade. Entretanto, em pesquisa realizada por Hills e colaboradores (2006), envolvendo 30 sujeitos obesos (IMC: 35,5 ± 6,7 kg.m⁻²) e 20 sujeitos normais (IMC: 24,8 ± 3,0 kg.m⁻²), verificou-se que os sujeitos com sobrepeso corporal auto-selecionaram uma intensidade média de aproximadamente 70%FC_{Máx}, enquanto os sujeitos com normalidade preferiram uma intensidade próxima à 59%FC_{Máx}. Apesar disso, diferenças relativas à idade foram verificadas entre ambos os grupos (normal, idade média 36,9 ± 12,4 anos *versus* obeso, idade média 47,8 ± 10,8 anos).

3.0 METODOLOGIA

3.1 AMOSTRA

O recrutamento inicial das possíveis participantes foi realizado através de anúncios pessoais e/ou impressos. Este estudo é parte integrante do projeto Intensidade de Exercício Físico Preferida, do Centro de Pesquisa em Exercício e Esporte (CEPEE), da Universidade Federal do Paraná (UFPR), o qual é desenvolvido desde o ano de 2006.

Participaram do presente estudo 66 mulheres sedentárias, com idade de 20 a 45 anos, as quais foram posteriormente alocadas para um dos três grupos experimentais, de acordo com o seu IMC: (a) peso normal (PN, 18.5 – 24.9 kg.m⁻², $n = 22$), (b) sobrepeso (SP, 25.0 – 29.9 kg.m⁻², $n = 22$), e (c) obeso (OB, >30 kg.m⁻², $n = 22$), conforme os pontos de corte estabelecido pela Organização Mundial de Saúde⁽¹⁵⁾. O tamanho da amostra foi determinado utilizando um nível de significância de 0,05, poder estatístico de 0,70 e uma magnitude de efeito de 0,35, indicando 22 sujeitos para cada grupo experimental. Os seguintes critérios de inclusão foram estabelecidos: (a) condição de previamente sedentária, obtido mediante a utilização do International Activity Questionnaire (IPAQ), versão brasileira (BARROS et al., 2000) e/ou como a participação em exercício físico regular de intensidade moderada inferior a 30 minutos em três ou mais dias da semana (ACSM, 2000); (b) auto-relato de nenhuma modificação de hábitos relativos ao exercício físico nos seis meses antecedentes ao início das avaliações; (c) auto-relato de nenhuma contra-indicação ao exercício físico de alta intensidade, baseado em exames médicos realizados dentro dos 12 meses antecedentes ao início das

avaliações; (d) auto-relato de nenhum tratamento medicamentoso e histórico de distúrbios cardiovascular, respiratório, músculo-esquelético e/ou metabólico; (e) auto-relato de nenhum histórico de tabagismo; (f) presença de respostas negativas em todos os itens do Questionário de Prontidão para Atividade Física PAR-Q (*Physical Activity Readiness Questionnaire*) (CHISHOLM, et al., 1975; CANADIAN SOCIETY FOR EXERCISE PHYSIOLOGY, CSEP, 1994). Durante a avaliação inicial cada participante leu e assinou o termo de consentimento após as explicações dos objetivos, procedimentos experimentais, possíveis riscos e benefícios inerentes a pesquisa, conforme as diretrizes propostas na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisas envolvendo seres humanos. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná (Protocolo nº 530.067.08.05).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os participantes foram submetidos a duas sessões experimentais, marcadas em dois dias distintos de acordo com a disponibilidade temporal do avaliado, porém sendo realizadas com um intervalo mínimo de 48 horas e máximo de 96 horas entre si. Na primeira sessão experimental, um teste incremental máximo em esteira foi realizado, onde os parâmetros fisiológicos máximos foram determinados. Durante a segunda sessão experimental, um teste de 20 minutos de caminhada em ritmo auto-selecionado em esteira foi conduzido, onde foram novamente obtidos parâmetros fisiológicos.

Todos os participantes foram instruídos a não realizar exercício físico no dia anterior às sessões experimentais, como também a não ingerir alimentos

com alto teor energético e/ou bebida contendo cafeína por um período anterior a três horas de seu início. Além disso, os avaliados também foram instruídos a comparecer às sessões experimentais trajando roupas confortáveis e adequadas para a prática de exercício físico (camiseta, calção/shorts, meia e tênis). Buscando evitar quaisquer variações circadianas intra-individuais (CALLARD, et al., 2000), todas as avaliações serão realizadas em um mesmo horário (matutino: entre 07:00 e 12:00 horas; vespertino: entre 13:00 e 18:00 horas) e local (Laboratório de Fisiologia do Exercício, Centro de Pesquisa em Exercício e Esporte, Universidade Federal do Paraná). A temperatura ambiental do local da coleta de dados foi controlada e mantida em uma variação entre 18° e 22° Celsius com uma umidade relativa menor do que 60% (POTTEIGER & WEBER, 1994; PINA, et al., 1995).

O consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) foi determinado através de um sistema de espirometria computadorizado de circuito aberto (marca ParvoMedics, modelo TrueMax 2400, Salt Lake City, Utah, EUA). Esse sistema foi calibrado para O₂ e CO₂, usando uma concentração gasosa certificada para O₂ e CO₂ e para a ventilação usando uma seringa de 3L (marca Hans Rudolph, modelo 5530, Kansas City, Missouri, EUA). Um modelo de máscara respiratória de válvula bidirecional (marca Hans Rudolph, modelo 2726, Inc. Kansas City, Missouri, EUA) modelo em T e um prendedor nasal foram ajustados para cada participante, conectado ao sistema de espirometria. Durante cinco minutos os sujeitos permaneceram sentados em repouso para assegurar um adequado funcionamento dos componentes do sistema de análise de gases.

