

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**IMPACTO DA OBESIDADE SOBRE O SISTEMA NERVOSO AUTONÔMICO  
CARDÍACO E A CAPACIDADE FUNCIONAL EM MULHERES**

**Estudo I:** Impacto da obesidade no sistema nervoso autonômico cardíaco em resposta às mudanças posturais ativas e ao teste de caminhada de seis minutos na esteira

**Estudo II:** Análise comparativa dos parâmetros clínicos, ventilatórios e metabólicos entre o teste de caminhada de seis minutos e o teste de exercício máximo em mulheres obesas

**Aluna: Luciana Di Thommazo**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Audrey Borghi e Silva**

**São Carlos – SP**

**2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**IMPACTO DA OBESIDADE SOBRE O SISTEMA NERVOSO AUTONÔMICO**  
**CARDÍACO E A CAPACIDADE FUNCIONAL EM MULHERES**

**Luciana Di Thommazo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Fisioterapia, área de concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Audrey Borghi e Silva

**São Carlos – SP**

**2011**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

D536io

Di Thommazo, Luciana.

Impacto da obesidade sobre o sistema nervoso  
autônomo cardíaco e a capacidade funcional em mulheres  
/ Luciana Di Thommazo. -- São Carlos : UFSCar, 2011.  
80 f.

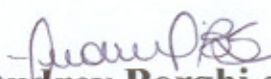
Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São  
Carlos, 2011.

1. Fisioterapia. 2. Obesidade. 3. Variabilidade da  
frequência cardíaca. 4. Exercício físico. 5. Capacidade  
funcional. I. Título.

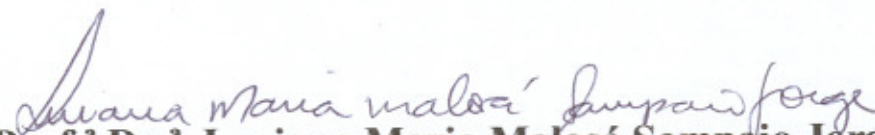
CDD: 615.82 (20ª)

Membros da banca examinadora para defesa de dissertação de mestrado de  
Luciana Di Thommazo, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, em 24 de fevereiro de  
2011

Banca Examinadora:

  
**Prof.ª Dr.ª Audrey Borghi e Silva**  
(UFSCar)

  
**Prof. Dr. Luís Vicente Franco de Oliveira**  
(UNINOVE)

  
**Prof.ª Dr.ª Luciana Maria Malosá Sampaio Jorge**  
(UNINOVE)

## Dedicatórias

---

*Dedico este trabalho a Deus, princípio e fim de todas as coisas.*

*A todos que recorrerão aos frutos deste trabalho como fonte para a pesquisa. Espero que esses resultados contribuam para enriquecer seus conhecimentos e estimular a curiosidade científica.*

## Agradecimentos

---

*Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e da fé. Agradeço por me sustentar nos momentos mais difíceis e por presentear-me com a calma depois das tempestades em minha vida. Agradeço, de modo particular, porque me abriu tantas portas, iluminou meus passos para que eu pudesse trilhar essa jornada... Agradeço pelos anjos em forma de pessoas – família, amigos, parceiros de trabalho – que colocou em meu caminho.*

*A minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Audrey Borghi e Silva, pela confiança e orientação, além da paciência e dedicação. Agradeço os momentos de discussão sobre o trabalho e as sugestões oferecidas. Aprendo constantemente com sua “ousadia” científica... Agradeço a oportunidade que me abriu quando o interesse pela pesquisa era ainda uma semente dentro de mim. Os dois anos anteriores ao mestrado foram essenciais para meu crescimento científico, profissional e pessoal. Agradeço o carinho e a compreensão dispensados quando me ausentei por motivos familiares.*

*À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Aparecida Maria Catai, pela colaboração com o trabalho desenvolvido. Agradeço as sugestões e discussões, além da disponibilização de alguns equipamentos. Agradeço o carinho para comigo, mesmo sendo uma “filha postiça”, como ela mesma diria.*

*Em especial, agradeço a minha família que amo tanto. Aos meus pais, Lena e Zezo, jóias preciosas da minha vida que sempre me apoiaram e incentivaram nessa jornada. Pelo amor, carinho e paciência dedicados a mim e a nossa família. Aos meus irmãos Renato e André e minhas cunhadas Aline e Aisla pelo amor e incentivo constantes. A mais nova integrante da família, minha sobrinha Letícia, agradeço porque sua chegada trouxe-nos muita alegria e esperança...*

*Ao meu noivo Rafael, que faz parte da família e com quem, daqui a pouco tempo, formarei outra família. Agradeço o amor, a paciência, o incentivo e a ajuda efetiva neste trabalho. Obrigada pela compreensão nos inúmeros momentos de ausência. Reconheço que seu apoio incondicional me encorajou tantas vezes a permanecer firme no meu ideal. Caminhar ao*

*seu lado torna meus passos mais confiantes. Agradeço porque quando meus pés já estavam fatigados, no seu colo, pude continuar a jornada. Agradeço também a sua família que sempre me apoiou e incentivou em cada etapa desse trabalho: D. Sandra, Patrícia, Renato, Daniel, Livia, e nossos sobrinhos, Pedro, Luísa e Laura.*

*A toda a equipe dos Laboratórios de Fisioterapia Cardiopulmonar e de Fisioterapia Cardiovascular/ Núcleo de Pesquisa em Exercício Físico, em especial aos que me ajudaram mais de perto em cada uma das etapas que compôs este trabalho: Soraia P. Jürsengen, Viviane Castello, Camila N. Dias, Camila B.F. Pantoni, Marlus Karsten, Michel S. Reis. Sem vocês, seria impossível realizar este trabalho. Além desses, agradeço ainda os outros colegas que colaboraram com meu crescimento profissional e pessoal e permitiram-me agradáveis momentos de convívio: Renata G. Mendes, Rodrigo P. Simões, Renata Trimer, Vivian Arakelian, Heloísa G. Machado, Flávia C.R. Caruso, Fernanda S. Santos, Thomas Beltrame, Aniele C. Takahashi, Victor R. Neves, Natália Persequini, Laura M.T. Neves, Sílvia C.G. Moura, Juliana Milan, Isabela G. Pissinato, Vinícius Minatel, Patrícia R. Santos, Marcelle S.S. Buto, Bruno Archiza, Milena Sperling, Renata P. Basso, Cristina O. Francisco.*

*Agradeço aos médicos que me auxiliaram nesta pesquisa, disponibilizando horas de trabalho inclusive nos finais de semana: Rafael L. Luporini, José C. Bonjorno Júnior, Cláudio R. Oliveira. Agradeço o apoio técnico e, sem dúvida, os momentos de discussão acerca desse trabalho.*

*Agradeço ao Profº Drº Vilmar Baldissera e ao José Carlos Lopes (Cacau) do Laboratório de Fisiologia do Exercício/ Departamento de Ciências Fisiológicas da UFSCar pela disponibilização do analisador da composição corporal e pelo auxílio técnico. Agradeço ao Profº Drº Francisco Albuquerque Sendin (Paco) pelo auxílio na fase de construção do projeto e também nas orientações em relação à análise estatística.*

*Agradeço ainda a todos os professores e supervisores que me transmitiram seus conhecimentos ao longo da vida e contribuíram com meu crescimento profissional e pessoal.*

*Agradeço aos meus queridos familiares e amigos - de infância, do colegial, da comunidade Hessed, da graduação, do aprimoramento, da especialização, do mestrado. Sou grata pelo apoio na concretização desse sonho. Se eu fosse elencar todos os nomes, o espaço seria insuficiente... Mas saibam que eu os amo muito e, em cada etapa de minha vida, vocês tiveram um papel importantíssimo. Suas palavras de motivação e incentivo me impulsionaram a seguir em frente. Agradeço o amor, o carinho e as orações em meu favor.*

*Em especial, agradeço ao amigo Paulo S. Bossini por me incentivar a dar o primeiro passo desse sonho, ainda enquanto fazíamos a especialização em Fisiologia do Exercício. Agradeço as minhas primas Thaís e Natália Z. Macedo por participarem tão ativamente, de diversas formas, dessa etapa da minha vida. Vocês são muito, muito especiais para mim. Agradeço à amiga Camila B.F. Pantoni pelo carinho, amizade, incentivo nos momentos de desânimo, sugestões e discussões para a melhoria deste trabalho. Sua ajuda foi, muitas vezes, uma luz no fim do túnel...*

*À secretária do PPG-Ft, Kelly C.L.S. Legoro, pelo auxílio e gentileza no atendimento a mim nesses dois anos de mestrado. Ao prof. José Eduardo dos Santos, chefe do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da UFSCar, pelo apoio e incentivo mesmo desde antes de meu ingresso no mestrado.*

*Agradeço às voluntárias dessa pesquisa que disponibilizaram seu tempo para contribuir com essa pesquisa. Obrigada pelo convívio agradável e por acreditarem neste trabalho. Sem vocês esta pesquisa não teria sido possível.*

*Aos professores da banca examinadora, Prof<sup>ta</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Maria Malosá Sampaio Jorge, Prof<sup>ta</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Driusso, Prof<sup>ta</sup>. Dr<sup>a</sup>. Solange Guizilini, Prof<sup>o</sup>Dr<sup>o</sup> Luís Vicente Franco de Oliveira e Prof<sup>o</sup>Dr<sup>o</sup> Michel Silva Reis pela disponibilidade e pelas contribuições para este estudo.*

*À CAPES e à FAPESP pelo apoio financeiro.*



*Enfim, a todos que fizeram e fazem parte da minha vida e que, de uma forma ou de outra, ajudaram na construção não somente deste trabalho, mas de quem eu me tornei.*

*“Para todos os seres humanos constitui quase um dever pensar que  
o que já se tiver realizado é sempre pouco em comparação  
com o que resta por fazer”.*  
*(João XXIII)*

## RESUMO

---

A obesidade é uma doença crônica associada à disfunções do sistema nervoso autônomo (SNA) e limitação da capacidade funcional. Nesse contexto, foram realizados dois estudos para elucidação do comportamento do SNA cardíaco e do sistema cardiopulmonar em mulheres obesas frente a diferentes situações. O primeiro estudo, intitulado “Impacto da obesidade no sistema nervoso autonômico cardíaco em resposta às mudanças posturais ativas e ao teste de caminhada de seis minutos na esteira” teve como objetivo avaliar e comparar a modulação autonômica cardíaca em mulheres obesas e eutróficas em repouso e em resposta às mudanças posturais, bem como ao teste de caminhada de seis minutos (TC6) na esteira. Além disso, foram avaliados distância percorrida, trabalho da caminhada e respostas fisiológicas ao TC6 na esteira em ambos os grupos. Foram registrados frequência cardíaca (FC) e intervalos R-R no repouso em posição supina, nas mudanças posturais ativas e durante o TC6 na esteira em 14 mulheres do grupo de obesas (GO) e 15 do grupo de eutróficas (GE). Nossos resultados sugerem que mulheres obesas apresentam resposta deprimida do SNA às mudanças posturais ativas e ao TC6 na esteira, reduzida capacidade funcional e maior trabalho de caminhada, aumentando as respostas fisiológicas ao exercício. O segundo estudo foi intitulado “Análise comparativa dos parâmetros clínicos, ventilatórios e metabólicos entre o teste de caminhada de seis minutos e o teste de exercício máximo em mulheres obesas”. Os objetivos foram analisar e comparar as respostas cardiopulmonares, metabólicas e subjetivas ao teste de exercício cardiopulmonar (TECP) e ao TC6est na mesma amostra do primeiro estudo. O TC6 na esteira foi capaz de suscitar respostas ventilatórias, metabólicas e cardiovasculares em acordo com o TECP, parecendo ser um método adequado para avaliar a limitação funcional em mulheres obesas sem submetê-las a uma sensação de dispnéia tão significativa como a desencadeada pelo TECP.

**Palavras-chave:** obesidade, variabilidade da frequência cardíaca, exercício, capacidade funcional.

**Apoio financeiro:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP 2009/53187-5).

## ABSTRACT

---

Obesity is a chronic disease associated with autonomic nervous system (ANS) dysfunctions and with functional capacity limitation. In this context, two studies were developed to understand the cardiac autonomic nervous system and cardiopulmonary systems behavior in obese women in response to different situations. The first study, entitled "Impact of obesity in the autonomic nervous system in response to active postural changes and to treadmill six-minute walking test" was designed to evaluate and compare the cardiac autonomic modulation in obese and eutrophic women at rest and in response to postural changes, and to the treadmill six-minute walking test (tread-6MWT). In addition, we assessed the distance covered, walking work and physiological responses to the tread-6MWT in both groups. Heart rate (HR) and RR intervals were registered at resting supine position, active postural changes and during the tread-6MWT in 14 obese women (OG) and 15 eutrophic women (EG). Our results suggested that obese women present depressed ANS response to active postural changes and to the tread-6MWT, reduced functional capacity and higher walking work over the tread-6MWT, which increases the physiological responses to exercise. The second study was entitled "Clinical, ventilatory and metabolic comparative analysis of treadmill six-minute walking test and cardiopulmonary exercise testing in obese women". The objectives were to analyze and compare the metabolic, cardiopulmonary, and perceptual responses to the cardiopulmonary exercise testing (CPET) and to the tread-6MWT in the same sample of the first study. The tread6MWT was able to elicit ventilatory, metabolic and cardiovascular responses in accordance with the CPET, and it seemed to be an appropriate method to evaluate the functional limitation in obese women without submitting them to such a significant increase in the perceived dyspnea as CPET does.

**Key words:** obesity, heart rate variability, exercise, functional capacity.

**Financial support:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP 2009/53187-5).

## Lista de abreviaturas e siglas

---

<b>%pred</b>	porcentagem do predito
<b>%FC</b>	porcentagem da frequência cardíaca máxima prevista para a idade
<b>%Gord</b>	porcentagem de gordura corporal
<b>AF</b>	banda de alta frequência
<b>AF (u.n.)</b>	banda de alta frequência em unidades normalizadas
<b>BF</b>	banda de baixa frequência
<b>BF (u.n.)</b>	banda de baixa frequência em unidades normalizadas
<b>BF/AF</b>	razão entre as bandas de baixa frequência e alta frequência
<b>bpm</b>	batimentos por minuto
<b>CVF</b>	capacidade vital forçada
<b>DFA</b>	flutuações depuradas de tendências de correlação das propriedades dos iR-R
<b>DFA<math>\alpha</math>1</b>	correlação de curta duração das propriedades dos iR-R
<b>DistTC6</b>	distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos
<b>DistTC6est</b>	distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos na esteira
<b>DP</b>	desvio padrão
<b>Fadiga MMII</b>	fadiga percebida em membros inferiores
<b>FC</b>	frequência cardíaca
<b>FC<sub>pico</sub></b>	frequência cardíaca no pico do exercício
<b>FR</b>	frequência respiratória
<b>GE</b>	grupo de eutróficas

<b>GO</b>	grupo de obesas
<b>IMC</b>	índice de massa corporal
<b>iR-R</b>	intervalo R-R
<b>LA</b>	limiar de anaerbiose
<b>média FC</b>	média da frequência cardíaca
<b>média RR</b>	média dos iR-R
<b>PA</b>	pressão arterial
<b>PAD</b>	pressão arterial diastólica
<b>PAS</b>	pressão arterial sistólica
<b>PAS<sub>pico</sub></b>	pressão arterial sistólica no pico do exercício
<b>QR</b>	quociente respiratório
<b>RR tri</b>	integrante do histograma do intervalo R-R dividido pela altura do histograma
<b>SD1</b>	desvio padrão dos pontos perpendiculares à linha de identidade
<b>SD2</b>	desvio padrão dos pontos ao longo da linha de identidade
<b>SDNN</b>	desvio padrão de todos os iR-R normais
<b>SNA</b>	sistema nervoso autônomo
<b>TC6</b>	teste de caminhada de seis minutos
<b>TC6est</b>	teste de caminhada de seis minutos na esteira
<b>TECP</b>	teste de exercício cardiopulmonar
<b>TINN</b>	largura da base do histograma de intervalos R-R
<b>TMB</b>	taxa metabólica basal
<b>TrabTC6</b>	trabalho realizado durante o teste de caminhada de seis minutos

<b><math>V'CO_2</math></b>	produção de dióxido de carbono
<b><math>V'E/V'CO_2</math></b>	equivalente ventilatório para o dióxido de carbono
<b><math>V'E/V'O_2</math></b>	equivalente ventilatório para o oxigênio
<b><math>V'O_2</math></b>	consumo de oxigênio
<b><math>V'O_2</math> pico</b>	consumo de oxigênio no pico do exercício
<b><math>V'O_2</math> máx</b>	consumo máximo de oxigênio
<b><math>V'O_2</math> pico</b>	consumo pico de oxigênio
<b><math>V'E</math></b>	ventilação-minuto
<b><math>VEF_1</math></b>	volume expiratório forçado no primeiro segundo
<b><math>VEF_1/CVF</math></b>	relação entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada
<b><math>VFC</math></b>	variabilidade da frequência cardíaca
<b>Vel-est</b>	velocidade de caminhada no teste de caminhada de seis minutos na esteira

## SUMÁRIO

---

Lista de tabelas .....	i
Lista de figuras .....	ii
CONTEXTUALIZAÇÃO .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	5
ESTUDO I: Impacto da obesidade no sistema nervoso autonômico cardíaco em resposta às mudanças posturais ativas e ao teste de caminhada de seis minutos na esteira .....	9
Resumo .....	10
Introdução.....	11
Métodos e procedimentos.....	13
Resultados.....	19
Discussão .....	29
Referências Bibliográficas .....	35
ESTUDO II: Análise comparativa dos parâmetros clínicos, ventilatórios e metabólicos entre o teste de caminhada de seis minutos e o teste de exercício máximo em mulheres obesas.....	39
Resumo .....	40
Introdução.....	41
Métodos e procedimentos.....	43
Resultados.....	50
Discussão .....	59
Referências Bibliográficas .....	66
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	70
APÊNDICE .....	71
ANEXOS .....	73
Anexo A – Carta de submissão do artigo ao periódico Obesity .....	73
Anexo B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa .....	74
Anexo C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	75
Anexo D – Questionário de atividade Física Basal .....	77



## Lista de tabelas

---

### ESTUDO I

**Tabela 1** Dados demográficos e antropométricos, índices da bioimpedância elétrica, medicamentos em uso e função pulmonar dos grupos estudados ..... 21

**Tabela 2** Variabilidade da frequência cardíaca em repouso e variáveis fisiológicas durante o TC6est nos grupos estudados ..... 23

### ESTUDO II

**Tabela 1** Dados demográficos, antropométricos, variáveis cardiovasculares em repouso, composição corporal, medicamentos em uso e função pulmonar dos grupos estudados ..... 52

**Tabela 2** Dados do teste de exercício cardiopulmonar (TECP) e teste de caminhada de seis minutos (TC6) na esteira no pico de exercício e no limiar de anaerobiose ..... 55

## Lista de figuras

---

### ESTUDO I

- Figura 1** Ilustração da tela de aquisição da frequência cardíaca instantânea, pelo sistema de telemetria Polar® nas posições (0-1) supino; (1-2) em pé; e (2-3) sentado ..... 18
- Figura 2** Ilustração da tela de aquisição da frequência cardíaca instantânea, pelo sistema de telemetria Polar® durante a realização do teste de caminhada de seis minutos na esteira ..... 18
- Figura 3** Fluxograma de participação dos pacientes no estudo ..... 20
- Figura 4** Análise espectral do delta de VFC em resposta às mudanças posturais no grupo de obesas (barras cinzas) vs eutróficas (barras brancas). (A) e (B): mudança postural das posições supino para em pé; (C) e (D): mudança postural da posição em pé para sentada. BF (u.n.), baixa frequência em unidades normalizadas; AF (u.n.), alta frequência em unidades normalizadas. Dados apresentados em média  $\pm$  DP. .... 24
- Figura 5** Resultados da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo e na análise não linear durante a fase estável da TC6est no grupo de obesas (barras cinza) e eutróficas (barras brancas). SDNN, desvio padrão de todos os intervalos RR; TINN, largura da base do histograma de intervalos RR; FC média, média da frequência cardíaca; SD2, desvio padrão de plotagem de *Poincaré* junto à linha de identidade; RR tri, integral do histograma do intervalo RR dividido pela altura do histograma e, DFA $\alpha$ 1, flutuações depuradas de tendência com correlação de curta duração das propriedades dos iR-R. Dados apresentados em média  $\pm$  DP. \*Diferenças significativas entre os grupos..... 25
- Figura 6** Correlações relativas ao grupo de obesas entre (A) delta FC e Vel-est pico; (B), FC pico e trabTC6; (C) IMC e Vel-est pico, e (D) IMC e fadiga MMII. FC, frequência cardíaca; Vel-est pico, a velocidade de caminhada na esteira no pico do teste; trabTC6, trabalho realizado no teste de caminhada de seis minutos na esteira; fadiga MMII, fadiga percebida nos membros inferiores no pico de teste de caminhada de seis minutos na esteira..... 27
- Figura 7** Correlação entre IMC e distTC6est considerando-se mulheres obesas (quadrados pretos) e eutróficas (quadrados brancos). IMC, índice de massa corporal; distTC6est, distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos na esteira ..... 28

## Lista de figuras

---

### ESTUDO II

- Figura 1** Ilustração do protocolo experimental. **A:** (1) Voluntária durante teste de caminhada de seis minutos na esteira com coleta de gases expirados e monitorização cardíaca; (2) Visor da esteira; **B:** (3) Detalhe do visor da esteira permitindo a visualização dos botões para início/interrupção do exercício e aumento/ diminuição da velocidade ..... 48
- Figura 2** Correlação entre o IMC e o  $V'O_2$  no pico do teste de exercício cardiopulmonar considerando-se mulheres obesas (quadrados pretos) e eutróficas (quadrados brancos). IMC, índice de massa corporal;  $V'O_2$ , consumo de oxigênio..... 56
- Figura 3** Correlações entre: (A) FC pico em ambos os testes - TECP e TC6est - nas mulheres obesas; (B)  $V'O_2$  pico no TECP e no TC6est nos dois grupos estudados. FC pico, frequência cardíaca pico; TECP, teste de exercício cardiopulmonar; TC6est, teste de caminhada de seis minutos na esteira;  $V'O_{2\text{ pico}}$ , consumo de oxigênio no pico do exercício ..... 57
- Figura 4** Os gráficos de Bland-Altman mostram acordo das diferenças das médias do: (A)  $V'O_2$  ( $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ); (B)  $V'E$  ( $\text{L.min}^{-1}$ ); (C)  $PAS_{\text{pico}}$  no TC6est; e (D)  $FC_{\text{pico}}$  (bpm) no TC6est. BIAS, média das diferenças entre as médias;  $\pm 1.96$  = limite de acordo de 95%.  $V'O_2$ , consumo de oxigênio;  $PAS_{\text{pico}}$ , pressão arterial sistólica no pico do teste de caminhada de seis minutos na esteira; TC6est, teste de caminhada de seis minutos na esteira;  $FC_{\text{pico}}$ , frequência cardíaca no pico do teste de caminhada de seis minutos na esteira. Grupo de obesas (quadrados pretos) e grupo de eutróficas (quadrados brancos) ..... 58

## CONTEXTUALIZAÇÃO

---

A obesidade é uma doença crônica resultante de interações multifatoriais, entre as quais se destacam aspectos genéticos, ambientais, metabólicos, comportamentais e culturais (1-3). A adoção de dietas hipercalóricas e do sedentarismo como estilo de vida (4,5) tornaram-se, mais recentemente, os determinantes ambientais fisiopatológicos da obesidade, culminando na crescente epidemia mundial dessa doença. Dados prospectivos da Organização Mundial de Saúde indicam que, em 2015, a soma dos indivíduos obesos aos com sobrepeso atingirá aproximadamente três bilhões de pessoas (6). O Brasil segue a tendência mundial enfrentando o crescimento da prevalência dessa doença como um importante problema de saúde pública, já que 43% da população de adultos estão com sobrepeso e 11% com obesidade (7).

Elevados índices de co-morbidades e mortalidade são associados à obesidade devido as suas consequências adversas, como aumento na incidência de doenças cardiovasculares e de morte precoce devido as suas complicações, hiperlipidemia, hipertensão arterial sistêmica, complicações respiratórias, diabetes tipo II, alguns tipos de câncer, complicações tegumentares, osteoartrite, entre outras (8-12). É importante ressaltar ainda que a gordura total e a distribuição regional da mesma podem contribuir para o desenvolvimento de disfunções autonômicas cardíacas (13). Nesse sentido, alguns autores têm enfatizado o estudo dos prejuízos do sistema nervoso autonômico causado pela obesidade uma vez que tal sistema tem importante papel tanto no balanço energético como na regulação do sistema cardiovascular (14-16).

A obesidade promove ativação simpática importante devido ao aumento de concentrações plasmáticas de insulina, ácidos graxos não esterificados, leptina, óxido nítrico, entre outros (17,18). Nesse sentido, os indivíduos obesos são caracterizados por maior ativação simpática em consequência do desbalanço simpato-vagal, envolvendo prejuízos da modulação autonômica cardíaca (19).

Em consequência da diminuída capacidade muscular aeróbia e anaeróbia que apresentam (20,21) e da desvantagem mecânica devido ao peso excessivo, obesos apresentam uma importante limitação funcional da *performance* muscular, o que afeta negativamente a capacidade laborativa e de realização das atividades de vida diária (4,22). Nesse sentido, alguns autores têm estudado os efeitos da obesidade na capacidade funcional e aptidão física (22-24). Wasserman *et al.* (25) afirmam que obesos apresentam menor tempo de *endurance* no esforço máximo quando comparados a eutróficos, devido ao aumento na lactacidemia com subsequente acidose metabólica, fator esse que poderia contribuir para a limitação ao exercício nessa população.

O gasto energético durante o exercício muscular é classicamente medido pelo consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$  máx), definido como a capacidade máxima do organismo captar, transportar e utilizar o oxigênio durante o trabalho muscular (26). O  $\dot{V}O_2$  máx também expressa a capacidade funcional máxima do indivíduo sendo útil para a prescrição da intensidade de exercícios. Além disso, os parâmetros ventilatórios e metabólicos expressam a limitação da *performance* cardíaca, respiratória e/ou metabólica tanto na saúde como em diversas doenças (27). Em pacientes com maior massa corporal, o  $\dot{V}O_2$  máx apresentou uma relação inversa com a curva de eficiência ventilatória ( $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ ) (28).

A mensuração objetiva da tolerância ao exercício e dos indicadores de eventual limitação da capacidade física, como o  $\dot{V}O_2$ , ganhou grande impulso na avaliação funcional dos indivíduos por meio do teste de exercício cardiopulmonar (TECP) (29). No exercício dinâmico, a demanda aumentada das taxas de trocas gasosas impõe ajustes e adaptações dos sistemas respiratório e cardiovascular frente às respostas metabólicas (30).

Além do  $\dot{V}O_2$ , outros parâmetros têm-se mostrado importantes para avaliar a limitação funcional de pacientes obesos (22). O sedentarismo e as adaptações musculares relacionadas à inatividade podem produzir sensações de dor ou desconforto muscular e cansaço como principais sintomas limitantes às atividades físicas progressivas (31). Nesse contexto, alguns autores mostraram que a percepção de dor em membros inferiores foi o motivo referido por obesos como critério de interrupção da atividade física no pico do exercício (21). A dicotomia entre a presença ou ausência de queixas de dispnéia

induzida pelo exercício em obesos também tem sido verificada na literatura. Enquanto autores encontram alto nível de percepção de esforço em obesos (32), Ofir *et al.* (33) descreveram que o nível de dispnéia durante o exercício em uma dada ventilação ou  $V'O_2$  não se apresenta aumentado em mulheres obesas quando comparadas às eutróficas.

Entre os testes de campo úteis para avaliação da capacidade funcional de indivíduos com disfunções cardiotorrespiratórias podemos citar o teste de caminhada de seis minutos (TC6) que é bastante difundido na prática clínica e investigado por diversos autores na avaliação funcional em diversas condições crônicas (34,35). Esse teste é menos dispendioso, de simples execução e exige menor tempo para aprendizado da técnica de aplicação e interpretação do que o TECP (36) e é considerado seguro por ser limitado pelos sintomas do paciente (37). Além disso, é bastante semelhante às atividades de vida diária dos pacientes, tanto em relação à intensidade do esforço quanto ao tipo de exercício realizado.

Estudos recentes demonstraram que a distância percorrida por mulheres obesas é inversamente relacionada ao grau de obesidade e, apesar da menor distância percorrida, o trabalho realizado no TC6 foi maior nesse grupo de indivíduos do que em eutróficos (38,39). Assim, alguns autores estimaram a capacidade funcional por meio do produto da distância percorrida no TC6 multiplicado pela massa corporal dos obesos (38-40).

Com o intuito de minimizar as comorbidades associadas à obesidade e melhorar a capacidade funcional dos indivíduos obesos, a avaliação do impacto dessa doença no sistema nervoso autonômico cardíaco e na capacidade funcional dessa população tornam-se importantes ferramentas para permitir estratégias reabilitadoras. Nesse sentido, foram realizados dois estudos com enfoques nas avaliações (a) do sistema nervoso autonômico cardíaco e (b) da capacidade funcional de mulheres obesas comparadas às eutróficas. O primeiro estudo, intitulado “Impacto da obesidade no sistema nervoso autonômico cardíaco em resposta às mudanças posturais ativas e ao teste de caminhada de seis minutos na esteira”, foi submetido à avaliação do corpo editorial do periódico científico *Obesity* (**APÊNDICE A**).

O segundo estudo, intitulado “Análise comparativa dos parâmetros clínicos, ventilatórios e metabólicos entre o teste de caminhada de seis minutos

e o teste de exercício máximo em mulheres obesas”, será submetido à *posteriori* ao corpo editorial de um periódico científico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. Hill JO. Understanding and addressing the epidemic of obesity: an energy balance perspective. *Endocr Rev* 2006 Dec;27(7):750-61.
2. Monteiro CA, Moura EC, Conde WL, Popkin BM. Socioeconomic status and obesity in adult populations of developing countries: a review. *Bull World Health Organ*. 2004 Dec;82(12):940-6.
3. Engel SG, Crosby RD, Kolotkin RL, Hartley GG, Williams GR, Wonderlich SA, Mitchell JE. Impact of Weight Loss and Regain on Quality of Life: Mirror Image or Differential Effect? *Obes Res*. 2003 Oct;11(10):1207-13.
4. Ledikwe JH, Blanck HM, Kettel Khan L, Serdula MK, Seymour JD, Tohill BC, Rolls BJ. Dietary energy density is associated with energy intake and weight status in US adults. *Am J Clin Nutr*. 2006 Jun;83(6):1362-8.
5. Vanhecke TE, Franklin BA, Miller WM, deJong AT, Coleman CJ, McCullough PA. Cardiorespiratory fitness and sedentary lifestyle in the morbidly obese. *Clin Cardiol*. 2009 Mar;32(3):121-4.
6. World Health Organization. Obesity and overweight. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>. Acessado em dezembro de 2010.
7. Ministério da Saúde [homepage na internet]. Brasília: DF. Mapa da saúde do brasileiro. Disponível em: [http://portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/noticias/noticias\\_detalhe.cfm?co\\_seq\\_noticia=44917](http://portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/noticias/noticias_detalhe.cfm?co_seq_noticia=44917). Acessado em abril de 2009.
8. de Jonge L, Moreira EA, Martin CK, Ravussin E; Pennington CALERIE Team. Impact of 6-month caloric restriction on autonomic nervous system activity in healthy, overweight, individuals. *Obesity* 2010 Feb;18(2):414-6.
9. Fornitano LD, Godoy MF. Exercise testing in individuals with morbid obesity. *Obes Surg* 2010 May;20(5):583-8.
10. Gabrielsen AM, Lund MB, Kongerud J, Viken KE, Røislien J, Hjelmesæth J. The relationship between anthropometric measures, blood gases, and lung function in morbidly obese white subjects. *Obes Surg*. 2011 Apr;21(4):485-91.
- [a3] 11. Schlaich MP, Socratous F, Hennebry S, Eikelis N, Lambert EA, Straznicky N, Esler MD, Lambert GW. Sympathetic activation in chronic renal failure. *J Am Soc Nephrol*. 2009 May;20(5):933-9.
12. Carnethon MR, Golden SH, Folsom AR, Haskell W, Liao D. Prospective investigation of autonomic nervous system function and the development of type 2 diabetes: the Atherosclerosis Risk in Communities study, 1987–1998. *Circulation*. 2003 May 6;107(17):2190-5.



13. Beske SD, Taylor JA. Obesity and autonomic function. *Clin Auton Res*. 2001 Apr;11(2):61-2.
14. Kanaley JA, Goulopoulou S, Franklin RM, Baynard T, Holmstrup ME, Carhart R Jr, Weinstock RS, Fernhall B. Plasticity of heart rate signalling and complexity with exercise training in obese individuals with and without type 2 diabetes. *Int J Obes (Lond)* 2009 Oct;33(10):1198-206.
15. Emdin M, Gastaldelli A, Muscelli E, Macerata A, Natali A, Camastra S, Ferrannini E. Hyperinsulinemia and autonomic nervous system dysfunction in obesity: effects of weight loss. *Circulation* 2001 Jan 30;103(4):513–9.
16. van Baak MA. The peripheral sympathetic nervous system in human obesity. *Obes Rev* 2001 Feb;2(1):3–14.
17. Lopes HF, Egan BM. Desequilíbrio Autonômico e Síndrome Metabólica: parceiros patológicos em uma pandemia global emergente. *Arq Bras Cardiol* 2006 Out;87(4):538-47.
18. Ramires FJA, Fernandes F, Dantas S. O miocárdio na obesidade. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 2003 Ju-Ago;13(4):399-403.
19. Liatis S, Tentolouris N, Katsilambros N. Cardiac autonomic nervous system activity in obesity. *Pediatr Endocrinol Rev* 2004 Aug; 1 Suppl 3:476–83.
20. Lafortuna CL, Fumagalli E, Vangeli V, Sartorio A. Lower limb alactic anaerobic power output assessed with different techniques in morbid obesity. *J Endocrinol Invest* 2002 Feb; 25(2):134-41.
21. Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls E. Exercise capacity in lean versus obese women. *Scand J Med Sci Sports* 2001 Oct; 11:305–309.
22. Orsi JV, Nahas FX, Gomes HC, Andrade CH, Veiga DF, Novo NF, Ferreira LM. Impact of obesity on the functional capacity of women. *Rev Assoc Med Bras* 2008 Mar-Abr;54(2):106-9.
23. Fontaine KR, Barofsky I. Obesity and health quality of life. *Obes Rev*. 2001 Aug;2(3):173-82.
24. Han TS, Tijhuis MA, Lean ME, Seidall JC. Quality of life in relation to overweight and body fat distribution. *Am J Public Health* 1998; 88:1814–1820.
25. Wasserman K, Van Kessel AL, Burton GG. Interaction of physiological mechanisms during exercise. *J Appl Physiol* 1967 Jan; 22(1):71-85.
26. Green HJ, Patla AE. Maximal aerobic power: neuromuscular and metabolic considerations. *Med Sci Sports Exerc* 1992 Jan;24(1):38-46.

27. Misquita NA, Davis DC, Dobrovoly, CL, Ryan AS, Dennis KE, Nicklas BJ. Applicability of maximal oxygen consumption criteria in obese, postmenopausal women. *Phys Ther* 2008 Aug;88(8):928-35.
28. Chase P, Arena R, Myers J, Abella J, Peberdy MA, Guazzi M, Bensimhon D. Relation of the Prognostic Value of Ventilatory Efficiency to Body Mass Index in Patients With Heart Failure. *Am J Cardiol* 2008 Feb 1;101(3):348-52.
29. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, Froelicher VF, Leon AS, Piña IL, Rodney R, Simons-Morton DA, Williams MA, Bazzarre T. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001 Oct 2;104(14):1694-740.
30. Neder JA, Nery LE. Teste de exercício cardiopulmonar. *J Pneumol* 2002 Out; 28(Supl 3); S166-S206.
31. Astrand P-O, Rodahl K. Textbook of work physiology. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1986 apud Neder JA & Nery LE. Teste de exercício cardiopulmonar. *J Pneumol* 2002 out; 28(Supl 3); S166-S206.
32. Dolfing JG, Dubois EF, Wolffenbuttel BH, ten Hoor-Aukema NM, Schweitzer DH. Different cycle ergometer outcomes in severely obese men and women without documented cardiopulmonary morbidities before bariatric surgery. *Chest*. 2005 Jul;128(1):256-62.
33. Ofir D, Laveneziana P, Webb KA, O'Donnell DE. Ventilatory and perceptual responses to cycle exercise in obese women. *J Appl Physiol*. 2007 Jun; 102(6): 2217-26.
34. Casas A, Vilaro J, Rabinovich R, Mayer A, Barberà JA, Rodriguez-Roisin R, Roca J. Encouraged 6-min walking test indicates maximum sustainable exercise in COPD patients. *Chest*. 2005 Jul;128(1):55-61.
35. Morales FJ, Martínez A, Méndez M, Agarrado A, Ortega F, Fernández-Guerra J, Montemayor T, Burgos J. A shuttle walk test for assessment of functional capacity in chronic heart failure. *Am Heart J*. 1999 Aug;138(2 Pt 1):291-8.
36. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Jul 1;166(1):111-7.
37. Miyamoto S, Nagaya N, Satoh T, Kyotani S, Sakamaki F, Fujita M, Nakanishi N, Miyatake K. Clinical correlates and prognostic significance of six-minute walk test in patients with primary pulmonary hypertension. Comparison with cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000 Feb;161(2 Pt 1):487-92.