Na seqüência dos procedimentos, cada participante realizou um aquecimento padronizado de cinco minutos em uma velocidade de 4,0 km.h⁻¹ e

0% de inclinação, em esteira (marca Reebok Fitness[®], modelo X-Fit 7, Londres, Reino Unido), após dois minutos de repouso em posição ereta, o teste incremental máximo foi iniciado, sendo conduzido em conformidade com o protocolo proposto por Lind e colaboradores (2005), com início a 4,0 km.h⁻¹ e inclinação de 0%, com incremento de velocidade de 0,64 km.h⁻¹ a cada minuto até a exaustão volitiva. Durante toda a realização do teste, a mensuração das respostas fisiológicas foi realizada a cada minuto.

Na segunda sessão, um teste de caminhada em esteira foi realizado durante 20 minutos, após um aquecimento prévio de cinco minutos em uma velocidade de 4,0 km.h⁻¹ e 0% de inclinação. Posteriormente ao aquecimento os sujeitos foram instruídos a auto-selecionar uma velocidade de caminhada preferida, conforme os procedimentos propostos por Dishman (1994), mediante a utilização de sensores de controle de velocidade acoplados a esteira.

Os auto-ajustes de velocidade de caminhada foram permitidos *ad libitum* durante os primeiros quatro minutos iniciais do teste (no minuto 01, 02 e 03), e depois, somente nos minutos 10 e 15. Contudo, o marcador de velocidade foi ocultado para o avaliado, como proposto por Pintar et al. (2006). Durante toda a realização do teste de caminhada as respostas fisiológicas foram determinadas minuto a minuto. Entretanto, uma redução dessas respostas em intervalos de 5 minutos foi realizada (00, 05, 10, 15 e 20).

3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

3.3.1 Avaliação Antropométrica

A estatura total (EST, em cm.), definida operacionalmente como a medida correspondente à distância entre a região plantar e o vértex, será

determinada através da utilização de estadiômetro (marca Sanny[®], modelo Standard, São Bernardo do Campo, Brasil) fixado a parede, escalonado em 0,1 cm. O sujeito avaliado deverá permanecer descalço e posicionado anatomicamente sobre a base do estadiômetro, a qual forma um ângulo de 90° com a borda vertical do aparelho. Além disso, a massa corporal do avaliado deverá ser distribuída igualmente em ambos os pés, e os braços deverão permanecer livremente soltos ao longo do tronco com as palmas das mãos voltadas para as coxas. A cabeça deverá ser posicionada em conformidade com o plano de Frankfurt. O sujeito deverá ainda manter os calcanhares unidos, tocando levemente a borda vertical do estadiômetro. O cursor do aparelho será colocado no ponto mais alto da cabeça, com o avaliado em apnéia inspiratória no momento da medida (GORDON, et al., 1988). Todas as medidas de EST serão realizadas por uma única avaliadora previamente treinada.

A massa corporal (MC, em kg.) será determinada através da utilização de balança digital (marca Toledo[®], modelo 2096, São Paulo, Brasil), com precisão de 0,1 kg. O sujeito avaliado deverá apresentar-se descalço e trajando somente roupas leves, permanecendo em pé sobre o centro da plataforma da balança e de costas para a escala, em posição anatômica, com a massa corporal distribuída igualmente em ambos os pés (GORDON, et al., 1988). Todas as medidas de MC serão realizadas por uma única avaliadora previamente treinada.

O índice de massa corporal (IMC, em kg.m^{-2}), originalmente denominado índice de Quetelet (QUETELET, 1835) e expresso como a relação entre MC (em kg) e EST (em m^2), será determinado em todos os sujeitos avaliados como

um indicador do estado nutricional (GORDON, et al., 1988). A classificação do estado nutricional será a seguinte: abaixo da normalidade ($IMC < 18,5 \text{ kg.m}^{-2}$), normalidade ($18,5 \text{ kg.m}^{-2} \leq IMC < 25,0 \text{ kg.m}^{-2}$), sobrepeso ($25,0 \text{ kg.m}^{-2} \leq IMC < 30,0 \text{ kg.m}^{-2}$) e obesidade ($IMC \geq 30,0 \text{ kg.m}^{-2}$) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000).

A densidade corporal (em g.ml^{-1}) será determinada através da utilização do método de espessura de dobras cutâneas, de acordo com a equação proposta por Guedes (1985), específica para mulheres brasileiras adultas, a qual é expressa por:

$$\text{Densidade corporal} = 1,1665 - 0,0706 \times \log_{10} (\sum \text{dobras cutâneas CX+SI+SB})$$

CX = coxa, SI = supra-iliaca, e SB = subescapular

A mensuração da espessura das dobras cutâneas (em mm.) será realizada em três locais corporais (coxa, supra-iliaca e subescapular), conforme os procedimentos propostos por Guedes e Guedes (2006), mediante a utilização de compasso da marca Lange® (pressão constante de 10 g.mm^2). O sujeito avaliado deverá apresentar-se trajando roupas leves, e deverá permanecer em pé e com a massa corporal distribuída igualmente para ambos os pés. A espessura da dobra cutânea subescapular será mensurada logo abaixo da extremidade inferior da escápula em uma linha ligeiramente oblíqua (aproximadamente 45°), segundo a linha de clivagem natural da pele. Por sua vez, a espessura da dobra cutânea supra-iliaca será mensurada verticalmente logo acima da extremidade superior da crista ilíaca, segundo a linha média axilar. Finalmente, a espessura de dobra cutânea da coxa será mensurada

verticalmente sobre o músculo reto femoral a aproximadamente um terço da distância do ligamento inguinal e a extremidade superior da patela. Em cada local corporal de mensuração das dobras cutâneas, três medidas serão realizadas de modo não-sequencial (ou seja, subescapular, supra-iliaca e coxa), sendo os valores médios de cada um desses locais calculados e empregados na determinação da densidade corporal. Todas as mensurações serão realizadas no hemicorpo direito do sujeito avaliado, com o compasso posicionado a aproximadamente 1 cm. abaixo dos dedos que pinçam a dobra cutânea, e serão conduzidas por uma única avaliadora previamente treinada.

O percentual de gordura corporal (%GORD, em %) será determinado através da utilização da equação de Siri (1961), a qual é expressa por:

$$\text{Percentual de gordura corporal} = [(4,95 / \text{Densidade corporal}) - 4,5] \times 100$$

3.3.2 Teste Incremental Máximo em Esteira

Na seqüência dos procedimentos experimentais, uma fita elástica com eletrodos foi ajustada ao tórax e um relógio receptor fixado ao punho do participante, para a mensuração da FC. Além disso, um prendedor nasal e uma máscara com bucal respiratório bidirecional com formato em T (marca Hans Rudolph®, modelo 2726, Kansas City, Estados Unidos), conectada via tubo plástico ao sistema de espirometria computadorizado, foram corretamente posicionados no sujeito. Posteriormente, um aquecimento padronizado (LIND, et al., 2005), incluindo cinco minutos de caminhada em uma velocidade de 4,0 km.h⁻¹ e 0% de inclinação, foi realizado em esteira ergométrica com proteção lateral (marca Reebok Fitness®, modelo X-Fit 7, Londres, Reino Unido), com o

intuito secundário de familiarização com os equipamentos utilizados e verificação do correto funcionamento dos componentes do sistema de espirometria computadorizado. Finalmente, após dois minutos de repouso em posição ereta, o teste incremental máximo será iniciado, sendo conduzido em conformidade com o protocolo proposto por Lind e colaboradores (2005). De modo resumido, o teste inicia-se em uma velocidade de $4,0 \text{ km.h}^{-1}$ e 0% de inclinação, mantendo-se por dois minutos. Após isso, a velocidade será aumentada em $0,6 \text{ km.h}^{-1}$ (0% de inclinação) a cada dois minutos até a exaustão volitiva, desistência, ou interrupção do teste pelo avaliador responsável devido à presença de distúrbios orgânicos. Durante toda a realização do teste os parâmetros fisiológicos foram obtidos. Após o término do teste incremental máximo, um procedimento de volta à calma foi conduzido, através de caminhada em velocidade de $4,0 \text{ km.h}^{-1}$ e 0% de inclinação durante cinco minutos (LIND, et al., 2005; EKKEKAKIS; LIND, 2006). O sujeito participante foi então liberado após um período de 20 minutos de repouso (sentado) e observação pelo avaliador responsável.

3.3.3 Teste de 20 minutos de Caminhada em Esteira

Ao início da segunda sessão experimental, uma série de informações referentes à auto-seleção do ritmo de caminhada foram repassadas individualmente aos participantes pelo responsável do estudo. Resumidamente, as seguintes informações foram repassadas: “Ritmo auto-selecionado é caracterizado como a velocidade que você julga confortável para uma duração estipulada de atividade, no caso do presente estudo, 20 minutos de caminhada. Por favor, nós desejaríamos que você selecionasse uma velocidade de

caminhada que julgue preferida. Essa velocidade preferida deveria ser aquela que você escolheria para uma caminhada de 20 minutos onde você estaria tentando ter uma “boa caminhada”. Entretanto, essa velocidade preferida deveria ser elevada o bastante para que você tivesse uma “boa caminhada”, porém não tão elevada que você a realizando diariamente a consideraria detestável. Essa velocidade preferida deveria ser aquela que você sinta apropriada para você” (DISHMAN, et al., 1994; PINTAR, et al., 2006).

De modo similar a primeira sessão experimental, uma fita elástica com eletrodos foi ajustada ao tórax e um relógio receptor será fixado ao punho do participante, para a mensuração da FC. Ainda, um prendedor nasal e uma máscara com bucal respiratório bidirecional com formato em T foram corretamente posicionados no sujeito avaliado. Em seguida, um aquecimento padronizado (LIND, et al., 2005), incluindo cinco minutos de caminhada em uma velocidade de $4,0 \text{ km.h}^{-1}$ e 0% de inclinação, foi realizado em esteira ergométrica. Finalmente, após dois minutos de repouso em posição ereta, o teste de 20 minutos de caminhada em ritmo auto-selecionado será iniciado, em uma velocidade de $4,0 \text{ km.h}^{-1}$ e 0% de inclinação por dois minutos. Na seqüência, os participantes poderiam modificar a velocidade *ad libitum* durante os três minutos subseqüentes do teste (minutos 00:03, 00:04 e 00:05), mediante a utilização de sensores acoplados a esteira, preconizando assim a auto-seleção do ritmo de caminhada preferido. Após isso, a velocidade somente será modificada nos minutos 00:10 e 00:15 (LIND, et al., 2005). Além disso, o marcador de velocidade da esteira foi ocultado para o sujeito avaliado, através da colocação de um objeto a sua frente (PINTAR, et al., 2006). Durante toda a realização do teste os parâmetros fisiológicos foram obtidos. Após o

término dos 20 minutos do teste de caminhada em ritmo auto-selecionado, um procedimento de volta à calma foi conduzido, mediante a realização de caminhada em velocidade de $4,0 \text{ km.h}^{-1}$ e 0% de inclinação durante cinco minutos (LIND, et al., 2005; EKKEKAKIS; LIND, 2006). O participante será então liberado após um período de 20 minutos de repouso (sentado) e observação pelo avaliador responsável.

3.3.4 Parâmetros Fisiológicos

A FC (em bp.min^{-1}) será mensurada continuamente durante a realização de ambos os testes de esteira ergométrica, através da utilização de cardiofrequencímetro (marca Polar[®], modelo S625X, Kempele, Finlândia). Esse equipamento de mensuração da FC, recomendado freqüentemente para o monitoramento da intensidade do exercício físico (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003), é constituído basicamente por um sistema portátil de recepção-transmissão wireless, onde o transmissor constitui-se de uma fita elástica com eletrodos ajustada ao tórax e o receptor de uma unidade de relógio de pulso. De acordo com prévias investigações (LEGER; THIVIERGE, 1988; SEAWARD, et al., 1990), elevados coeficientes de correlação entre a FC mensurada eletrocardiograficamente e aquela obtida mediante cardiofrequencímetro tem sido verificada ($r = 0,94 - 0,99$). No presente estudo, a $FC_{Máx}$ será operacionalmente definida como o mais alto valor de FC no último estágio completo do teste incremental máximo em esteira.