38. Maniscalco M, Zedda A, Giardiello C, Faraone S, Cerbone MR, Cristiano S, Sofia M. Effect of bariatric surgery on the six-minute walk test in severe uncomplicated obesity. *Obes Surg.* 2006 Jul;16(7):836-41.
39. Sarsan A, Ardiç F, Ozgen M, Topuz O, Sermez Y. The effects of aerobic and resistance exercises in obese women. *Clin Rehabil.* 2006 Sep;20(9):773-82.
40. Larsson UE, Reynisdottir S. The six-minute walk test in outpatients with obesity: reproducibility and known group validity. *Physiother Res Int.* 2008 Jun;13(2):84-93.

**IMPACTO DA OBESIDADE NO SISTEMA NERVOSO  
AUTÔNOMICO CARDÍACO EM RESPOSTA ÀS MUDANÇAS  
POSTURAS ATIVAS E AO TESTE DE CAMINHADA DE SEIS  
MINUTOS NA ESTEIRA**

## Resumo

A obesidade é uma doença crônica, aumentando em proporções epidêmicas em todo o mundo, causadas por interações complexas de genética, comportamento e fatores emocionais. O impacto negativo do ganho de massa corporal tem sido diretamente associado ao desbalanço do sistema nervoso autonômico (SNA) e à diminuição da capacidade funcional. Nós avaliamos e comparamos a modulação autonômica cardíaca em mulheres obesas e eutróficas em repouso e em resposta às mudanças posturais, bem como ao teste de caminhada de seis minutos na esteira (TC6est). Analisamos também a distância percorrida, trabalho da caminhada e as respostas fisiológicas ao TC6est em ambos os grupos. Dois grupos de participantes do sexo feminino, com idades entre 20-45 anos: 14 alocadas para o grupo de obesas (GO) apresentando índice de massa corpórea (IMC)  $\geq 30\text{kg.m}^{-2}$  e 15 alocadas para o grupo de eutróficas (GE;  $18,5 < \text{IMC} < 24,9\text{kg.m}^{-2}$ ). A frequência cardíaca (FC) e os intervalos R-R foram registrados na posição supina, nas mudanças posturais ativas e durante o TC6est. Comparado ao GE, GO apresentou: (a) aumento da modulação simpática e modulação parassimpática diminuída em repouso; (b) resposta deprimida do SNA às mudanças posturais ativas e ao TC6est. Análises de correlação demonstraram: (a) quanto maiores a velocidade e o trabalho de caminhada no TC6est, mais acentuados foram o delta da FC e a FC pico; (b) o IMC é negativamente correlacionado à velocidade na esteira e positivamente correlacionado à fadiga de membros inferiores, ambos no pico do TC6est; e (c) quanto mais elevado o IMC, menor foi a distância percorrida no TC6est. Nossos resultados sugerem que as mulheres obesas apresentam resposta deprimida do SNA às mudanças posturais ativas e ao TC6est. Além disso, a obesidade leva à diminuição da capacidade funcional e maior trabalho de caminhada, aumentando as respostas fisiológicas ao exercício.

**Palavras-chave:** mulheres obesas, variabilidade da frequência cardíaca, repouso, mudança postural, exercício.

## Introdução

A obesidade é uma doença crônica, aumentando em proporções epidêmicas em todo o mundo, causada pela interação da suscetibilidade genética, consumo energético excessivo combinado com sedentarismo e fatores emocionais (1). O impacto negativo do ganho de massa corporal tem sido diretamente associado ao desbalanço do sistema nervoso autonômico (SNA), disfunções cardiopulmonares e outras, como diabetes tipo 2, acidente vascular encefálico e certos tipos de câncer (2-5). Em função do risco elevado de co-morbidades e mortalidade como consequências da obesidade, todas as investigações relacionadas a essa doença tornam-se aconselháveis.

É bem documentado que as anormalidades do SNA podem estar associadas a um risco aumentado de efeitos cardiovasculares adversos (2). Além disso, vários autores têm se focado no estudo do desbalanço do SNA, uma vez que este tem uma contribuição relevante para regular o sistema cardiovascular e o balanço energético e poderia ajudar a compreender a fisiopatologia da obesidade e suas comorbidades (6,7). Além dos estudos que usam o bloqueio farmacológico invasivo para demonstrar as alterações do SNA em várias doenças, alguns outros estudos têm avaliado este sistema por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), uma ferramenta não invasiva e precisa amplamente utilizada na avaliação cardiovascular da obesidade (8). A maioria dos estudos demonstra predominante modulação simpática em indivíduos obesos (7).

No entanto, o controle do SNA do sistema cardiovascular na obesidade permanece controverso. Piccirillo *et al.* (9) demonstraram uma diminuição da resposta simpática na obesidade analisando o espectro de potencial da VFC. Mais tarde, esses autores demonstraram que quanto maior o índice de massa corporal (IMC), mais pronunciada é a modulação simpática em repouso e após as manobras de estimulação autonômica simpática (10). Corroborando esses achados, uma correlação inversa entre a modulação simpática e o IMC e relação cintura/quadril aumentados foi encontrada (5). Mais recentemente, mulheres obesas mórbidas sem comorbidades associadas, em avaliação de *holter* de 24 horas apresentaram frequência cardíaca elevada (FC) e VFC reduzida na análise no domínio do tempo e da frequência (11).

Outro aspecto que tem sido objeto de crescente preocupação dos pesquisadores é a diminuição da capacidade física e funcional da população de obesos (2,12). Uma ferramenta bastante difundida para avaliar estas variáveis é o teste de caminhada de seis minutos (TC6), um método simples, barato e similares às atividades diárias (13). Esse teste submáximo funcional é mais bem tolerado que o teste de esforço máximo por indivíduos com capacidade comprometida (14) e quando a população estudada requer um maior controle de parâmetros fisiológicos, a aplicação do TC6 em esteira rolante (TC6est) torna-se mais segura do que a execução do mesmo em um corredor (15).

Os objetivos deste estudo foram avaliar e comparar a modulação autonômica cardíaca em mulheres obesas e eutróficas em repouso, em resposta às mudanças posturais ativas e durante o TC6est utilizando métodos lineares e não lineares da VFC. Além disso, objetivamos analisar a distância percorrida, o trabalho realizado durante a caminhada e as respostas fisiológicas ao TC6est em ambos os grupos estudados. Nós hipotetizamos que as mulheres obesas teriam redução da VFC e aumento da modulação simpática em relação às eutróficas em repouso, bem como uma resposta da VFC reduzida frente às mudanças posturais e ao TC6est. Além disso, o grupo de obesas expressaria menor capacidade funcional e maiores respostas fisiológicas ao exercício.

## **Métodos e procedimentos**

### ***Desenho e população do estudo***

Este é um estudo observacional, transversal e comparativo. Os participantes foram recrutados a partir da comunidade por meio de anúncios em jornal, internet e panfletos no período de janeiro a novembro de 2010. Somente mulheres na idade reprodutiva foram elegíveis para participar no estudo. Os critérios de inclusão foram: sedentarismo, idade 20-45 anos; grupo de obesas (GO):  $IMC \geq 30 \text{kg.m}^{-2}$  e massa corporal estável ( $\pm 3 \text{kg}$ ) há pelo menos um ano; grupo de eutróficas (GE):  $18,5 < IMC < 24,9 \text{kg.m}^{-2}$  (1). Os critérios de exclusão foram: gravidez, tabagismo atual ou abstinência de fumo há menos de um ano; dependência de álcool e/ou drogas, presença de diabetes, hipertensão arterial não controlada, outras doenças cardiopulmonares, tais como doença pulmonar obstrutiva crônica e asma; disfunções neurológicas e ortopédicas que proibissem os testes de exercício e uso de  $\beta$ -bloqueadores. Todas as avaliações do estudo foram realizadas no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar e Núcleo de Pesquisa em Exercício Físico. Os procedimentos experimentais foram realizados durante três dias: (1<sup>o</sup>) Primeira avaliação: avaliação clínica e fisioterápica (anamnese, medidas antropométricas, investigação do padrão de atividade física regular, espirometria, análise da bioimpedância elétrica); (2<sup>o</sup>) Segunda avaliação: registro da FC e dos intervalos R-R (iR-R) em repouso; e (3<sup>o</sup>) Terceira avaliação: realização do teste de caminhada de seis minutos na esteira com registro dos iR-R. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (230/2009) e o termo de consentimento livre e esclarecido foi obtido de cada voluntária.

### ***Medidas***

#### ***Dados demográficos e antropométricos***

A massa corporal e a estatura foram avaliadas com uma balança e um estadiômetro (Welmy R-110, Santa Bárbara do Oeste, SP, Brasil). Todas as



medições foram realizadas com as mulheres descalças e trajando roupas leves para a aproximação de 1mm e 0,1kg, respectivamente. O IMC foi calculado como sendo a massa corporal dividida pela estatura ao quadrado ( $\text{kg.m}^{-2}$ ) e os sujeitos foram alocados em cada grupo de estudo de acordo com o resultado deste cálculo.

#### Análise da bioimpedância elétrica

Análise da bioimpedância elétrica bipolar foi realizada com analisador de composição corporal Tanita (modelo TBF-310; Tanita Corp., Tóquio, Japão), que fornece uma cópia impressa da bioimpedância medida e calcula a massa gorda, a massa magra e o percentual de gordura. Os indivíduos foram medidos na parte da manhã em trajas de banho, sem sapatos e qualquer tipo de metal em contato com seus corpos. Os indivíduos foram orientados a estar em jejum absoluto de pelo menos quatro horas, bem como a eliminar a urina previamente à avaliação da composição corporal. Este aparelho de bioimpedância elétrica tem sido utilizado para avaliar mulheres obesas (16).

#### Padrão de atividade física regular

A ocupação, as atividades esportivas e os hábitos de lazer foram quantificados para avaliar o padrão de atividade física por meio do questionário modificado de *Baecke* para estudos epidemiológicos, o qual foi previamente validado na língua portuguesa (17). Ele tem um formato de escala de um a cinco (5 representando o mais ativo), com oito questões abordando ocupação, quatro abordando atividades atléticas e quatro sobre os hábitos de lazer. Os resultados são apresentados como a soma de pontos (com pontuação mínima de 4,5 e máxima de 14,5).

#### Espirometria

Os testes espirométricos foram realizados utilizando-se o sistema ergoespirométrico (Oxycon Mobile<sup>®</sup>, Mijnhardt / Jaeger, Würzburg, Alemanha), com medida de fluxo realizada com um pneumotacômetro calibrado. Os

voluntários completaram pelo menos três manobras expiratórias forçadas máximas e lentas de acordo com as recomendações da *American Thoracic Society* (18).

### ***Protocolos Experimentais***

Todos os procedimentos experimentais descritos abaixo foram realizados no período da tarde para evitar a influência das variações circadianas, em uma sala silenciosa e climatizada, com temperatura entre 22-24 °C, umidade relativa do ar entre 40-60%. As voluntárias foram orientadas a respeito dos protocolos experimentais e instruídas a absterem-se de cafeína, estimulantes e bebidas alcoólicas durante as 24h que antecederam os testes, a não executarem atividades físicas extenuantes dentro de 24h antes do experimento, a terem uma boa noite de sono e ingerirem uma refeição leve pelo menos 2h antes da avaliação. Os testes foram sempre realizados durante a fase folicular do ciclo menstrual das voluntárias (19).

#### *Registro da frequência cardíaca e dos intervalos R-R*

A FC e os iR-R foram registrados continuamente na voluntária acordada durante 10min em cada posição de repouso - supino, em pé e sentada - e durante o TC6est, usando um sistema de telemetria Polar® (Polar® S810i, Kempele, OL, Finlândia). O cinto do cardiofrequencímetro foi colocado sobre o tórax, alinhado ao terço distal do esterno e o receptor de frequência cardíaca Polar® (Polar® Electro, Kempele, OL, Finlândia) foi colocado no punho. Todas as voluntárias foram instruídas a não conversarem e a mudarem sua postura ativamente. A respiração espontânea nas posições de repouso foi registrada, manualmente, ao longo de cada minuto da coleta de dados sem que as voluntárias percebessem.

#### *Teste de caminhada de seis minutos na esteira*

O TC6est foi realizado em uma esteira rolante (Master ATL, Inbramed, Porto Alegre, RS, Brasil), com inclinação zero e velocidade controlada pelas

voluntárias. As voluntárias iniciaram com uma velocidade de 3 km/h. Elas foram instruídas e incentivadas a seguirem as diretrizes da *American Thoracic Society* (20), a fim de poderem aumentar ou diminuir a velocidade da esteira a qualquer momento que desejassem. A FC e a percepção de esforço medida pela escala de Borg (21) foram avaliadas em repouso e em pé, em cada minuto de exercício e ao longo do período de nove minutos de recuperação. Os iR-R das voluntárias foram registrados continuamente e a pressão arterial (PA) foi aferida pelo método-padrão com manguito utilizando o esfigmomanômetro (Diasyst<sup>®</sup>, São Paulo, SP, Brasil) em repouso e em pé, bem como no final do exercício e no período de recuperação na posição sentada. As voluntárias foram instruídas a caminhar na esteira a maior distância que pudessem, durante seis minutos, mas não foram informadas sobre a velocidade que estavam caminhando. Além disso, elas foram autorizadas a interromperem o teste se apresentassem sintomas como taquicardia ou qualquer desconforto que tornasse impossível a continuação do teste. Foram realizados dois testes, com intervalo mínimo de uma hora, a fim de reduzir os efeitos da aprendizagem. Apenas os resultados do segundo TC6est foram considerados para a análise estatística.

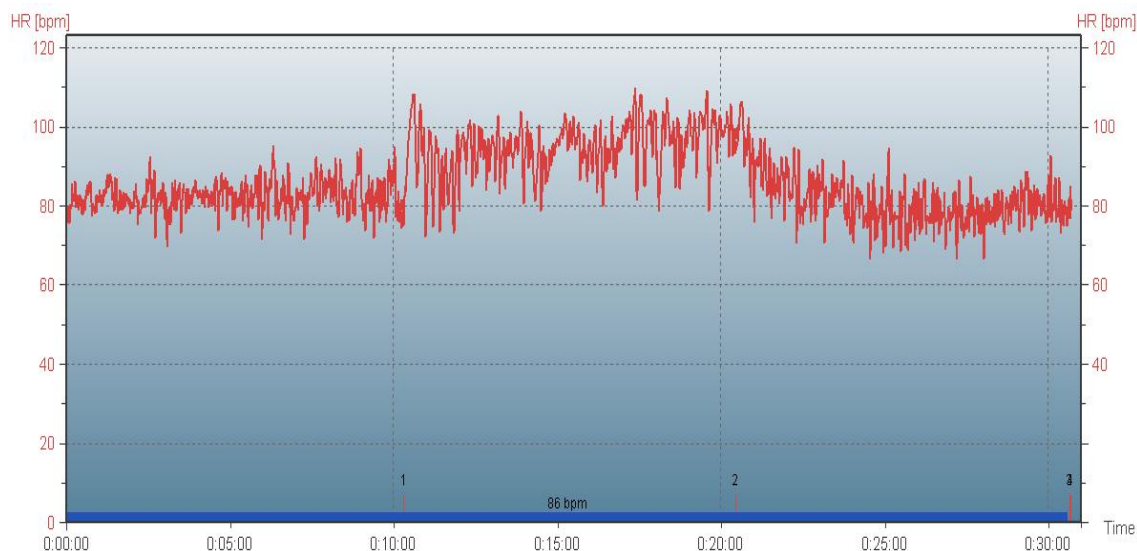
#### Análise da frequência cardíaca e dos intervalos R-R

Para a análise da VFC, o trecho de sinal mais estável, contendo 300 pontos dentro de 10 minutos em cada posição de repouso bem como a janela estável com o mesmo número de pontos incluindo o último minuto do TC6est foram selecionados. Todos os batimentos ectópicos ou artefatos foram examinados por inspeção visual na tela do computador. Apenas os segmentos com mais de 90% de batimentos sinusais puros foram incluídos na análise final. A respiração espontânea das voluntárias foi registrada minuto-a-minuto para garantir que esta se encontrava dentro da banda de alta frequência (AF).

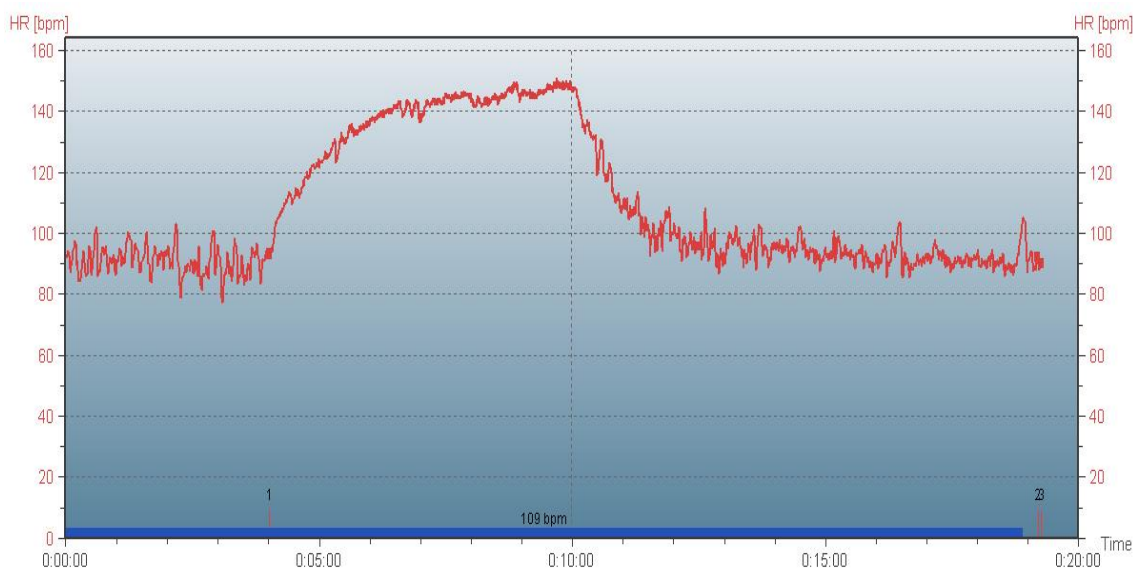
Os índices da VFC foram analisados no software de análise *Kubios HRV* (MATLAB, versão 2 beta, Kuopio, Finlândia), com medidas estatísticas lineares no domínio do tempo e da frequência bem como medidas não lineares. A média da FC e dos iR-R e o desvio padrão de todos os iR-R (SDNN) foram computados como medidas no domínio do tempo. A VFC no domínio da

frequência foi calculada pela transformada rápida de Fourier como bandas de baixa frequência (BF) e AF em unidades normalizadas (u.n.) e razão BF/AF (22).