O $\dot{V}O_2$ (em $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) será mensurado continuamente durante a realização de ambos os testes de esteira, através da utilização de um sistema de espirometria computadorizado de circuito aberto (marca Parvomedics[®],

modelo TrueMax 2400, Salt Lake City, Estados Unidos). Esse sistema consiste basicamente de um analisador paramagnético de oxigênio (O_2), um analisador infravermelho de dióxido de carbono (CO_2) e um pneumotacômetro (marca Hans Rudolph®, modelo 3813, Kansas City, Estados Unidos) para a mensuração da ventilação (VE). Anteriormente a realização de cada avaliação, o sistema será calibrado tanto para O_2 e CO_2 , através da utilização de uma concentração gasosa padronizada de O_2 e CO_2 , como também para a ventilação, mediante o uso de uma seringa de 3 litros (marca Hans Rudolph®, modelo 5530, Kansas City, Estados Unidos). De acordo com Bassett Junior e colaboradores (2001), nenhuma diferença significativa foi verificada em relação às mensurações metabólicas realizadas pelo sistema Parvomedics TrueMax 2004 e àquelas obtidas mediante Bolsa de Douglas (medida critério), comprovando assim a sua validade. No presente estudo, o $\dot{V}O_{2Máx}$ será operacionalmente definido como o valor médio do $\dot{V}O_2$ no último estágio completo do teste incremental máximo em esteira. Contudo, para a determinação final do $\dot{V}O_{2Máx}$, um entre os seguintes critérios deverá ser satisfatoriamente obedecido pelos sujeitos avaliados: (a) estabilidade no $\dot{V}O_2$, indicado por uma diferença inferior a $2,1 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ entre os valores de $\dot{V}O_2$ obtidos nos dois últimos estágios completos do teste supracitado; (b) razão de troca respiratória (RTR) inferior a 1,10; e (c) FC dentro de uma variação superior/inferior de 10 bp.min^{-1} da FC predita pela idade ($FC = 207 - 0,7 \times \text{idade}$) (DUNCAN, *et al.*, 1997; DAY, *et al.*, 2003; GELLISH, *et al.*, 2007).

O limiar ventilatório (LV) será determinado *a posteriori* através da combinação de três distintos métodos de detecção: (a) método do equivalente ventilatório: intensidade de exercício físico na qual verifica-se a ocorrência do

primeiro aumento no equivalente ventilatório do oxigênio (VE/O_2) sem um concomitante aumento no equivalente ventilatório do dióxido de carbono (VE/VCO_2) (DAVIS, et al., 1980; CAIOZZO, et al., 1982; POWERS, et al., 1984); (b) método do excesso de dióxido de carbono ($ExCO_2$): intensidade de exercício físico na qual verifica-se uma transição do estado estável de dióxido de carbono rumo a uma produção excessiva, calculado através da equação $ExCO_2 = (VCO_2 / VO_2) - VCO_2$ (VOLKOV, et al., 1975); e (c) método da inclinação em V (do inglês *V-Slope*): intensidade de exercício físico na qual verifica-se, em uma plotagem VCO_2/VO_2 , um aumento na inclinação de um valor inferior a 1 para um valor superior a 1 (DAVIS, 1985). A utilização combinada dos três métodos de detecção do LV justifica-se prioritariamente pelo decréscimo substancial no número de testes indeterminados e pela redução na taxa de erro de detecção (WASSERMAN, et al., 1987). O processo de identificação do LV será conduzido por dois avaliadores previamente treinados, de modo independente e aleatório. Na presença de diferenças superiores a 3% (em $mL \cdot min^{-1}$) entre os valores detectados pelos dois avaliadores, um terceiro avaliador será responsável pela identificação final do LV (GASKILL, et al., 2001). No presente estudo, os valores de $\dot{V}O_2$ e FC mensurados no LV serão operacionalmente definidos como $\dot{V}O_{2LV}$ e FC_{LV} , respectivamente.

A taxa metabólica (em $W \cdot kg^{-1}$) será determinada através da utilização da equação de Brockway (1987), a qual é expressa por:

$$\text{Taxa metabólica} = 16,58 \times \dot{V}O_2 \text{ (mLO}_2\text{.seg}^{-1}\text{)} + 4,51 \times VCO_2 \text{ (mLCO}_2\text{.seg}^{-1}\text{)}$$

Posteriormente, essa taxa metabólica será dividida pela velocidade de caminhada (em $\text{m}\cdot\text{seg}^{-1}$) para a obtenção final do CEn (em $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$) (ROSE; GAMBLE, 2006).

3.3.5 Procedimentos Estatísticos

Para o tratamento inicial dos dados foi empregada uma estatística descritiva, com medidas de tendência central e variabilidade (média e desvio padrão), para a caracterização dos participantes do estudo.

Em seguida, foi empregado um teste t para amostras independentes para comparação das variáveis dependentes obtidas durante o teste de 20 minutos de caminhada em ritmo auto-selecionado em esteira entre os diferentes grupos experimentais (peso normal x sobrepeso x obesos). A ANOVA one-way (IMC) foi utilizada para comparar as variáveis antropométricas e as respostas fisiológicas dos grupos experimentais (PN, SP, OB) obtidas no teste incremental máximo e teste de caminhada de 20 minutos. O teste post hoc de Tukey foi empregado para localizar as diferenças entre os grupos

Os procedimentos estatísticos foram realizados mediante a utilização do Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, versão 13.0) for Windows, adotando um nível de significância estipulado em $p < 0,05$ para todas as análises.