Além disso, medidas estatísticas não lineares foram avaliadas neste estudo. Os métodos não lineares diferem das medidas lineares porque descrevem a complexidade ou a dinâmica fractal dos iR-R ao invés de avaliarem a magnitude da VFC. Esses métodos fornecem um diferente ponto de vista a respeito do comportamento da FC e informações mais valiosas relacionadas à regulação cardiovascular, que não são obtidas por meio dos métodos lineares convencionais (19). Nesse sentido, foram calculadas as análises de flutuações depuradas de tendências (DFA) de correlação de curta duração das propriedades dos iR-R (4-11 batidas,  $DFA_{\alpha 1}$ ) na série de dados R-R. Tal índice tem se revelado bom preditor de arritmias cardíacas e morte súbita em diversas populações (23,24). A análise da VFC também foi realizada por meio de métodos geométricos: RR tri (o integrante do histograma do intervalo R-R dividido pela altura do histograma), TINN (largura da base do histograma de iR-R) e *Poincaré Plot* (desvio padrão dos pontos perpendiculares e ao longo da linha de identidade: SD1 e SD2, que representam a modulação parassimpática e a variabilidade total, respectivamente). As figuras 1 e 2 ilustram as telas de captura do sistema Polar<sup>®</sup> durante os procedimentos experimentais em voluntárias obesas – repouso nas diferentes posturas e TC6est, respectivamente.



**Figura 1** Ilustração da tela de aquisição da frequência cardíaca instantânea, pelo sistema de telemetria Polar® nas posições (0-1) supino; (1-2) em pé; e (2-3) sentado.



**Figura 2** Ilustração da tela de aquisição da frequência cardíaca instantânea, pelo sistema de telemetria Polar® durante a realização do teste de caminhada de seis minutos na esteira.

### Análise Estatística

O tamanho amostral foi calculado usando-se o software ENE, versão 2.0 (GlaxoSmithKline España S.A., Madri, Espanha em conjunto com a Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, Espanha; disponível em: <http://www.e->

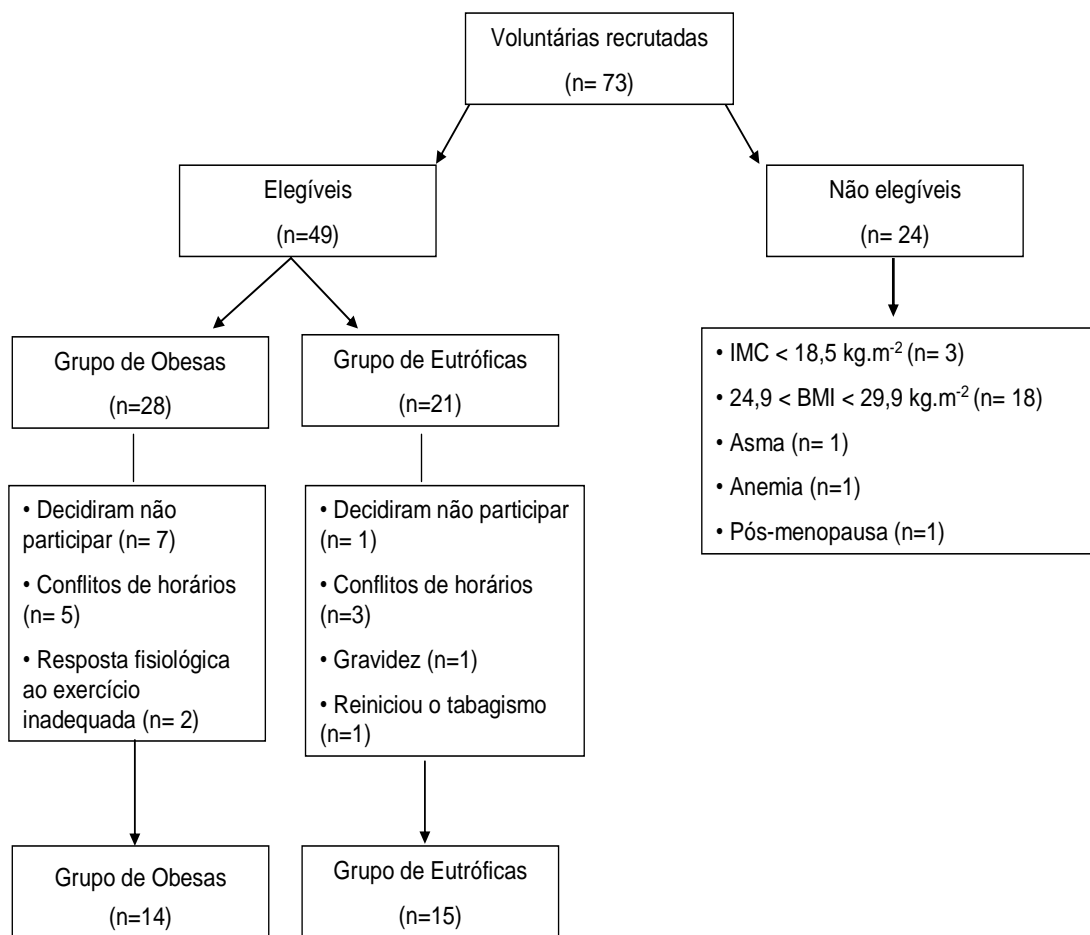
biometria.com/). Considerando um erro tipo I de 5%, em um teste bicaudal, com poder amostral de 80% para detectar uma diferença significativa na média dos iR-R ~ 100ms em repouso entre a população de obesas e eutróficas (11), o tamanho da amostra calculado foi de quatro sujeitos em cada grupo. A análise estatística foi realizada com o software GraphPad InStat para Windows, versão 3.0. Os dados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão (DP) após o teste de distribuição normalidade (teste de Shapiro-Wilk). O teste *t Student* não pareado foi utilizado para comparação entre as médias dos dados demográficos e antropométricos, dos índices de bioimpedância elétrica, da função pulmonar, FC, PA, parâmetros do TC6est e índices de VFC em repouso e durante o TC6est entre os grupos. O teste exato de Fisher foi usado para dados categóricos na comparação do uso de medicamentos entre os grupos.

As diferenças entre as mudanças posturais (primeiro trecho estável da postura em pé menos último trecho estável da postura supina, além do primeiro trecho estável da postura sentada menos último trecho estável da postura em pé = deltas) das bandas de BF e AF foram comparadas pelo teste *t Student* não pareado. A relação entre a FC pico do TC6est menos a FC de repouso (delta FC) foi avaliada usando-se a correlação de Pearson. O IMC foi correlacionado à velocidade da esteira no pico do exercício (Vel-est pico) e com a fadiga percebida em membros inferiores (fadiga MMII) bem como a FC pico foi correlacionada ao trabalho de caminhada corrigido pela massa corporal (trabTC6, kg.m) também por meio da correlação de Pearson. O nível de significância adotado foi de 5%.

## **Resultados**

### *Características basais da população estudada*

Durante todo o período 73 voluntárias foram recrutadas. A figura 3 mostra a perda amostral de cada grupo estudado.



**Figura 3** Fluxograma de participação dos pacientes no estudo.

A tabela 1 apresenta os dados demográficos e antropométricos, os índices de bioimpedância elétrica, medicações em uso e função pulmonar do GO e GE. Foram encontradas diferenças significativas entre os grupos quanto à massa corporal, IMC e todos os índices de bioimpedância elétrica. Quanto ao uso de medicamentos, um total de dez mulheres (n=6 do GO e n=4 do GE) usavam contraceptivos, o que foi semelhante entre os grupos. Em relação aos resultados do questionário de *Baecke*, todas as mulheres foram consideradas sedentárias, com uma pontuação total igual ou inferior a 8: metade do GO (n = 7) apresentou pontuação abaixo de 6 e dessas, metade teve pontuação entre 6 e 8; quatro mulheres do GE apresentaram escores abaixo de 6 e onze delas

tiveram notas entre 6 e 8. No entanto, não houve diferenças significativas entre os grupos ( $p = 0,2635$ ).

**Tabela 1** Dados demográficos e antropométricos, índices da bioimpedância elétrica, medicamentos em uso e função pulmonar dos grupos estudados

	<b>Grupo de Obesas (n=14)</b>	<b>Grupo de Eutróficas (n=15)</b>
<b><i>Dados demográficos e antropométricos</i></b>		
Idade, anos	33±8	30±7
Estatura, m	1,62±7	1,66±7
Massa corporal, kg	100,4±16	60,5±8*
IMC, kg.m <sup>-2</sup>	38±6	22±2*
<b><i>Bioimpedância elétrica</i></b>		
TMB, Kcal	1763±181	1402±86*
%Gord	46±4	27±5*
Massa gorda, kg	47±11	17±5*
Massa magra, kg	54±6	44±3*
<b><i>Medicações</i></b>		
Contraceptivo oral	6	4
Hormônio Tireoestimulante	0	2
<b><i>Função pulmonar</i></b>		
CVF, L	3,4±0,6	3,7±0,7
CVF, % pred	92,7±12,6	93,1±11,9
VEF <sub>1</sub> , L	2,9±0,5	3,3±0,6
VEF <sub>1</sub> , % pred	94,3±12,5	97,8±13,0
VEF <sub>1</sub> /CVF	85,3±5,4	88,8±4,0
VEF <sub>1</sub> /CVF, % pred	101,7±6,1	105,1±4,0

Dados apresentados em média ± DP. IMC, índice de massa corporal; TMB, taxa metabólica basal; %Gord, porcentagem de gordura corporal; CVF, capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>, capacidade vital forçada no primeiro segundo. \*Diferenças intergrupos significativas.



### Resultados da VFC

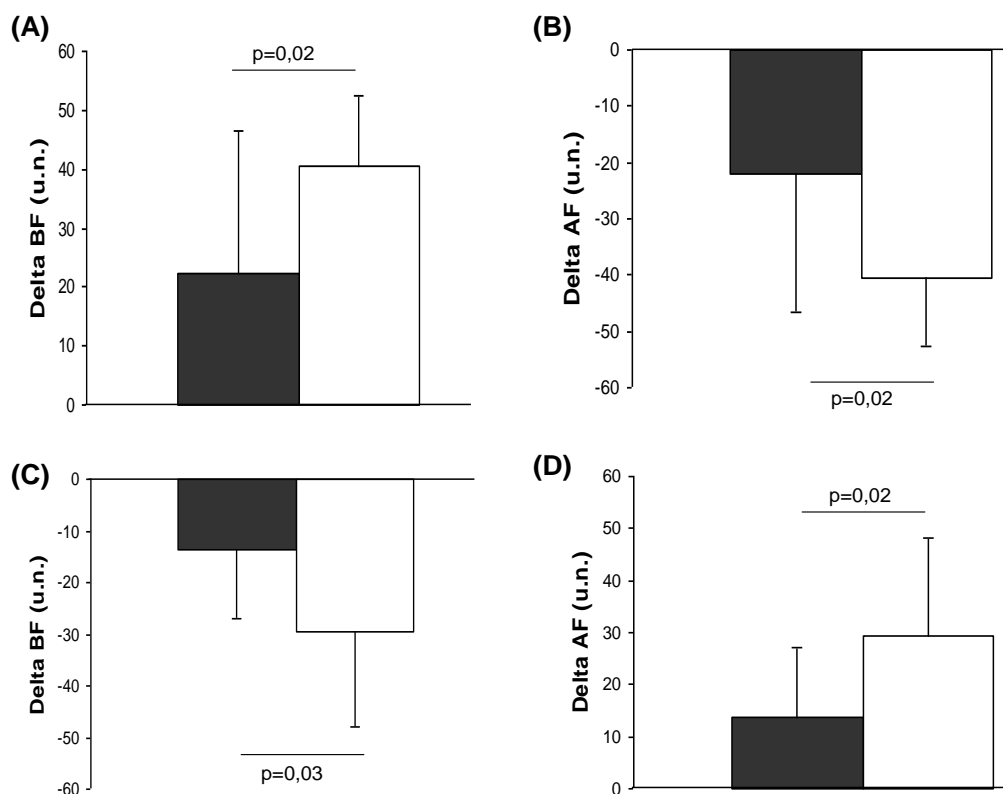
Comparado com o grupo eutrófico, a média da FC foi significativamente maior e a média dos iR-R menor nas mulheres obesas em repouso (tabela 2). Além disso, o GO apresentou valores menores da banda de AF (u.n.) e valores significativamente maiores da banda de BF (u.n.) e razão BF/AF, quando comparados ao GE.

A figura 4 mostra a análise espectral da VFC em resposta às mudanças posturais no grupo de obesos. Os deltas de BF (u.n.) e AF (u.n.) deltas foram menores nas mulheres obesas quando comparados às eutróficas, em resposta ao estresse postural da posição supina para em pé e da posição em pé para sentada. Quanto aos índices de VFC durante a fase estável do TC6est, a média da FC foi maior no GO quando comparada ao GE. Os índices SDNN, RR tri, TINN e SD2, demonstraram menores valores no GO do que no GE. Além disso, DFA $\alpha$ 1 mostrou valor significativamente menor em mulheres obesas do que em eutróficas (figura 5).

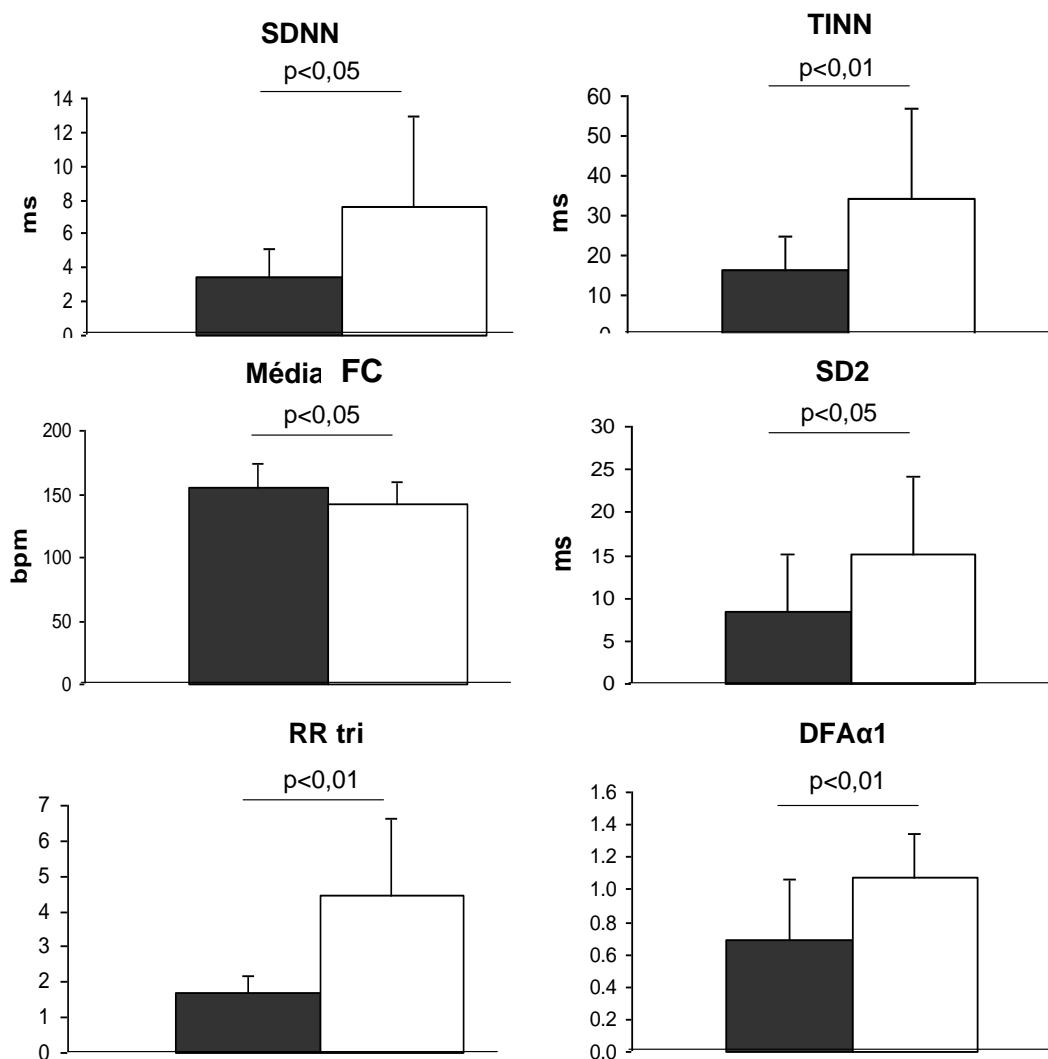
**Tabela 2** Variabilidade da frequência cardíaca em repouso e variáveis fisiológicas durante o TC6est nos grupos estudados

	<b>Grupo de Obesas (n=14)</b>	<b>Grupo de Eutróficas (n=15)</b>
<b>Posição supina</b>		
Média FC	74,7±8,2	67,4±8,3*
Média RR	813,3±92,0	904,2±110,0*
BF, u.n.	42,8±17,0	30,6±11,4*
AF, u.n.	57,2±17,0	69,4±11,4*
BF/AF	0,9±0,7	0,4±0,2*
<b>TC6est</b>		
<i>Repouso</i>		
FC, bpm	93±12	85±8*
PAS, mmHg	119±12	109±9*
PAD, mmHg	86±8	75±8*
<i>Pico</i>		
DistTC6est, m	582,1±71,3	633,3±61,0*
TrabTC6, kg.km	58,0±8,9	38,3±5,9*
FC, bpm	156,8±18,3	140,9±19,6*
PAS, mmHg	162,8±23,7	142,8±9,9*
PAD, mmHg	90,0±10,3	78,1±8,1*
Fadiga MMII	1,50 [0-5]	1,0 [0-5]
Dispneia	1,75 [0-7]	1,0 [0-3]

Dados apresentados em média ± DP e mediana [mínimo, máximo], quando apropriado. Média RR, a média dos intervalos RR; média FC, média da frequência cardíaca; BF (u.n.), baixa frequência em unidades normalizadas; AF (u.n.), alta frequência em unidades normalizadas; BF/AF (u.n.), razão entre as bandas de BF and AF em unidades normalizadas; TC6est, teste de caminhada de seis minutos na esteira; DistTC6est, distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos na esteira; TrabTC6, trabalho realizado durante o teste de caminhada de seis minutos; FC, frequência cardíaca; Fadiga MMII, fadiga percebida em membros inferiores; PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica. \*Diferenças intergrupos significativas.