4.0 RESULTADOS

As características dos participantes estão descritas na Tabela 1. Foram verificadas diferenças significantes entre os grupos para massa corporal ($F_{2,63} = 79,835$, $p < 0,001$), IMC ($F_{2,63} = 129,156$, $p < 0,001$), massa livre de gordura ($F_{2,63} = 53,044$, $p < 0,001$), % gordura ($F_{2,63} = 20,897$, $p < 0,001$) e $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ ($F_{2,63} = 499,021$, $p = 0,001$), sendo que o grupo com obesidade apresentou maiores valores, com exceção do que $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ foi maior no grupo com peso normal comparado com os outros grupos. Contudo, não foram verificadas diferenças significantes para a idade e estatura ($p > 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Características descritiva dos participantes.

	Peso normal	Sobrepeso	Obesas	Geral
Idade (anos)	30,8 (9,3)	34,8 (8,6)	33,5 (8,5)	33,0 (8,8)
Massa corporal (kg)	58,5 (6,8)	68,3 (8,8)*	89,3 (8,9) ^{#†}	72,0 (15,2)
Estatura (cm)	162,6 (7,0)	160,2 (7,4)	160,1 (5,6)	161,0 (0,1)
IMC (kg.m ⁻²)	22,0 (1,6)	26,4 (1,3)*	34,9 (4,1) ^{#†}	27,8 (5,9)
MLG (kg)	43,2 (4,1)	47,5 (5,3)*	58,1 (5,2) ^{#†}	49,6 (7,9)
% gordura	26,7 (4,8)	30,7 (2,6)*	34,7 (3,2) ^{#†}	30,7 (4,9)
RER	1,16 (0,06)	1,13 (0,07)	1,17 (0,06)	1,15 (0,07)
$\dot{V}O_{2\text{Máx}}$ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	34,8 (7,5)	31,7 (5,1)	25,5 (4,1) ^{#†}	30,4 (7,1)
$\dot{V}O_{2\text{Máx}}$ (mL·kg FFM ⁻¹ ·min ⁻¹)				

Dados apresentados em média e desvio padrão (em parênteses). IMC: índice de massa corporal; MLG: Massa livre de gordura; $\dot{V}O_{2\text{máx}}$: consumo máximo de oxigênio; $FC_{\text{máx}}$: frequência cardíaca máxima; $\dot{V}E$: ventilação pulmonar; RER: coeficiente

respiratório. *Significativamente diferente do grupo com peso normal.

†Significativamente diferente do grupo com sobrepeso. # Significativamente diferente do grupo de obesas.

As respostas fisiológicas e o gasto energético do teste de 20 minutos de caminhada em ritmo auto-selecionado em esteira são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Respostas fisiológicas obtidas durante o teste de caminhada em esteira de 20 minutos em ritmo auto-selecionado.

	Peso normal	Sobrepeso	Obesas	Geral
$\dot{V}O_2$ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	20,0 (3,4)	20,31 (5,0)	16,55 (2,5) ^{*†}	18,97 (4,15)
% $\dot{V}O_{2Máx}$	58,7 (8,65)	64,5 (13,62)	64,8 (11,0)	62,6 (11,4)
Velocidade (m.seg ⁻¹)	1,70 (0,13)	1,60 (0,23)	1,31 (0,14) ^{*†}	1,54 (0,24)
GE (kcal)	107,5 (18,0) [†]	135,2 (33,8) [*]	157,6 (32,0) ^{*†}	133,4 (35,1)
GE (kcal.kg ⁻¹)	1,84 (0,30)	1,97 (0,40)	1,77 (0,38)	1,86 (0,37)
GE (kcal.MLG ⁻¹)	2,49 (0,40)	2,83 (0,57)	2,72 (0,56)	2,68 (0,53)
GE (kJ.min ⁻¹)	7,50 (1,25) [†]	9,44 (2,36) [*]	11,01 (2,23) ^{*†}	9,32 (2,45)
GE (kJ.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0,38 (0,06)	0,41 (0,08)	0,37 (0,08)	0,39 (0,07)
GE (kJ.MLG ⁻¹ .min ⁻¹)	0,52 (0,08)	0,59 (0,12)	0,57 (0,11)	0,56 (0,11)

Dados apresentados em média e desvio padrão (em parênteses). IMC: índice de massa corporal; MLG: Massa livre de gordura; $\dot{V}O_{2máx}$: consumo máximo de oxigênio; FC_{máx}: frequência cardíaca máxima; $\dot{V}E$: ventilação pulmonar; RER: coeficiente respiratório. * Significativamente diferente do grupo com peso normal. † Significativamente diferente do grupo com sobrepeso. # Significativamente diferente do grupo de obesas.

As respostas fisiológicas, gasto energético total e velocidade de caminhada do teste de 20 minutos em ritmo auto-selecionado estão apresentados na Tabela 2. A ANOVA one-way indicou que o VO_2 absoluto ($F_{2,63} = 5,921$; $p = 0,005$), velocidade de caminhada ($F_{2,63} = 25,977$; $p < 0,001$) foram significativamente menores para o grupo de mulheres com obesidade comparadas aos grupos com peso normal e sobrepeso. A ANOVA one-way demonstrou ainda que o gasto energético total expresso em Kcal ($F_{2,63} = 16,691$; $p < 0,001$) e em $\text{kJ}\cdot\text{min}^{-1}$ ($F_{2,63} = 16,691$; $p < 0,001$) foram significativamente maiores no grupo com obesidade comparada aos demais grupos ($p > 0,05$). Não foram verificadas diferenças no gasto energético total expresso nas demais unidades ($p > 0,05$).

5.0 Discussão

A caminhada é uma forma primária de atividade física recomendada para a população em geral. Recomenda-se que indivíduos pratiquem exercícios físicos ao menos 30 minutos diariamente em uma intensidade por volta de 3 a 6 METS para um gasto energético de aproximadamente 200 kcal independentemente de idade e gênero (HASKELL et al, 2007). Porém, existem poucos estudos que abordam sobre as diferenças entre o gasto energético obtido durante caminhada em ritmo auto-selecionado entre mulheres com peso normal, sobrepeso e obesas, e se esta intensidade escolhida pelos sujeitos apresenta-se como efetiva para um gasto energético dentro dos padrões estabelecidos para a manutenção ou redução do peso corporal.

No presente estudo, o grupo de mulheres obesas apresentou um GE (kcal) significativamente maior durante a caminhada em ritmo auto-selecionado comparado com o grupo sobrepeso e normal. Assim como o grupo de mulheres com sobrepeso foi significativamente maior durante caminhada em ritmo auto-selecionado quando comparado com mulheres com peso normal. Esses resultados são corroborados pelo estudo BROWNING & KRAM (2005), onde foram comparados 10 mulheres obesas ($IMC = 34,1 \pm 3,2 \text{ kg/m}^2$) e 10 mulheres normais ($IMC = 20,4 \pm 2,1 \text{ kg/m}^2$) durante caminhada em ritmo auto-selecionado sendo que os sujeitos obesos apresentaram um GE 11% maior. Esses achados reforçam prévios estudos sugerindo que indivíduos com uma maior adiposidade corporal demonstram um aumentado custo energético de caminhada (ou seja, o gasto energético por unidade de distância) quando comparado à indivíduos com uma menor adiposidade (MATTSSON et al., 1997; BROWNING et al., 2006). Visto que a massa corporal é um importante fator

ligado ao custo energético do exercício, principalmente em atividades que envolvem a sustentação do peso corporal como a caminhada (McArdle et al. 2006), as diferenças na massa corporal verificadas na amostra ($58,5 \pm 6,8$ kg para normal; $68,3 \pm 8,8$ kg para sobrepeso e $89,3 \pm 8,9$) poderiam ser um dos fatores que influenciaram as diferenças encontradas

Entretanto, no estudo de BROWNING & KRAM (2005), ambos os grupos preferiram caminhar em velocidades similares ($1,40$ vs. $1,47$ m.seg⁻¹, $p=0,07$), o que não ocorreu no presente estudo, onde o grupo de mulheres obesas apresentaram valores significativamente menores ($1,31 \pm 0,14$ m.seg⁻¹) comparados a sobrepeso ($1,60 \pm 0,23$ m.seg⁻¹) e peso normal ($1,70 \pm 0,13$ m.seg⁻¹). Em uma amostra de 9 mulheres não-obesas ($21,6 \pm 2,7\%$ gordura corporal) e 16 obesas ($30,6 \pm 4,1\%$ gordura corporal), Ekkekakis and Lind (2006) verificaram que àquelas com uma maior adiposidade corporal auto-selecionaram uma similar velocidade de caminhada ($1,53 \pm 0,31$ m.seg⁻¹) comparadas às mulheres com uma menor adiposidade corporal ($1,81 \pm 0,55$ m.seg⁻¹). Em outro estudo, Hills et al (2006) verificaram que mulheres obesas ($40,2 \pm 7,6\%$ gordura corporal) preferiram uma velocidade de caminhada mais lenta comparadas às mulheres não-obesas ($21,7 \pm 6,5\%$ gordura corporal) ($\sim 1,50$ m.seg⁻¹ vs $\sim 1,60$ m.seg⁻¹, respectivamente).

Na presente pesquisa os sujeitos do grupo obeso apresentaram um GE geral durante a caminhada em ritmo auto-selecionado de $133,4 \pm 35,1$ kcal, sendo este dispêndio de $157,6 \pm 32,0$ kcal para o grupo obeso, $135,2 \pm 33,8$ kcal para o grupo sobrepeso e $107,5 \pm 18,0$ kcal para o grupo com peso normal (TABELA 2). Segundo o Colégio Americano de Medicina do Esporte, uma variação alvo de 150 a 400 kcal por sessão é recomendada para programas de

exercício físico com o intuito de redução ou manutenção do peso corporal estando ainda associado a uma redução significativa de 20% a 30% no risco de mortalidade por doenças crônicas não-transmissíveis.

Com relação à variação mínima de dispêndio energético através de exercício físico recomendada (ACSM) verifica-se neste estudo que apenas o grupo obeso obteve, com a caminhada de 20 minutos em ritmo auto-selecionado, um gasto energético de acordo com o recomendado. Esses resultados são similares ao estudo de MATTSSON et al. (1997), o qual demonstrou que somente sujeitos com uma maior adiposidade corporal auto-selecionam um ritmo de caminhada que elicitava uma intensidade capaz de produzir benefícios à saúde ($56\% \dot{V}O_{2max}$) em comparação à sujeitos com uma menor adiposidade corporal ($36\% \dot{V}O_{2max}$). Porém estão em contraste àqueles prévios estudos (EKKEKAKIS & LIND, 2006; HILLS et al., 2006) onde mulheres auto-selecionaram um ritmo de caminhada capaz de produzir uma intensidade de exercício físico de acordo com as recomendações do ACSM (2000), indiferente da adiposidade corporal. Em estudo conduzido por Pintar et al. (2006) e Browning et al. (2006), foi encontrado em seus resultados um dispêndio inferior ao recomendado (ACSM, 2006). No estudo de Pintar et al. (2006), 60 mulheres, divididas em quatro grupos (peso normal e alta aptidão cardiorrespiratória (ACR); Sobrepeso e alta ACR; Peso normal e baixa ACR; e Sobrepeso e baixa ACR) caminharam durante 15 minutos em intensidade preferida, os resultados foram 76,73; 79,47; 85,33 e 74,08 kcal para cada grupo respectivamente.

Apesar de nem todos os grupos do estudo terem alcançado as recomendações do ACSM (2006) quanto ao GE por sessão, é possível que

esses indivíduos pudessem atingir a variação recomendada com um tempo maior de caminhada em ritmo auto-selecionado, já que o Colégio Americano de Medicina de Esporte recomenda um mínimo de 30 minutos de exercício físico moderado por sessão de treinamento.