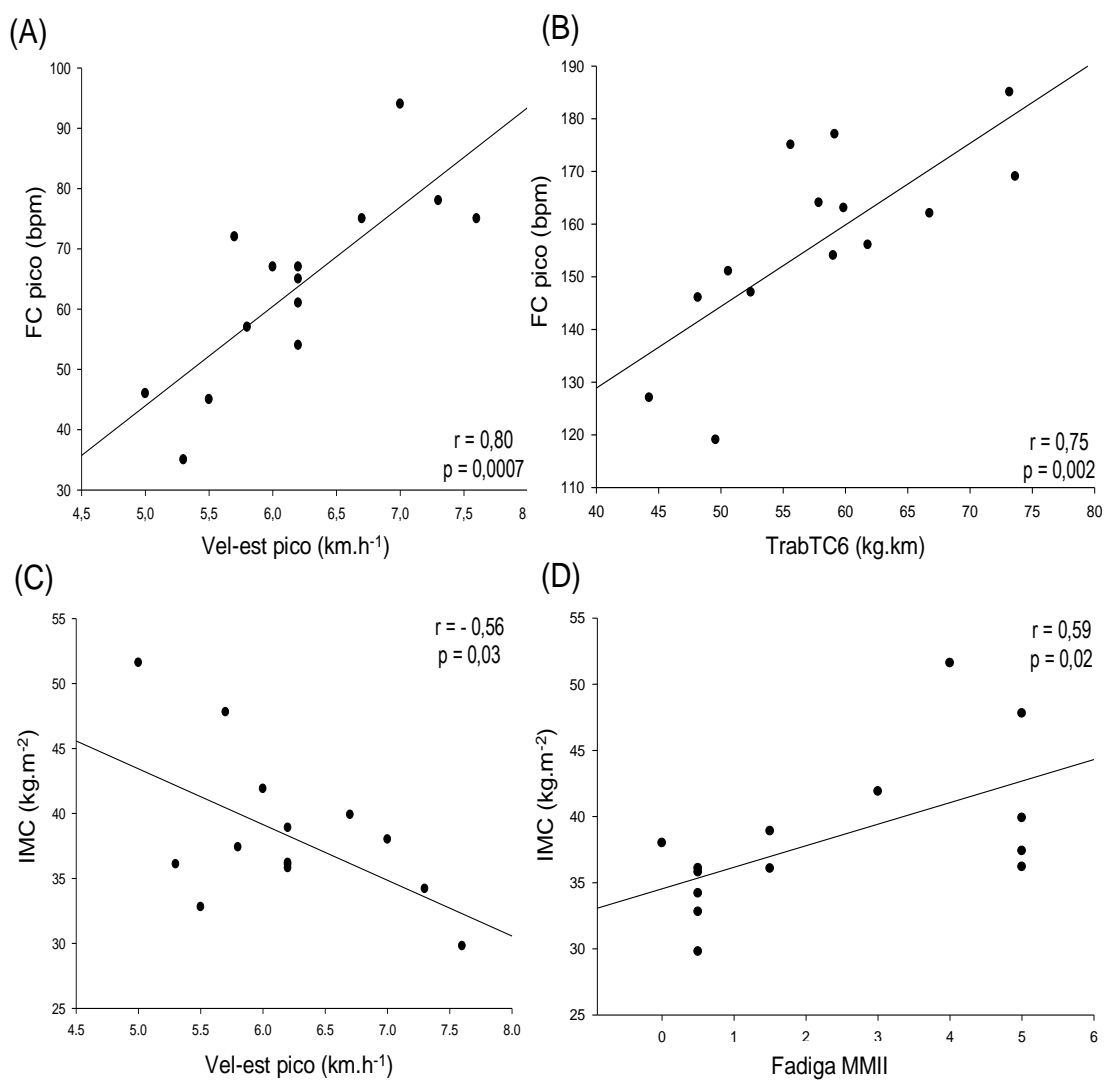
**Figura 4** Análise espectral do delta de VFC em resposta às mudanças posturais no grupo de obesas (barras cinzas) vs eutróficas (barras brancas). (A) e (B): mudança postural das posições supino para em pé; (C) e (D): mudança postural da posição em pé para sentada. BF (u.n.), baixa frequência em unidades normalizadas; AF (u.n.), alta frequência em unidades normalizadas. Dados apresentados em média  $\pm$  DP.



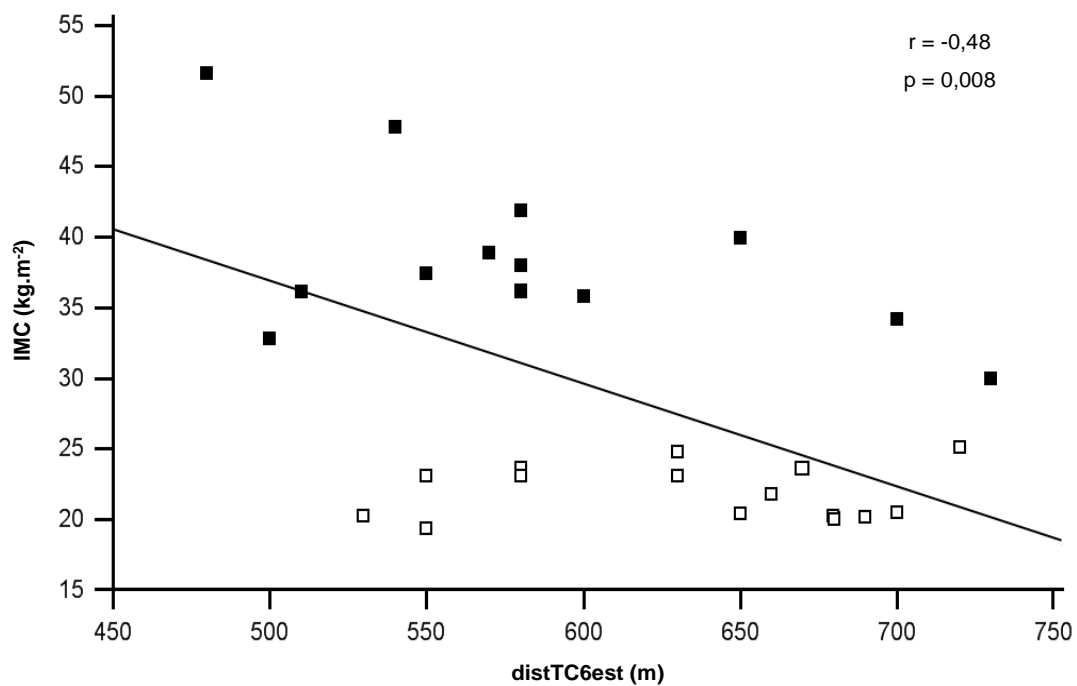
**Figura 5** Resultados da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo e na análise não linear durante a fase estável da TC6est no grupo de obesas (barras cinza) e eutróficas (barras brancas). SDNN, desvio padrão de todos os intervalos RR; TINN, largura da base do histograma de intervalos RR; FC média, média da frequência cardíaca; SD2, desvio padrão de plotagem de *Poincaré* junto à linha de identidade; RR tri, integral do histograma do intervalo RR dividido pela altura do histograma e, DFA $\alpha$ 1, flutuações depuradas de tendência com correlação de curta duração das propriedades dos iR-R. Dados apresentados em média  $\pm$  DP. \*Diferenças significativas entre os grupos.

### Resultados do TC6est

A média da distância caminhada em ambos os TC6est foi maior no segundo teste nos grupos estudados e estes valores foram considerados para a análise. Apesar da distância percorrida no TC6 (distTC6est) ter sido significativamente menor no GO ( $p = 0,04$ ), o trabTC6 foi maior nas obesas que nas eutróficas ( $p < 0,001$ , tabela 2). Em relação às variáveis fisiológicas, as mulheres obesas apresentaram valores significativamente maiores de pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e FC tanto no repouso como no pico do exercício (PAS pico, PAD pico e FC pico, respectivamente) do que as eutróficas. A figura 6 mostra as fortes correlações positivas entre o delta do FC e a Vel-est pico ( $r = 0,8$ ), e entre a FC pico e o trabTC6 ( $r = 0,75$ ) no GO. Este grupo também apresentou uma correlação positiva entre o IMC e a fadiga MMII e uma correlação negativa entre o IMC e a Vel-est pico. A figura 7 mostra a correlação negativa entre IMC e a distTC6est considerando-se os dois grupos estudados.



**Figura 6** Correlações relativas ao grupo de obesas entre (A) delta FC e Vel-est pico; (B), FC pico e trabTC6; (C) IMC e Vel-est pico, e (D) IMC e fadiga MMII. FC, frequência cardíaca; Vel-est pico, a velocidade de caminhada na esteira no pico do teste; trabTC6, trabalho realizado no teste de caminhada de seis minutos na esteira; fadiga MMII, fadiga percebida nos membros inferiores no pico de teste de caminhada de seis minutos na esteira.



**Figura 7** Correlação entre IMC e distTC6est considerando-se mulheres obesas (quadrados pretos) e eutróficas (quadrados brancos). IMC, índice de massa corporal; distTC6est, distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos na esteira.

## Discussão

### Resumo dos resultados

Os principais achados do nosso estudo indicam que em mulheres obesas: (a) são observadas um aumento da modulação simpática e uma modulação parassimpática diminuída em repouso; (b) há uma resposta deprimida do SNA às mudanças posturais ativas e ao TC6est em comparação com eutróficas pareadas; (c) quanto maior a velocidade (Vel-est) e o trabalho de caminhada (trabTC6) durante o TC6est, mais acentuados foram o delta da FC e a FC pico; e (d) o IMC correlaciona-se negativamente à Vel-est e positivamente à fadiga MMII, ambos no pico do TC6est. Além disso, quanto mais elevado o IMC, menor foi a distTC6est. Para nosso conhecimento, este é o primeiro estudo a demonstrar a resposta deprimida dos índices de VFC durante teste de exercício submáximo e mudanças posturais ativas em mulheres obesas. Esses resultados são importantes, uma vez que o SNA exerce um papel importante no sistema cardiovascular, levando a um risco aumentado de morbidade e mortalidade (5).

### Resultados da primeira avaliação

Como esperado, o GO apresentou maiores valores entre todos os dados da bioimpedância elétrica (tabela 1). Quanto à função pulmonar, as variáveis espirométricas foram utilizadas apenas para garantir a exclusão de indivíduos com doenças respiratórias, já que tais indivíduos apresentam alterações da função autonômica cardíaca (25). O padrão de atividade física regular avaliado pelo questionário modificado de *Baecke* para estudos epidemiológicos mostrou que ambos GO e GE foram classificados como sedentários. Esta é uma questão relevante, uma vez que sujeitos fisicamente ativos apresentam melhor comportamento autonômico cardíaco (11) e maior capacidade funcional do que os sedentários.



Variabilidade da frequência cardíaca nas condições fisiológicas estudadas

Uma atividade anormal do sistema nervoso simpático tem sido apontada como a responsável pelo desenvolvimento de obesidade (7). Ao contrário da evidência de ativação simpática basal, alguns estudos têm mostrado uma resposta atenuada do SNA para vários agentes estressores fisiológicos, como a redução de massa corporal (5) e as mudanças posturais (8). Apesar do desacordo sobre a natureza do desbalanço da modulação simpática na obesidade (7), a redução de massa corporal e o exercício físico têm sido utilizados como estratégias eficientes para normalizar o desequilíbrio do SNA e, em alguns casos, para aumentar todos os índices de VFC (12).

No presente estudo, o grupo de obesas apresentou acentuada modulação simpática e deprimida modulação parassimpática, respectivamente expressas pelos maiores valores da banda de BF e menores valores da banda de AF em repouso. Menor VFC e maior FC de repouso, tal como apresentada pela GO em nosso estudo, foram apontadas como sinais preditivos da evolução da diabetes tipo 2 (4). Nossos resultados estão em concordância com estudos anteriores que demonstram uma supermodulação simpática na população obesa, com FC aumentada e VFC reduzida (11). As consequências negativas do aumento da atividade simpática podem afetar os rins da população de obesos contribuindo para aumento da secreção de renina, da reabsorção renal de sódio, do avanço progressivo da doença renal crônica (3) e para o desenvolvimento da doença arterial hipertensiva. Por outro lado, a VFC reduzida é um dos primeiros indicadores de intolerância ao exercício, infarto do miocárdio silencioso e risco aumentado de mortalidade (26).

Mudanças posturais impõem estresse sobre o sistema cardiovascular, revelando-se potenciais manobras para avaliar as condições fisiológicas e fisiopatológicas. Em nosso estudo, as mulheres obesas apresentaram uma resposta deprimida às mudanças posturais demonstrada pelos deltas de BF e AF em unidades normalizadas. Comparáveis aos nossos resultados, foram encontradas mudanças reduzidas de BF e AF, ambas em unidades normalizadas, entre as posições ortostática e supina em adolescentes obesos, caracterizadas principalmente por uma diminuição da resposta parassimpática (27). Carnethon *et al.* (28) estudaram a mudança postural ativa em uma grande

amostra e encontraram alterações menores nos iR-R e mudanças maiores no desvio padrão dos iR-R da posição supina para em pé entre obesos do que participantes com massa corporal normal. Um fato interessante é que esses autores utilizaram o mesmo método que nós, ou seja, de avaliar a mudança no balanço autonômico com base na mudança postural ativa. De fato, a maioria dos estudos usa prancha ortostática para mudar a postura dos participantes rapidamente (8,27), enquanto nós aplicamos a mudança postural ativa. Apesar de a mudança ativa requerer o envolvimento muscular e poder exigir diferentes graus de esforço dos participantes, um estudo anterior confirma a comparabilidade entre as duas manobras (29).

Algumas evidências recentes afirmam que os parâmetros que refletem a integração entre o SNA e o sistema cardiovascular durante o exercício pode fornecer significativa informação prognóstica (22). A análise espectral da VFC a curto prazo também tem evidenciado ser capaz de demonstrar essa interação complexa modulada pelo balanço simpato-vagal durante o treinamento físico (30). É uma importante estratégia de avaliação, uma vez que programas de exercícios são essenciais na prevenção e reabilitação cardiovascular e estudos recentes têm apontado que pode haver uma reversibilidade da disfunção do SNA com treinamento físico em indivíduos obesos. Um estudo de nosso laboratório demonstrou melhora na modulação do SNA com decréscimo dos valores basais de FC e aumento nos índices de VFC, devido ao treinamento aeróbio em mulheres obesas após cirurgia bariátrica (12). Por outro lado, Kanaley *et al.* (6) analisaram a VFC por meio de métodos não lineares (entropia da amostra e entropia *Lempel-Ziv*) e não encontraram diferenças nessas variáveis entre sujeitos obesos após 16 semanas de treinamento aeróbio.

Além dos estudos recentes que focalizam a VFC analisada por métodos lineares e exercício em obesos, não temos conhecimento de quaisquer estudos prévios que avaliaram a VFC durante o TC6est em mulheres obesas. Em nossos achados, os índices de variabilidade total (SDNN, RR tri, TINN e SD2) estavam reduzidos no GO em relação ao GE durante a fase estável do TC6est, demonstrando uma reduzida VFC total em mulheres obesas. Todos esses índices de VFC estão relacionados com menor aptidão física e maior

mortalidade (31) e tais resultados reforçam o mau prognóstico de indivíduos obesos.

No GO também foi encontrado um menor valor de  $DFA\alpha1$ . A análise das flutuações depuradas de tendência (DFA) quantifica a presença ou ausência de propriedades de correlação fractal nas séries temporais biológicas, a qual tem sido usada para avaliar o risco de mortalidade, sendo uma boa preditora de arritmias benignas e malignas, além de morte cardíaca súbita em vários grupos de pacientes (23,24). Se os valores da DFA estão próximos a 1,0 indicam um comportamento caótico da VFC e se eles estão perto de 1,5 e 0,5 correspondem à linearidade e aleatoriedade, respectivamente (32). Durante o TC6est, o GO apresentou valores de  $DFA\alpha1$  próximos a 0,7, confirmando o que era teoricamente esperado para situações de perda da performance caótica (33).

Durante a demanda metabólica aumentada no início do exercício, a retirada vagal é responsável pelo aumento da FC e, ao mesmo tempo, pela diminuição da VFC total. Mesmo na fase estável do TC6est, encontramos um aumento da média da FC no GO comparado ao GE, o que poderia estar relacionado à hiperestimulação simpática crônica e ao aumento dos níveis de catecolaminas os quais têm sido encontrados na obesidade (9).

#### Teste de caminhada de seis minutos na esteira

A diminuição da capacidade de realizar exercício na obesidade é bem relatada na literatura (2) e o TC6 tem sido utilizado para avaliar a capacidade funcional da população de obesos (34). Alguns autores estimaram a capacidade funcional calculando o produto da distância percorrida no TC6 multiplicado pela massa corporal em obesos (13), e consideraram esse parâmetro útil para inferir o  $trabTC6$  e a capacidade funcional dessa população. Larsson *et al.* (35) verificaram que, apesar de uma menor distância percorrida por voluntários obesos no TC6, o  $trabTC6$  foi maior do que em pessoas com massa corporal normal. Em concordância com esses resultados, nosso GO percorreu menor distância do que o GE, mas o  $trabTC6$  foi maior. Apesar de a massa magra ser maior em mulheres obesas, o que poderia permitir que elas tivessem um melhor desempenho, o impacto negativo de sua elevada massa

corporal parece ter sido mais importante para diminuir a sua capacidade física individual. Isso também é confirmado pela correlação negativa entre o IMC e Vel-est pico encontradas em nosso estudo. Independentemente do trabTC6 aumentado no GO, não foram encontradas diferenças na percepção de dispnéia ou fadiga MMII, no pico do TC6est entre os grupos estudados. Por outro lado, corroborando um estudo anterior (35), foi demonstrada neste estudo uma correlação moderada entre o IMC e fadiga MMII no pico do TC6est.

O TC6 é simples, bem tolerado e reflete as atividades usuais dos pacientes (20). No entanto, quando os pesquisadores têm uma limitação de espaço e/ou a população estudada requer um maior controle das variáveis fisiológicas, realizar o TC6 em esteira pode se tornar um instrumento interessante de avaliação (36) e, portanto, levar a desempenho mais seguro do teste. Além disso, alguns estudos têm aplicado o TC6est em indivíduos saudáveis e pacientes com diversas doenças crônicas (15,36,37). É de nosso conhecimento que os resultados da distTC6est não são comparáveis com os testes de corredor (20).