Uma limitação que deve ser citada é que o % gordura corporal foi meramente estimada pelo método de dobras cutâneas. Embora esse método tenha sido empregado por muitos anos (WANG et al., 2000), isso poderia ser não tão acurado como métodos mais recentes (e.g., absorção de raio-X de dupla energia, diluição de isótopos, entre outros) para a mensuração da gordura corporal (WILLIAMS et al., 1995). Apesar disso, a precisão do método de dobras cutâneas para a estimativa do % gordura corporal é reportado ser aceitável (ou seja, $\pm 3.5\%$ gordura corporal) (LOHMAN, 1981), e presumivelmente não influenciou a distribuição dos sujeitos para dentro dos três grupos experimentais.

6.0 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicam que a caminhada em ritmo auto-selecionado durante 20 minutos demanda maior custo energético para mulheres obesas e com sobrepeso comparadas com mulheres que apresentam peso normal. Pois mulheres do grupo obesas apresentaram maior GE (kcal) comparados com grupo sobrepeso e peso normal. O fato de que mulheres obesas apresentam maior massa corporal pode ser uma explicação para esses resultados, pois é um importante fator ligado ao dispêndio energético do exercício, principalmente em atividades que envolvem a sustentação do peso corporal no exercício físico.

Os resultados apresentados nesse estudo sugerem que a caminhada em ritmo auto-selecionado pode ser uma recomendação de exercício apropriado para a prescrição da manutenção ou perda do peso em mulheres adultas obesas visto que este grupo auto-selecionou uma intensidade de exercício condizente com a indicada para a promoção de modificações orgânicas significativas e benéficas a saúde (ACSM, 2006). Esses achados ainda apresentam significantes implicações de saúde pública uma vez que poderia facilitar prescrições de exercício físico baseadas em grupos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE: **Guidelines for exercise testing and prescription**. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE: **Guidelines for exercise testing and prescription**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

BARROS, M.V.G.; NAHAS, M.V. Reprodutividade (testeretestes) do questionário internacional da atividade física (QIAF-Versão 6): um estudo piloto em adultos no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. (8) 1: 23- 26, 2000.

BROWNING, R.C.; KRAM, R. Energetic cost and preferred speed of walking in obese vs. normal weight women. **Obese Research**. 13: 891–899, 2005.

BROCKWAY, J. M. Derivation of formulae used to calculate energy expenditure in man. **Human Nutrition and Clinical Nutrition**. 41: 463-471, 1987.

BROWNING, R. C.; BAKER, E. A.; HERRON, J. A.; KRAM, R. Effects of obesity and sex on the energetic cost and preferred speed of walking. **Journal of Applied Physiology**. 100: 390-398, 2006.

CAIOZZO, V. J.; DAVIS, J. A.; ELLIS, J. F.; AZUS, J. L.; VANDAGRIFF, R.; PRIETTO, C. A. A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. **Journal of Applied Physiology**. 53: 1184-1189, 1982.

CALLARD, D.; DAVENNE, D.; GAUTHIER, A.; LAGARDE, D.; VAN HOECKE, J. Circadian rhythms in human muscular efficiency: continuous physical exercise versus continuous rest. A cross-over study. **Chronobiology International**. 17: 693-704, 2000.

CANADIAN SOCIETY FOR EXERCISE PHYSIOLOGY. **PAR-Q and you**. Ontario: Gloucester, 1994.

CHISHOLM, D. M.; COLLIS, M. L.; KULAK, L. L.; DAVENPORT, W.; GRUBER, N. Physical activity readiness. **British Columbia Medical Journal**. 17: 375-278, 1975.

COX, K. L. et al. Controlled comparison of retention and adherence in home- vs center-initiated exercise interventions in women ages 40-65 years: The S.W.E.A.T. Study. **Preventive Medicine**. 36: 17-29, 2003.

DAVIS, J. A.; WHIPP, B. J.; WASSERMAN, K. The relation of ventilation to metabolic rate during moderate exercise in man. **European Journal of Applied Physiology**. 44: 97-108, 1980.

DISHMAN, R. K.; FARQUHAR, R. P.; CURETON, K. J. Responses to preferred intensities of exertion in men differing in activity levels. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 26: 783-790, 1994.

EKKEKAKIS, P.; LIND, E. Exercise does not feel the same when you are overweight: the impact of self-selected and imposed intensity on affect and exertion. **International Journal of Obesity**. 30: 652-660, 2006.

EMMONS, R. A.; DIENER, E. A goal-effect analysis of everyday situational choices. **Journal of Research in Personality**. 20: 309-326, 1986.

FREYSCHUSS, U.; MELCHER A. Exercise energy expenditure in extreme obesity: influence of ergometry type and weight loss. **Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation**. 38: 753–759, 1978.

GASKILL, S. E.; RUBY, B. C.; WALKER, A. J.; SANCHEZ, O. A.; SERFASS, R. C.; LEON, A. S. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 33: 1841-1848, 2001.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F., MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics Books, 1988.

GUEDES, D. P. Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e de espessura de dobras cutâneas em universitários. **Kinesis**. 2: 183-212, 1985.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. P. R. **Manual prático para a avaliação em educação física**. São Paulo: Manole, 2006.

HASKELL, W.L.; LEE, I.M.; PATE, R.R.; POWELL, K.E.; BLAIR, S.N.; FRANKLIN, B.A.; MACERA, C.A.; HEATH, G.W.; THOMPSON, P.D; BAUMAN, A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 39: 1423–1434, 2007.

HILLS, A. P.; BYRNE, N. M.; WEARING, S.; ARMSTRONG, T. Validation of the intensity of walking for pleasure in obese adults. **Preventive Medicine**. 42: 47-50, 2006.

HOOTMAN JM, MACERA CA, AINSWORTH BE, MARTIN M, ADDY CL, BLAIR SN: Predictors of lower extremity injury among recreationally active adults. **Clinical Journal of Sports Medicine**. 12: 99-106, 2002.

JAKICIC, J.M.; WINTERS, C.; LANG, W.; WING, R.R. Effects of intermittent exercise and use of home exercise equipment on adherence, weight loss, and fitness in overweight women. **The Journal Of the American Medical Association**. 282: 1554-60, 1999.

KING, C. N.; SENN, M. D. Exercise testing and prescription: practical recommendations for the sedentary. **Sports Medicine**. 21: 326-336, 1996.

LEGER, L.; THIVIERGE, M. Heart rate monitors: validity, stability, and functionality. **Physician and Sports medicine**. 16: 143-151, 1988.

LIND, E. et al. What intensity of physical activity do previously sedentary middle-aged women select? Evidence of a coherent pattern from physiological, perceptual and affective markers. **Preventive Medicine**. 40: 407-419, 2005.

LOHMAN, T. G. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: A review. **Human Biology**. 53: 181-225, 1981.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance**. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2006.

MALATESTA, D.; SIMAR, D.; DAUVILLIERS, Y.; CANDAU, R.; BORRANI, F.; PRÉFAUT, C., et al. Energy cost of walking and gait instability in healthy 65-80-yr-olds. **Journal of Applied Physiology**. 95: 2248-2256, 2003.

MALATESTA, D.; SIMAR, D.; DAUVILLIERS, Y.; CANDAU, R.; SAAD, H. E.; PRÉFAUT, C., et al. Aerobic determinants of the decline in preferred walking speed in healthy, active 65- and 80-years-old. **European Journal of Physiology**. 447: 915-921, 2004.

MATSSON, E.; EVERS LARSSON, U.; ROSSNER, S. Is walking for exercise too exhausting for obese women? **International Journal of Obesity**. 21, 380-386, 1997.

Melanson, E.L.; Bell, M.L.; Knoll, J.R.; Coelho, L.B.; Donahoo, W.T.; Peters, J.C.; Hill, J.O.; Body mass index and sex influence the energy cost of walking at self-selected speeds (Abstract). **Med Sci Sports Exerc** 35: S183, 2003.

MURTAGH, E. M.; BOREHAM, C. A. G.; MURPHY, M. H. Speed and exercise intensity of recreational walkers. **Preventive Medicine**. 35: 397-400, 2002.

PARFITT, G.; ROSE, E. A.; BURGESS, W. M. The psychological and physiological responses of sedentary individuals to prescribed and preferred intensity exercise. **British Journal of Health Psychology**. 11: 39-53, 2006.

PINTAR, J. A.; ROBERTSON, R. J.; KRISKA, A. M.; NAGLE, E.; GOSS, F. L. The influence of fitness and body weight on preferred exercise intensity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 38: 981-988, 2006.

PINA, I. L.; BALADY, G. J.; HANSON, P. LABOVITZ, A. J.; MADONNA, D. W.; MYERS, J., et al. Guidelines for clinical exercise testing laboratories: a statement for healthcare professionals from the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation: **American Heart Association**. **Circulation** 91: 912-921, 1995.

PORCARI, J. P.; WARD, A.; MORGAN, W. P.; EBBELING, C.; O'HANLY, S.; RIPPE, J. M. Exercise intensity at a self-selected or preferred walking pace. **Journal of Cardiac Rehabilitation**. 8: 398, 1988.

POTTEIGER, J. A.; WEBER, S. F. Rating of perceived exertion and heart rate as indicators of exercise intensity in different environmental temperatures. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 26: 791-796, 1994.

POWERS, S. K.; DODD, S.; GERNER, R. Precision of ventilatory and gas exchange alterations as a predictor of the anaerobic threshold. **European Journal of Applied Physiology**. 52: 173-177, 1984.

QUETELET, L. A. J. **Sur l'homme et le développement de ses facultés, ou essai de physique sociale**. Paris: Bachelier, 1835.

RALSTON HJ (1958) Energy-speed relation and optimal speed during level walking. *Int Z Angew Physiol* 17:277-283

ROSE, J.; GAMBLE, J. C. **Human walking**. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, ed. 3, 2006.

SEAWARD, B. L.; SLEAMAKER, R. H.; McAULIFFE, T.; CLAPP III, J. F. The precision and accuracy of a portable heart rate monitor. **Biomedical Instrumentation and Technology**. 24: 37-41, 1990.

SIRI, W. E. Body composition from fluid space and density. In: BROZEK, J. HANSCHHEL, A. **Techniques for measuring body composition**. Washington: National Academy of Science, 1961.

SPELMAN, C. C.; PATE, R. R.; MACERA, C. A.; WARD, D. S. Self-selected exercise intensity of habitual walkers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 25: 1174-1179, 1993.

TULLY, M. A., M. E. CUPPLES, et al. Brisk walking, fitness, and cardiovascular risk: a randomized controlled trial in primary care. **Preventive medicine**. 41: 622-8, 2005.

WANG, J.; THOMPSON, J. C.; KOLESNIK, S.; & PIERSON JR, R. N. Anthropometry and body composition: an overview. **Annals of the New York Academy of Science**, 904, 317-326, 2000.

WASSERMAN, K.; HANSEN, J. E.; SUE, D. Y.; WHIPP, B. J. **Principles of exercise testing and interpretation**. Philadelphia: Lea and Febiger, 1987.

WATERS, R. L.; LUNSFORD, B. R.; PERRY, J.; BYRD, R. Energy-speed relationship of walking: standard tables. **Journal of Orthopaedic Research**. 6: 251-222, 1988.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. Geneva; 2000. (WHO - Technical Report Series, 894).

WILLIAMS, D. P.; GOING, S. B.; MILLIKEN, L. A.; HALL, M. C.; & LOHMAN, T. G. (1995) Practical techniques for assessing body composition in middle-aged and older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 27, 776-783.