Em um estudo prévio, apesar de a velocidade ter sido ajustada pelos pacientes como em nosso estudo, a distância média caminhada na esteira durante o TC6 foi aproximadamente 14% menor quando comparada com a distância no TC6 padrão utilizando-se um corredor de 30 m (37). Devido a isso, nós não comparamos nossos resultados de distTC6est com outros estudos. Entretanto, como é bem estabelecido que a obesidade é um fator de risco independente para doenças cardiovasculares (1) e um estudo prévio já encontrou diferenças significativas nos parâmetros hemodinâmicos durante teste de exercício convencional entre indivíduos com sobrepeso e obesos mórbidos (2), a escolha de aplicarmos o TC6 na esteira pareceu-nos mais conveniente.

Quanto à resposta hemodinâmica ao esforço, encontramos aumento significativo de FC, PAS e PAD no pico do TC6est no GO em relação ao GE. Como citado acima, Fornitano *et al.* (2) também demonstraram valores mais elevados de PAS e PAD em indivíduos obesos em resposta ao teste de exercício; a diferença é que eles compararam obesos mórbidos a indivíduos com sobrepeso. O comportamento hemodinâmico em nosso estudo poderia ser explicado por alterações no SNA das obesas. Este sistema desempenha um

papel importante no controle da FC e contratilidade do miocárdio, devido à modulação simpática e parassimpática, o que influencia na resistência vascular periférica e no volume de sangue por constrição dos vasos arteriais e venosos provocando efeitos importantes na PA (38).

A distTC6est foi moderadamente correlacionada ao IMC, considerando-se todos os participantes de nosso estudo. Nossos resultados estão de acordo com estudos anteriores que mostram que o IMC correlacionava-se negativamente ao desempenho em exercício submáximo (34), como demonstrado por Larson e Reynisdottir (35) os quais constataram a influência do IMC sobre a variação na distância percorrida no TC6 no grupo de obesos, sendo que a taxa de explicação desse efeito foi de 38%.

Em conclusão, nossos resultados sugerem que as mulheres obesas apresentam resposta deprimida do sistema nervoso autonômico frente às mudanças posturais ativas e ao TC6est. Além disso, a obesidade leva à diminuição da capacidade funcional e ao maior trabalho de caminhada, com respostas fisiológicas aumentadas ao exercício. Nosso estudo fornece uma motivação adicional para a prevenção e implementação de estratégias eficazes de tratamento da obesidade, a fim de reduzir o risco cardiovascular ao qual a população obesa está exposta.

## Referências Bibliográficas

1. World Health Organization. The International Classification of adult underweight, overweight and obesity according to BMI. [http://www.who.int/bmi/index.jsp?introPage5intro\\_3.html](http://www.who.int/bmi/index.jsp?introPage5intro_3.html). Accessed January 12, 2009.
2. Fornitano LD, Godoy MF. Exercise testing in individuals with morbid obesity. *Obes Surg* 2010 May;20(5):583-8.
3. Schlaich MP, Socratous F, Hennebry S, Eikelis N, Lambert EA, Straznicky N, Esler MD, Lambert GW. Sympathetic activation in chronic renal failure. *J Am Soc Nephrol*. 2009 May;20(5):933-9.
4. Carnethon MR, Golden SH, Folsom AR, Haskell W, Liao D. Prospective investigation of autonomic nervous system function and the development of type 2 diabetes: the Atherosclerosis Risk in Communities study, 1987–1998. *Circulation*. 2003 May 6;107(17):2190-5.
5. Laederach-Hofmann K, Mussgay L, Rüdell H. Autonomic cardiovascular regulation in obesity. *J Endocrinol* 2000 Jan;164(1):59-66.
6. Kanaley JA, Goulopoulou S, Franklin RM, Baynard T, Holmstrup ME, Carhart R Jr, Weinstock RS, Fernhall B. Plasticity of heart rate signalling and complexity with exercise training in obese individuals with and without type 2 diabetes. *Int J Obes (Lond)* 2009 Oct;33(10):1198-206.
7. van Baak MA. The peripheral sympathetic nervous system in human obesity. *Obes Rev* 2001 Feb;2(1):3–14.
8. Silva GJ, Ushizima MR, Lessa PS, Cardoso L, Drager LF, Atala MM, Consolim-Colombo FM, Lopes HF, Cestari IA, Krieger JE, Krieger EM. Critical analysis of autoregressive and fast Fourier transform markers of cardiovascular variability in rats and humans. *Braz J Med Biol Res* 2009 Apr;42(4):386-96.
9. Piccirillo G, Vetta F, Fimognari F, Ronzoni S, Lama J, Cacciafesta M, Marigliano V. Power spectral analysis of heart rate variability in obese subjects: evidence of decreased cardiac sympathetic responsiveness. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1996 Sep; 20:825–9.
10. Piccirillo G, Vetta F, Viola E, Santagada E, Ronzoni S, Cacciafesta M, Marigliano V. Heart rate and blood pressure variability in obese normotensive subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998 Aug;22(8):741-50.
11. Sztajzel J, Golay A, Makoundou V, Lehmann TN, Barthassat V, Sievert K, Pataky Z, Assimacopoulos-Jeannet F, Bobbioni-Harsch E. Impact of body fat mass extent on cardiac autonomic alterations in women. *Eur J Clin Invest* 2009 Aug;39(8):649-56.

12. Castello V, Simões RP, Bassi D, Catai AM, Arena R, Borghi-Silva A. Impact of Aerobic Exercise Training on Heart Rate Variability and Functional Capacity in Obese Women After Gastric Bypass Surgery. *Obes Surg* 2010 Nov 20. [Epub ahead of print]
13. Maniscalco M, Zedda A, Giardiello C, Faraone S, Cerbone MR, Cristiano S, Sofia M. Effect of bariatric surgery on the six-minute walk test in severe uncomplicated obesity. *Obes Surg*. 2006 Jul;16(7):836-41.
14. Miyamoto S, Nagaya N, Satoh T, Kyotani S, Sakamaki F, Fujita M, Nakanishi N, Miyatake K. Clinical correlates and prognostic significance of six-minute walk test in patients with primary pulmonary hypertension. Comparison with cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000 Feb;161(2 Pt 1):487-92.
15. Prochaczek F, Winiarska H, Krzyzowska M, Brandt JS, Swida KR, Szczurek ZW, Owczarek A, Galecka J. Six-minute walk test on a special treadmill: Primary results in healthy volunteers. *Cardiol J* 2007;14(5):447-52.
16. Minderico CS, Silva AM, Keller K, Branco TL, Martins SS, Palmeira AL, Barata JT, Carnero EA, Rocha PM, Teixeira PJ, Sardinha LB. Usefulness of different techniques for measuring body composition changes during weight loss in overweight and obese women. *Br J Nutr* 2008 Feb;99(2):432-41.
17. Florindo AA, Latorre MR DO, Jaime PC, Tanaka T, Z CAF. Metodologia para a avaliação da atividade física habitual em homens com 50 anos ou mais. *Rev Saúde Pública* 2004 Apr;38(2): 307-14.
18. Lung function testing. Selection of reference values and interpretative strategies. American Thoracic Society. *American Review of Respiratory Diseases* 1991 Nov; 144(5): 1202-1218.
19. Bai X, Li J, Zhou L, Li X. Influence of the menstrual cycle on nonlinear properties of heart rate variability in young women. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2009 Aug;297(2):H765-74.
20. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Jul 1;166(1):111-7.
21. Borg, GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14(5): 377–81.
22. Freeman JV, Dewey FE, Hadley DM, Myers J, Froelicher VF. Autonomic nervous system interaction with the cardiovascular system during exercise. *Prog Cardiovasc Dis* 2006 Mar-Apr;48(5):342-62.
23. Stein PK, Reddy A. Non-linear heart rate variability and risk stratification in cardiovascular disease. *Indian Pacing Electrophysiol J* 2005 Jul 1; 5(3) 210-20.

24. Makikallio TH, Huikuri HV, Makikallio A, Sourander LB, Mitrani RD, Castellanos A, Myerburg RJ. Prediction of sudden cardiac death by fractal analysis of heart rate variability in elderly subjects. *J Am Coll Cardiol* 2001 Apr; 37(5): 1395-402.
25. Reis MS, Arena R, Deus AP, Simões RP, Catai AM, Borghi-Silva A. Deep breathing heart rate variability is associated with respiratory muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clinics* 2010 Apr; 65(4):369-75.
26. Maser RE, Lenhard MJ. An overview of the effect of weight loss on cardiovascular autonomic function. *Curr Diabet Rev* 2007 Aug; 3(3):204–11.
27. Brunetto AF, Roseguini BT, Silva BM, Hirai DM, Guedes DP. Cardiac autonomic responses to head-up tilt in obese adolescents. *Rev Assoc Med Bras* 2005 Sep-Oct; 51(5):256-60.
28. Carnethon MR, Liao D, Evans GW, Cascio WE, Chambless LE, Heiss G. Correlates of the shift in heart rate variability with an active postural change in a healthy population sample: The Atherosclerosis Risk In Communities study. *Am Heart J* 2002 May;143 (5):808-13.
29. Bloomfield DM, Kaufman ES, BiggerJJr, Fleiss J, Rolnitzky L, Steinman R. Passive head-up tilt and actively standing up produce similar overall changes in autonomic balance. *Am Heart J* 1997 Aug;134(2 Pt 1):316-20.
30. Montano N, Porta A, Cogliati C, Costantino G, Tobaldini E, Casali KR, et al. Heart rate variability explored in the frequency domain: a tool to investigate the link between heart and behavior. *Neurosci Biobehav Rev* 2009 Feb;33(2):71-80.
31. Jons C, Raatikainen P, Gang UJ, Huikuri HV, Joergensen RM, Johannesen A, et al. Cardiac Arrhythmias and Risk Stratification after Acute Myocardial Infarction (CARISMA) Study Group. Autonomic dysfunction and new-onset atrial fibrillation in patients with left ventricular systolic dysfunction after acute myocardial infarction: a CARISMA substudy. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2010 Sep; 21(9):983-90 doi: 10.1111/j.1540-8167.2010.01795.x.
32. Pincus SM. Approximate entropy as a measure of system complexity. *Proc Nat Acad Sci USA* 1991 Mar 15, 88(6):2297-301.
33. Corrêa PR, Catai AM, Takakura IT, Machado MN, Godoy MF. Heart rate variability and pulmonary infections after myocardial revascularization. *Arq Bras Cardiol* 2010 Oct;95(4):448-56.
34. Beriault K, Carpentier AC, Gagnon C, Ménard J, Baillargeon JP, Ardilouze JL, Langlois MF. Reproducibility of the 6-minute walk test in obese adults. *Int J Sports Med* 2009 Oct;30(10):725-7.



35. Larsson UE, Reynisdottir S. The six-minute walk test in outpatients with obesity: reproducibility and known group validity. *Physiother Res Int*. 2008 Jun;13(2):84-93.
36. Camargo VM, Martins Bdo C, Jardim C, Fernandes CJ, Hovnanian A, Souza R. Validation of a treadmill six-minute walk test protocol for the evaluation of patients with pulmonary arterial hypertension. *J Bras Pneumol* 2009 May;35(5):423-30.
37. Stevens D, Elpern E, Sharma K, Szidon P, Ankin M, Kesten S. Comparison of hallway and treadmill six-minute walk tests. *Am J Respir Crit Care Med* 1999 Nov;160(5 Pt 1):1540-3.
38. Cowley AW Jr. Long-term control of arterial blood pressure. *Physiol Rev* 1992 Jan; 72: 231-300.

**ESTUDO II**

---

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS PARÂMETROS CLÍNICOS,  
VENTILATÓRIOS E METABÓLICOS ENTRE O TESTE DE  
CAMINHADA DE SEIS MINUTOS E O TESTE DE EXERCÍCIO  
MÁXIMO EM MULHERES OBESAS**

## Resumo

O teste de caminhada de seis minutos na esteira (TC6est) pode ser um método adequado para a avaliação da capacidade funcional da população obesa apresentando resultados comparáveis aos do teste de exercício cardiopulmonar (TECP). Nesse sentido, nossos objetivos foram analisar e comparar as respostas cardiopulmonares, metabólicas e subjetivas ao TECP e ao TC6est em mulheres obesas e eutróficas. Foram estudados dois grupos com idades entre 20-45 anos: 14 voluntárias no grupo de obesas (GO) apresentando índice de massa corporal ( $IMC \geq 30\text{kg.m}^{-2}$ ) e 15 no grupo de eutróficas (GE). Foram realizados TECP e TC6est e foram comparadas as respostas cardiopulmonares, metabólicas e subjetivas no pico do exercício. Em ambos os testes, o GO apresentou maior consumo de oxigênio ( $V'O_2$ ), ventilação minuto ( $V'E$ ), e pressão arterial sistólica e diastólica do que o GE ( $p < 0,05$ ). Por outro lado, GO apresentou menor velocidade, distância caminhada e  $V'O_2$  relativo à massa corporal ( $p < 0,001$ ). Durante o TECP, o quociente respiratório (QR) foi menor ( $p = 0,04$ ) e a sensação de dispnéia ( $p = 0,03$ ) foi maior no GO em relação ao GE. Em relação ao TC6est, a produção de dióxido de carbono ( $V'CO_2$ ,  $p = 0,001$ ), o volume corrente ( $p = 0,04$ ), a frequência cardíaca (FC,  $p = 0,03$ ) e a porcentagem da FC máxima prevista para a idade ( $p = 0,02$ ) foram maiores no GO. Quanto ao limiar de anaerobiose no TECP, o GO apresentou menor velocidade de esteira,  $V'O_2$  relativo e tempo para alcançá-lo, além de maior  $V'O_2$  absoluto,  $V'CO_2$ ,  $V'E$  e QR. Há uma forte correlação ( $r = -0,76$ ) entre  $V'O_2$  e IMC no TECP, assim como entre a FC pico em ambos os testes ( $r = 0,77$ ). Uma modesta correlação ( $r = 0,53$ ) foi encontrada entre o  $V'O_2$  (L.min) no pico dos dois testes. O TC6est foi capaz de suscitar respostas ventilatórias, metabólicas e cardiovasculares em acordo com o TECP. O TC6est parece ser um método adequado para avaliar a limitação funcional em mulheres obesas sem submetê-las a uma sensação de dispnéia tão significativa como a desencadeada pelo TECP.

**Palavras-chave:** obesidade, teste cardiopulmonar, avaliação funcional, variáveis ergoespirométricas, dispnéia.

## Introdução

A redução da tolerância ao exercício é um expressivo efeito colateral da obesidade e tem implicações importantes sobre a qualidade de vida, reduzindo a vitalidade e a produtividade profissional (1-3). Limitações dos sistemas cardiopulmonar e metabólico podem afetar a capacidade funcional, assim como a dispnéia pode limitar a população de obesos no desempenho do exercício físico (4). Além disso, a frequente adoção de um estilo de vida sedentário pelos indivíduos obesos contribui para diminuir ainda mais a aptidão física deles.

O teste de exercício cardiopulmonar (TECP) tem sido considerado o método padrão-ouro para avaliar as respostas integradas ao exercício em um protocolo incremental. Ele é útil para avaliar a tolerância ao exercício e as limitações e incapacidades em diferentes populações, além de colaborar para a prescrição de exercício (5). Inseridos no tema da avaliação da capacidade funcional têm-se assistido a uma crescente aplicação de testes funcionais na prática clínica uma vez que eles são simples e mais baratos do que o TECP; além disso, são considerados seguros já que são limitados pelo próprio avaliado. O teste de caminhada de seis minutos (TC6) é um dos testes funcionais de exercício submáximo (6) que também contribui para a estimativa do desempenho da capacidade funcional em pacientes obesos, por meio do cálculo do produto da distância percorrida no TC6 (distTC6) e da massa corporal (7).

Alguns autores encontraram uma correlação significativa entre a distTC6 e o consumo de oxigênio ( $V'O_2$ ) no pico do exercício e com a curva da relação ventilação-minuto ( $V'E$ ) pelo  $V'O_2$  ( $V'E/V'O_2$ ) alcançado no TECP em pacientes com insuficiência cardíaca avançada (8). No entanto, nenhum estudo anterior

avaliou o significado clínico das medidas de tolerância ao exercício no TC6 comparando-as com as mesmas medidas obtidas no TECP em mulheres obesas. Como o  $\dot{V}O_2$  é o melhor parâmetro estabelecido de avaliação direta para verificar o estado funcional, seria interessante se o TC6 pudesse ser aplicado concomitantemente com a avaliação da troca gasosa e das variáveis ventilatórias como é feito no TECP.

Nos casos em que a população estudada requer um monitoramento contínuo de variáveis fisiológicas, a realização do TC6 sobre uma esteira ergométrica (TC6est) torna-se interessante. Isso já foi feito previamente em indivíduos saudáveis e em pacientes crônicos (9-11). Em vista disso, o objetivo deste estudo foi analisar e comparar as respostas cardiopulmonares, metabólicas e subjetivas ao TECP e ao TC6est em mulheres obesas e eutróficas. Nossa hipótese é que o TC6est poderia produzir respostas cardiopulmonares, metabólicas e subjetivas semelhantes às alcançadas em um TECP.

## **Métodos e procedimentos**

### ***Desenho e população do estudo***

Este é um estudo observacional, transversal e comparativo. Os participantes foram recrutados a partir da comunidade por meio de anúncios em jornal, internet e panfletos no período de janeiro a novembro de 2010. Somente mulheres na idade reprodutiva foram elegíveis para participar do estudo. Os critérios de inclusão foram: sedentarismo, idade 20-45 anos; grupo de obesas (GO):  $IMC \geq 30\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$  e massa corporal estável ( $\pm 3\text{kg}$ ) há pelo menos um ano; grupo de eutróficas (GE):  $18,5 < IMC < 24,9\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$  (12). Os critérios de exclusão foram: gravidez, tabagismo atual ou abstinência de fumo há menos de um ano; álcool ou dependência de drogas, presença de diabetes, pressão arterial alta não controlada, outras doenças cardiopulmonares, tais como doença pulmonar obstrutiva crônica e asma; disfunções neurológicas e ortopédicas que proibissem os testes de exercício e uso de  $\beta$ -bloqueadores. Os procedimentos experimentais foram realizados em três dias no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar e Núcleo de Pesquisa em Exercício Físico, respeitando um período mínimo de repouso de 48h: (a) Primeira avaliação: avaliação clínica e fisioterápica (anamnese, medidas antropométricas, investigação do padrão de atividade física regular, espirometria, análise da bioimpedância elétrica); (b) Segunda avaliação: teste de exercício cardiopulmonar realizado em esteira ergométrica; e (c) Terceira avaliação: teste de caminhada de seis minutos em esteira ergométrica. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da

Universidade Federal de São Carlos (230/2009) e o termo de consentimento livre e esclarecido foi obtido de cada voluntária.

## **Medidas**

### Avaliações fisioterápicas

Os dados antropométricos (massa corporal, estatura e índice de massa corporal - IMC) foram avaliados de acordo com a metodologia descrita previamente (13). A investigação do padrão de atividade física regular foi feita por meio do questionário modificado de *Baecke* para estudos epidemiológicos, previamente validado em Português (14), sendo que a ocupação, as atividades esportivas e os hábitos de lazer foram quantificados para avaliar o padrão de atividade física.

A análise da bioimpedância elétrica bipolar foi realizada com analisador de composição corporal Tanita (modelo TBF-310; Tanita *Corporation*, Tóquio, Japão), que fornece uma cópia impressa da bioimpedância medida e calcula massa gorda, massa magra e percentual de gordura. Este equipamento foi utilizado previamente para avaliar mulheres obesas (15). As avaliações foram feitas sempre no período da manhã, com as voluntárias em trajes de banho, sem sapatos nem qualquer tipo de metal em contato com seus corpos. Elas foram orientadas a estarem em jejum absoluto de no mínimo quatro horas, bem como a eliminar urina imediatamente antes da avaliação da composição corporal.

Além disso, os testes espirométricos foram realizados utilizando o sistema ergoespirométrico (Oxycon Mobile<sup>®</sup>, Mijnhardt / Jaeger, Würzburg, Alemanha), com um pneumotacômetro calibrado conforme orientações do fabricante. As voluntárias completaram, pelo menos, três manobras aceitáveis tanto de expiração máxima forçada como de manobras expiratórias lentas de acordo com as recomendações da *American Thoracic Society* (16).

### ***Protocolos experimentais***

Todos os procedimentos experimentais descritos abaixo foram realizados no período da tarde para evitar a influência das variações circadianas, em uma sala silenciosa e climatizada, com temperatura entre 22-24 °C, umidade relativa do ar entre 40-60%. As voluntárias foram orientadas a respeito dos protocolos experimentais e instruídas a absterem-se de cafeína, estimulantes e bebidas alcoólicas durante as 24h que antecederam os testes; não executarem atividades físicas extenuantes dentro de 24h antes do experimento; terem uma boa noite de sono; e ingerirem uma refeição leve pelo menos 2h antes dos testes. Os testes foram sempre realizados durante a fase folicular do ciclo menstrual das voluntárias (17).

### **Teste de exercício cardiopulmonar**

O TECP sintoma-limitado foi realizado em uma esteira ergométrica (Master ATL, Inbramed, Porto Alegre, RS, Brasil). O teste de exercício consistiu em: a) um período de descanso de 4 min na posição em pé na esteira; b) fase



incremental de acordo com o protocolo de rampa de Bruce (18); c) período de recuperação de 3 min. Todas as voluntárias foram encorajadas pelos pesquisadores a caminharem e, se necessário, corressem, até o limite da tolerância. A frequência cardíaca (FC), a pressão arterial (PA, aferida pelo método-padrão com manguito utilizando o esfigmomanômetro - Diasyst<sup>®</sup>, São Paulo, SP, Brasil) e a percepção de esforço pela escala de Borg (19) foram avaliadas em repouso, durante cada fase do protocolo de exercício, e ao longo do período de recuperação.

As variáveis ventilatórias e de trocas gasosas foram avaliadas continuamente durante o TECP e analisadas respiração-a-respiração, usando um sistema ergoespirométrico (Oxycon Mobile<sup>®</sup>, Mijnhardt / Jaeger, Würzburg, Alemanha), previamente calibrado de acordo com as especificações do fabricante. Os pacientes também foram monitorizados com derivação torácica MC5 (monitor cardíaco Ecafex TC500, São Paulo, SP, Brasil). Os critérios de interrupção do teste foram: solicitação do paciente; fadiga voluntária; resposta anormal da PA ao exercício; anormalidades no eletrocardiograma, ou seja, depressão do segmento ST  $\geq 2$ mm e/ou ameaça de arritmias ventriculares; coeficiente respiratório máximo acima de 1,20 ou platô consumo de  $V'O_2$  (5). Cada TECP foi realizado por dois fisioterapeutas qualificados com a supervisão de um médico.

A capacidade aeróbia foi avaliada a partir dos dados de  $V'O_2$  obtidos no pico do exercício ( $V'O_{2\text{pico}}$ ), que é representado pelo maior valor de  $V'O_2$  alcançado no exercício. Os dados das variáveis metabólicas e ventilatórias foram processados e calculados em médias móveis a cada oito ciclos respiratórios a fim de melhor observar a cinética de suas respostas durante o

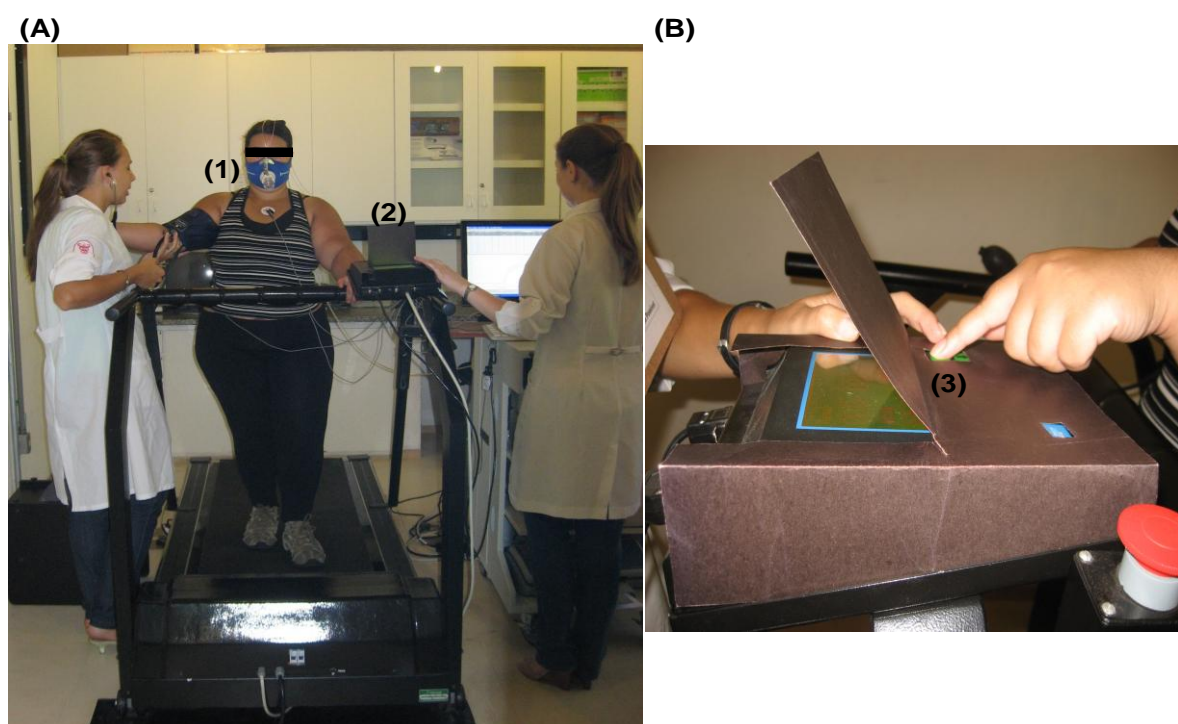
exercício. A análise visual das respostas metabólicas e ventilatórias foi realizada por três observadores devidamente treinados a fim de determinar o limiar de anaerobiose (LA). A detecção visual do início da acidose metabólica foi realizada por três avaliadores experientes pelo método *V-slope* (20).

#### Teste de caminhada de seis minutos na esteira

O TC6est foi realizado na mesma esteira rolante que o TECP com inclinação zero e velocidade controlada pelas voluntárias (21). As voluntárias iniciaram com uma velocidade de 3 km/h e foram instruídas e incentivadas a seguirem as diretrizes da *American Thoracic Society* (6), de modo que poderiam aumentar ou diminuir a velocidade da esteira a qualquer momento que desejassem. As variáveis ventilatórias e de trocas gasosas foram avaliadas continuamente durante o TC6est e analisadas respiração-a-respiração, usando o mesmo sistema ergoespirométrico utilizado no TECP (figura 1A), previamente calibrado de acordo com as especificações do fabricante. Os pacientes também foram monitorizados com derivação torácica MC5 com o mesmo monitor cardíaco utilizado previamente no TECP.

A FC e a percepção de esforço medida pela escala de Borg foram avaliadas em repouso, durante cada minuto de exercício e ao longo do período de nove minutos de recuperação. A PA foi aferida no repouso inicial na esteira, assim como ao final do teste e durante o período de recuperação. As voluntárias foram instruídas a caminharem na esteira a maior distância que pudessem, durante seis minutos. Como mostrado na figura 1B, o painel da esteira mostrando velocidade e distância percorrida não era visível às

voluntárias, somente os botões mostrando início e fim do exercício, além das setas que permitiam aumentar ou diminuir a velocidade. Além disso, elas foram autorizadas a interromperem o teste se apresentassem sintomas como taquicardia ou qualquer desconforto que tornasse impossível a continuação do teste. Foram realizados dois testes, com intervalo mínimo de uma hora, a fim de reduzir os efeitos da aprendizagem. Apenas os resultados do segundo TC6est foram considerados para a análise estatística.



**Figura 1** Ilustração do protocolo experimental. **A:** (1) Voluntária durante teste de caminhada de seis minutos na esteira com coleta de gases expirados e monitorização cardíaca; (2) Visor da esteira; **B:** (3) Detalhe do visor da esteira permitindo a visualização dos botões para início/ interrupção do exercício e aumento/ diminuição da velocidade.

### ***Análise estatística***

O tamanho amostral foi calculado usando o software ENE, versão 2.0 (GlaxoSmithKline España S.A., Madri, Espanha em conjunto com a

Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, Espanha; disponível em: <http://www.e-biometria.com/>). Considerando um erro tipo I de 5%, em um teste bicaudal, com poder amostral de 80% para detectar uma diferença significativa de aproximadamente  $0,80 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  no  $V'O_2$  na posição ortostática entre a população de obesas e eutróficas (22), o tamanho da amostra calculado foi de oito sujeitos em cada grupo. A análise estatística foi realizada com o software SPSS para Windows, versão 10.0 e com o software MedCalc, versão 11.4.4.0. Os dados foram apresentados como média  $\pm$  DP após o teste de distribuição normal dos dados (teste de Shapiro-Wilk) e como mediana [mínimo, máximo] para variáveis categóricas.

O teste *t Student* não pareado foi utilizado para comparação entre as médias dos dados demográficos e antropométricos, dos índices de bioimpedância elétrica, da função pulmonar, além dos dados subjetivos de percepção de esforço, variáveis metabólicas, ventilatórias, cardiovasculares do TECP e do TC6est entre os grupos. O teste *t Student* pareado foi usado para comparar os resultados do TECP e do TC6est em cada grupo estudado. O teste exato de Fisher foi usado para dados categóricos na comparação do uso de medicamentos entre os grupos. As relações entre a  $FC_{\text{pico}}$  e o  $V'O_2$  ( $\text{mL.min}^{-1}$ ) em ambos TECP e TC6est assim como as relações entre o  $V'O_2$  relativo ( $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e o IMC foram feitas usando a correlação de *Pearson*. Além disso, os limites de acordo entre as variáveis clínicas, metabólicas e cardiorrespiratórias avaliadas em ambos os testes foram realizados pela análise de Bland-Altman (23). A probabilidade de erro tipo I foi estabelecida em 5% ( $p < 0,05$ ).

## Resultados

Durante o período, 73 voluntárias foram recrutadas, mas 24 não preencheram os critérios de inclusão. Três delas apresentaram  $IMC < 18,5 \text{ kg.m}^{-2}$ , 18 estavam com sobrepeso ( $24,9 < IMC < 29,9 \text{ kg.m}^{-2}$ ), uma estava anêmica, uma era asmática e uma já estava na pós-menopausa. Do restante das 49 voluntárias, 28 foram alocadas no GO, mas sete delas decidiram não participar do estudo, cinco apresentaram conflito de horários e não puderam concluir a realização dos protocolos experimentais e duas apresentaram resposta fisiológica inadequada ao exercício. Vinte e uma mulheres foram alocadas no GE, mas uma decidiu não participar, três apresentaram conflito de horários e não puderam continuar no estudo, uma ficou grávida e uma voltou a fumar durante as avaliações. Dessa forma, devido à perda amostral, foram estudadas 14 mulheres obesas (GO) e 15 eutróficas (GE).

A tabela mostra dados demográficos e antropométricos, parâmetros cardiovasculares em repouso, índices da bioimpedância elétrica, medicações em uso e função pulmonar dos dois grupos estudados. Diferenças significativas foram encontradas entre os grupos em relação à massa corporal, IMC, pressão arterial sistólica e diastólica (PAS e PAD, respectivamente) e índices da composição corporal. O uso de medicações foi similar entre os grupos. Os dados espirométricos foram usados para confirmar os critérios de exclusão e não foram encontradas diferenças entre GO e GE (tabela 1). Em relação aos resultados do questionário de *Baecke*, todas as mulheres foram consideradas sedentárias com uma pontuação total menor ou igual a 8: metade do GO ( $n = 7$ ) apresentou pontuação abaixo de 6 e dessas, metade

teve pontuação entre 6 e 8; quatro mulheres do GE apresentaram escores abaixo de 6, e onze delas tiveram notas entre 6 e 8. No entanto, não houve diferenças significativas entre os grupos ( $p = 0,26$ ).

**Tabela 1** Dados demográficos, antropométricos, variáveis cardiovasculares em repouso, composição corporal, medicamentos em uso e função pulmonar dos grupos estudados

	<b>Grupo de Eutróficas (n=15)</b>	<b>Grupo de Obesas (n=14)</b>
<b>Dados demográficos e antropométricos</b>		
Idade, anos	30±7	33±8
Estatura, m	1,66±7	1,62±7
Massa corporal, kg	60,5±8	100,4±16*
IMC, kg.m <sup>-2</sup>	22±2	38±6*
<b>Parâmetros cardiovasculares em repouso</b>		
FC, bpm	85±8	93±12*
PAS, mmHg	109±9	119±12*
PAD, mmHg	75±8	86±8*
<b>Bioimpedância elétrica</b>		
TMB, Kcal	1402±86	1763±181*
%Gord	27±5	46±4*
Massa gorda, kg	17±5	47±11*
Massa magra, kg	44±3	54±6*
<b>Medicações</b>		
Contraceptivo oral	4	6
Hormônio Tireoestimulante	2	0
<b>Função pulmonar</b>		
CVF, L	3,7±0,7	3,4±0,6
CVF, % pred	93,1±11,9	92,7±12,6
VEF <sub>1</sub> , L	3,3±0,6	2,9±0,5
VEF <sub>1</sub> , % pred	97,8±13,0	94,3±12,5
VEF <sub>1</sub> /CVF	88,8±4,0	85,3±5,4
VEF <sub>1</sub> /CVF, % pred	105,1±4,0	101,7±6,1

Dados apresentados em média ± DP. IMC, índice de massa corporal; FC, frequência cardíaca; PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica; TMB, taxa metabólica basal; %Gord, porcentagem de gordura corporal; CVF, capacidade vital forçada; CVF<sub>1</sub>, capacidade vital forçada no primeiro segundo. \*Diferenças intergrupos significativas.

*Respostas fisiológicas e subjetivas relacionadas ao exercício*

A tabela 2 ilustra os resultados do TECP e do TC6est. Todas as voluntárias foram capazes de completar ambos os testes sem complicações, exceto duas voluntárias do GO que apresentaram resposta inadequada da PA ao exercício e foram excluídas da amostra final do estudo. A duração do TECP assim como a velocidade alcançada e a distância caminhada em ambos os testes foram significativamente menores no GO comparado ao GE. Em ambos os testes, as mulheres obesas apresentaram maiores valores absolutos de  $\dot{V}O_2$  ( $p < 0,0001$ ) comparado às eutróficas, mas quando esses valores foram corrigidos pela massa corporal, o  $\dot{V}O_2$  relativo foi significativamente menor ( $p = 0,02$ ) no GE. Além disso, a  $\dot{V}E$ , a PAS e a PAD foram maiores no GO. Considerando-se ambos os testes, não houve diferença entre grupos na frequência respiratória (FR), fadiga de membros inferiores, curvas  $\dot{V}E/\dot{V}O_2$  e  $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ . Em relação ao TECP, o quociente respiratório foi menor e a sensação de dispnéia foi significativamente maior no GO em comparação com o GE. Não houve diferença entre os grupos na porcentagem do  $\dot{V}O_2$  predito, no volume corrente, na FC e no percentual da FC máxima prevista para a idade (FC%). Quanto ao TC6est, as variáveis  $\dot{V}CO_2$ , volume corrente, FC e %FC apresentaram valores mais elevados nas obesas do que nas eutróficas.

A tabela 2 também mostra a comparação entre as respostas integradas ao exercício de ambos os testes máximo sintoma-limitado e submáximo em cada grupo estudado. Houve diferenças entre a maioria dos resultados dos testes de GO, exceto em relação à distância percorrida, curva de  $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ , PAD e sensação de fadiga em membros inferiores. O GE apresentou



diferenças significativas entre ambos os testes, exceto em relação à velocidade de caminhada e às curvas  $V'E/V'O_2$ , apresentando valores mais baixos de todas as variáveis avaliadas no teste submáximo, como esperado.

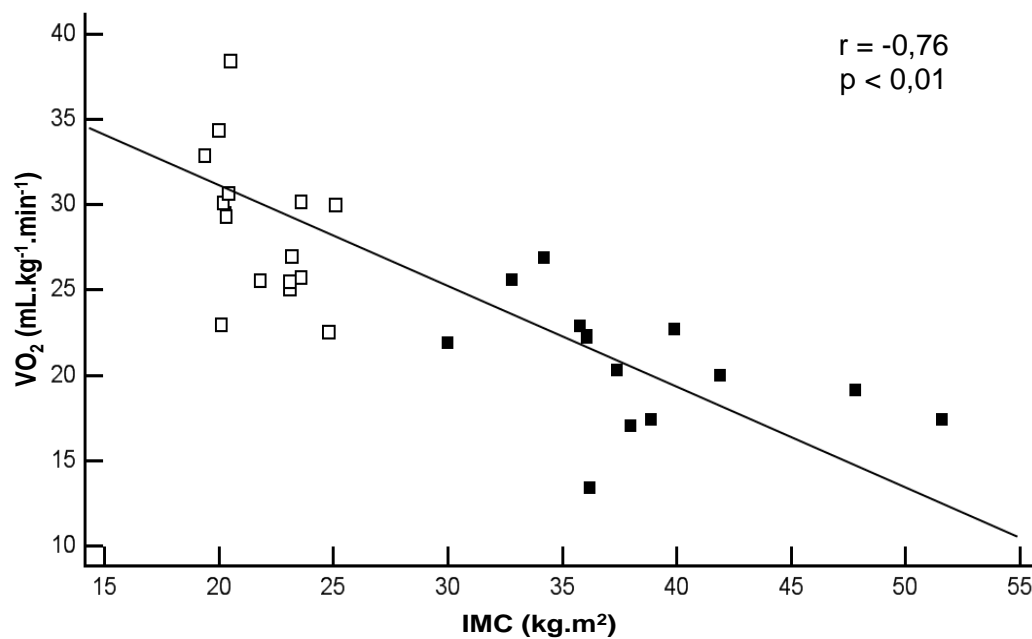
O GO apresentou valores pronunciadamente mais baixos no LA alcançado no TECP em relação ao tempo para apresentar o LA, à velocidade da esteira e ao  $V'O_2$  relativo. Além disso, GO obteve maiores  $V'O_2$  absoluto,  $V'CO_2$ ,  $V'E$  e  $FR$ . Não houve diferença significativa entre os grupos em relação aos outros parâmetros ventilatórios e metabólicos no LA.

Sobre as relações entre as respostas metabólicas aos dois testes e às características da amostra, a figura 2 mostra uma forte correlação negativa ( $r = -0,76$ ) entre o  $V'O_2$  relativo no pico do TECP e o IMC, considerando-se todas as voluntárias. Além disso, foi encontrada uma forte correlação positiva ( $r = 0,77$ ) entre a FC alcançada no pico de ambos os testes no GO (figura 3A). Considerando-se todas as voluntárias, o  $V'O_2$  absoluto medido no pico do TECP apresentou uma correlação moderada ( $r = 0,53$ ), mas significativa com o mesmo parâmetro do pico TC6est (figura 3B).

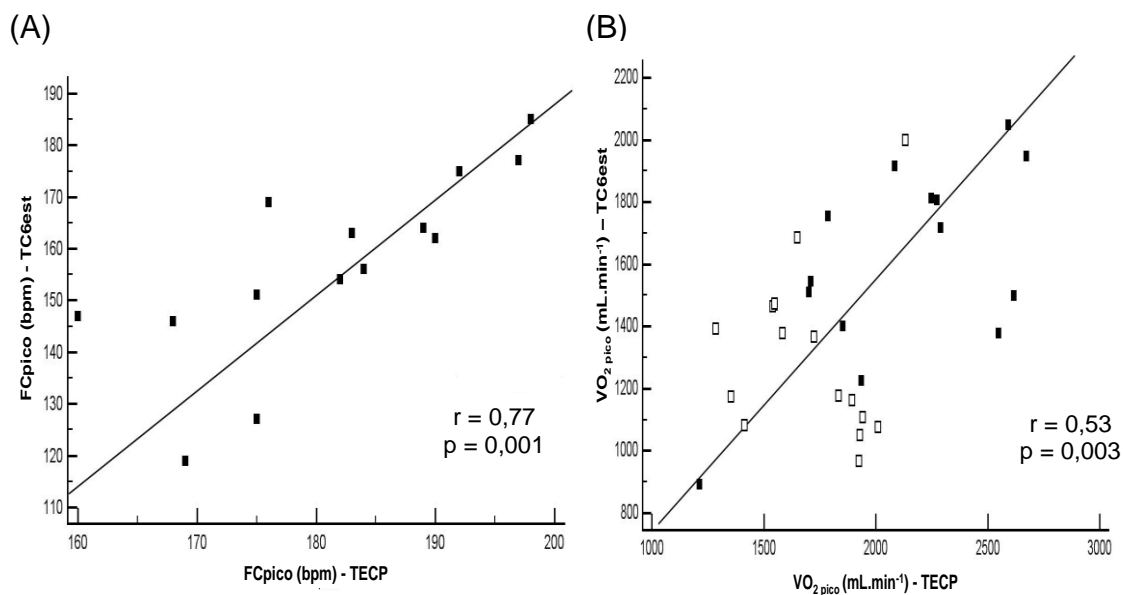
**Tabela 2** Dados do teste de exercício cardiopulmonar (TECP) e teste de caminhada de seis minutos na esteira (TC6est) no pico de exercício e no limiar de anaerobiose.

	Grupo de Eutróficas (n=15)		Grupo de Obesas (n=14)	
	TECP	TC6est	TECP	TC6est
<b>Pico do Exercício</b>				
Duração, min	10,7 ± 1,6	-	8,5 ± 1,6*	-
Velocidade, km.h <sup>-1</sup>	6,7 ± 0,9	6,7 ± 0,7	5,6 ± 1,0*	6,2 ± 0,7* <sup>#</sup>
Distância, m	812,1 ± 186,7	633,3 ± 61,0 <sup>#</sup>	580,3 ± 145,7*	582,1 ± 71,3*
<b>Dados metabólicos</b>				
V'O <sub>2</sub> , %pred	91,1 ± 15,5	-	86,1 ± 10,5	-
V'O <sub>2</sub> , mL.min <sup>-1</sup>	1739,2 ± 255,7	1299 ± 274,2 <sup>#</sup>	2087,6 ± 451,6*	1602,1 ± 334,5* <sup>#</sup>
V'O <sub>2</sub> , mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	28,7 ± 4,4	21,4 ± 4,3 <sup>#</sup>	20,7 ± 3,6*	16,0 ± 3,7* <sup>#</sup>
V'CO <sub>2</sub> , mL.min <sup>-1</sup>	2179,8 ± 368,5	1203,9 ± 254,0 <sup>#</sup>	2478,1 ± 566,2	1595,1 ± 365,7* <sup>#</sup>
QR	1,25 ± 0,10	0,96 ± 0,09 <sup>#</sup>	1,19 ± 0,07*	0,96 ± 0,1 <sup>#</sup>
<b>Dados ventilatórios</b>				
V'E, L.min <sup>-1</sup>	67,1 ± 10,9	38,1 ± 12,5 <sup>#</sup>	80,2 ± 15,7*	51,2 ± 16,0* <sup>#</sup>
FR, br.min <sup>-1</sup>	42 ± 7,6	31 ± 9,9 <sup>#</sup>	44 ± 9,0	36 ± 7,1 <sup>#</sup>
Volume corrente, L	1,6 ± 0,3	1,2 ± 0,2 <sup>#</sup>	1,8 ± 0,3	1,4 ± 0,2* <sup>#</sup>
V'E/V'O <sub>2</sub>	38,0 ± 6,8	28,9 ± 5,2 <sup>#</sup>	37,8 ± 7,9	32,0 ± 7,9 <sup>#</sup>
V'E/V'CO <sub>2</sub>	31 ± 4,3	29,9 ± 3,4	31,8 ± 5,8	33,4 ± 7,1
<b>Dados cardiovasculares</b>				
FC, bpm	182 ± 9	141 ± 20 <sup>#</sup>	181 ± 11	157 ± 18* <sup>#</sup>
FC, %pred	101 ± 3	78 ± 11 <sup>#</sup>	102 ± 6	88 ± 10* <sup>#</sup>
PAS, mmHg	159 ± 16	143 ± 10 <sup>#</sup>	182 ± 18*	163 ± 23* <sup>#</sup>
PAD, mmHg	86 ± 9	78 ± 8 <sup>#</sup>	94 ± 12*	90 ± 10*
<b>Sintomas</b>				
Dispneia	5,0 [2-7]	1,0 [0-5] <sup>#</sup>	7,0 [3-10]*	1,50 [0-5] <sup>#</sup>
Fadiga MMII	4 [0,5-7]	1,0 [0-3] <sup>#</sup>	4 [0-10]	1,75 [0-7]
<b>Limiar de anaerobiose</b>				
Tempo, min	4,9 ± 0,9	-	3,5 ± 0,7*	-
Velocidade, km.h <sup>-1</sup>	3,9 ± 0,4	-	3,5 ± 0,6*	-
<b>Dados metabólicos</b>				
V'O <sub>2</sub> , %pred	61,3 ± 8,3	-	67,7 ± 10,0	-
V'O <sub>2</sub> , mL.min <sup>-1</sup>	1053,5 ± 139,6	-	1392,9 ± 279,9*	-
V'O <sub>2</sub> , mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	17,3 ± 1,6	-	13,7 ± 1,8*	-
V'CO <sub>2</sub> , mL.min <sup>-1</sup>	933,6 ± 184,7	-	1198,4 ± 275,8*	-
QR	0,88 ± 0,08	-	0,86 ± 0,06	-
<b>Dados ventilatórios</b>				
V'E, L.min <sup>-1</sup>	25,3 ± 5,1	-	33,5 ± 7,3*	-
FR, br.min <sup>-1</sup>	21 ± 5,3	-	25 ± 5,4*	-
Volume corrente, L	1,3 ± 0,3	-	1,4 ± 0,3	-
V'E/V'O <sub>2</sub>	23,9 ± 3,0	-	24,1 ± 3,2	-
V'E/V'CO <sub>2</sub>	27,3 ± 2,8	-	28,3 ± 3,5	-

Dados apresentados em média ± DP e mediana [mínimo, máximo], quando apropriado. V'O<sub>2</sub>, consumo de oxigênio; V'CO<sub>2</sub>, produção de dióxido de carbono; QR, quociente respiratório; V'E, ventilação-minuto; FR, frequência respiratória; FC, frequência cardíaca; PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica; fadiga MMII, fadiga de membros inferiores. \*Diferenças significativas comparando voluntárias obesas versus eutróficas. <sup>#</sup>Diferenças significativas comparando TECP versus TC6est.



**Figura 2** Correlação entre o IMC e o V'O<sub>2</sub> no pico do teste de exercício cardiopulmonar considerando-se mulheres obesas (quadrados pretos) e eutróficas (quadrados brancos). IMC, índice de massa corporal; V'O<sub>2</sub>, consumo de oxigênio.

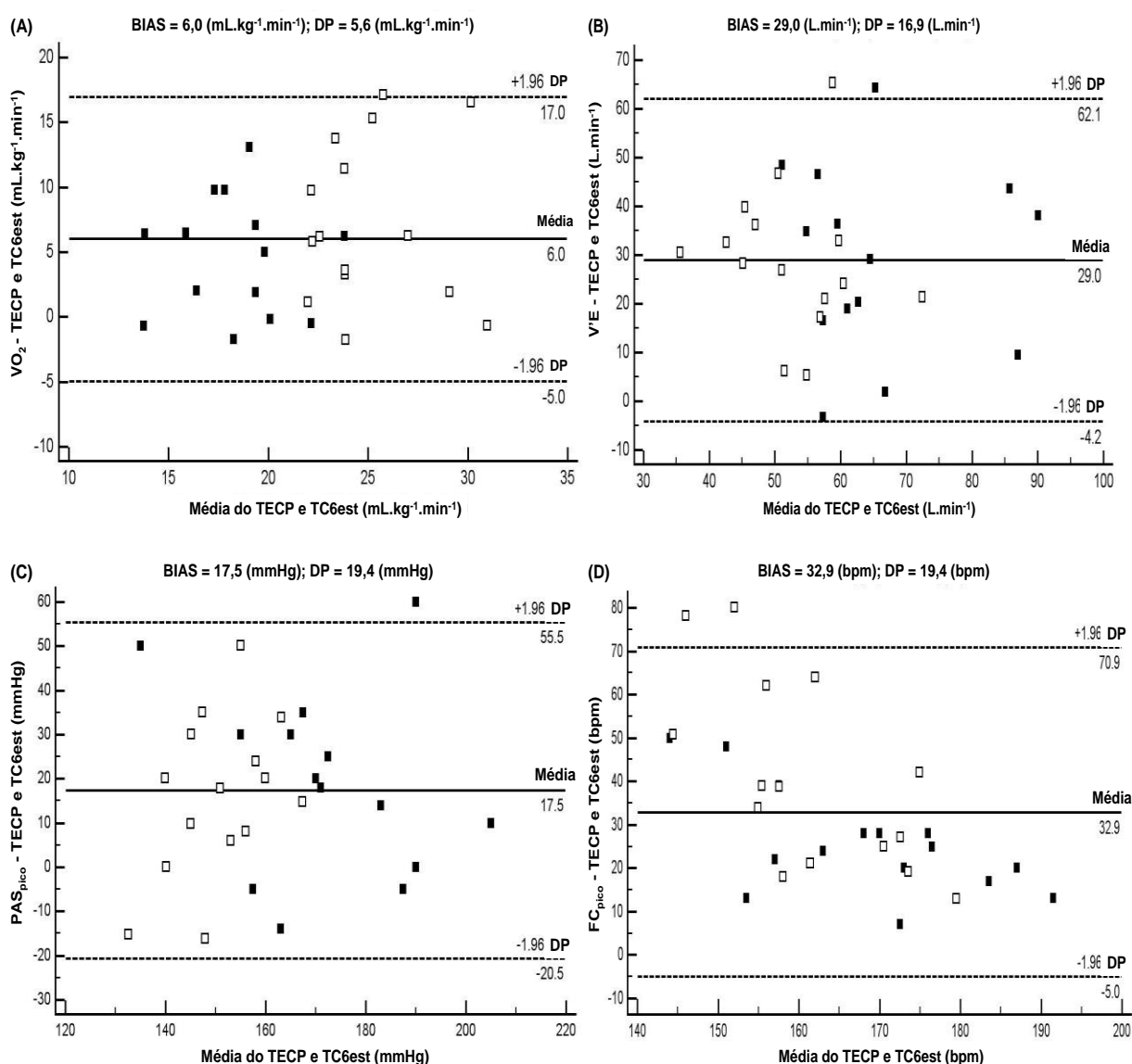


**Figura 3** Correlações entre: (A) FC pico em ambos os testes - TECP e TC6est - nas mulheres obesas; (B)  $V'O_2$  pico no TECP e no TC6est nos dois grupos estudados. FC pico, frequência cardíaca pico; TECP, teste de exercício cardiopulmonar; TC6est, teste de caminhada de seis minutos na esteira;  $V'O_2$  pico, consumo de oxigênio no pico do exercício.

#### *Acordo entre os métodos - TECP e TC6est*

A análise de concordância entre os dois testes de exercícios aplicados para avaliar a capacidade funcional de todos os voluntários foi realizada pelo método de Bland-Altman. Considerando-se os parâmetros metabólicos e ventilatórios alcançados no TECP como padrão-ouro, nós escolhemos as variáveis  $V'O_{2\text{pico}}\text{-TECP}$  vs.  $V'O_{2\text{pico}}\text{-TC6est}$  e  $V'E\text{-TECP}$  vs.  $V'E\text{-TC6est}$  para analisarmos o nível de acordo entre os métodos. Além disso, mais dois dados fisiológicos do TECP foram selecionados para serem plotados de acordo com o método de Bland-Altman:  $PAS\text{-TECP}$  vs.  $PAS\text{-TC6est}$ , e  $FC\text{pico}\text{-TECP}$  vs.  $FC\text{pico}\text{-TC6est}$ . Conforme se vêem nas figuras 4A e 4B, a média das diferenças para identificar o  $V'O_2$  relativo e a  $V'E$  pelo TECP e pelo TC6est foi

de  $6,0 \pm 5,6$  ( $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e  $29,0 \pm 16,9$  ( $\text{L.min}^{-1}$ ), respectivamente. Da mesma forma, os cálculos de acordo entre ambos os testes para identificar a PAS e a FC no pico do exercício encontraram uma diferença média entre os testes de  $17,5 \pm 19,4$  (mmHg) e  $32,9 \pm 19,4$  (figuras 3C e 3D), respectivamente. Assim, foi possível identificar um bom acordo entre o TECP e o TC6est em todas as análises realizadas.



**Figura 4** Os gráficos de Bland-Altman mostram acordo das diferenças das médias do: (A)  $\text{V'O}_2$  ( $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ); (B)  $\text{V'E}$  ( $\text{L.min}^{-1}$ ); (C)  $\text{PAS}_{\text{pico}}$  no TC6est; e (D)  $\text{FC}_{\text{pico}}$  (bpm) no TC6est. BIAS, média das diferenças entre as médias;  $\pm 1,96$  = limite de acordo de 95%.  $\text{V'O}_2$ , consumo de oxigênio;  $\text{PAS}_{\text{pico}}$ , pressão arterial sistólica no pico do teste de caminhada de seis minutos na esteira; TC6est, teste de caminhada de seis minutos na esteira;  $\text{FC}_{\text{pico}}$ , frequência cardíaca no pico do teste de caminhada de seis minutos na esteira. Grupo de obesas (quadrados pretos) e grupo de eutróficas (quadrados brancos).

## Discussão

Neste estudo, demonstramos que o TC6est, apesar de ser um teste submáximo, é capaz de fornecer medidas diretas e indiretas da capacidade funcional de acordo com o TECP em mulheres obesas, apresentando a vantagem de gerar menor sensação de dispnéia nessa população durante a realização do teste. Além disso, os testes de exercício demonstraram que as mulheres obesas, em comparação com as eutróficas, têm uma menor capacidade funcional expressa por variáveis metabólicas, ventilatórias, cardiovasculares e de percepção da dispnéia, bem como pela velocidade e distância percorrida. Ainda, quanto maior o IMC, menos pronunciados foram os valores de  $V'O_2$  relativo alcançados pelas voluntárias.

### Resultados da avaliação clínica e fisioterápica

As mulheres obesas apresentaram valores mais elevados entre os índices de bioimpedância elétrica e IMC (tabela 1). Curiosamente, alguns estudos têm focado dois diferentes tipos de perfil metabólico em indivíduos obesos em relação à composição corporal, o que pode indicar melhor ou pior prognóstico. Brochu *et al.* (24) encontraram uma quantidade significativamente maior de massa magra nos indivíduos com metabolismo anormal do que naqueles com perfil metabólico normal. Apesar de não termos avaliado outros parâmetros que comprovam o metabolismo anormal de nossas voluntárias obesas, tais como a gordura visceral e sensibilidade à insulina, a quantidade de massa magra pode ser uma variável de interesse em futuros estudos nesta população.

Em relação à função pulmonar, utilizamos as variáveis espirométricas apenas para garantir a exclusão de indivíduos com doenças respiratórias. Nossos resultados não mostraram diferença significativa dos valores espirométricos entre mulheres obesas e eutróficas, corroborando um estudo anterior, que demonstrou que mesmo em obesas mórbidas, a função espirométrica é normal ou próxima do normal (25).

O padrão de atividade física regular avaliado pelo questionário modificado para estudos epidemiológicos de *Baecke* mostrou que ambos GO e GE foram classificados como sedentários. O sedentarismo é responsável pela menor capacidade funcional em comparação com indivíduos fisicamente ativos e com piores valores nos índices de composição corporal (26).

#### Comparação entre os resultados do TECP e do TC6est

Como o TC6 é um teste submáximo que tem sido utilizado para avaliar a capacidade funcional em diversas populações, por ser mais bem tolerado do que o TECP em indivíduos com alguma incapacidade (27), nós comparamos as respostas ao exercício para ambos os testes aplicados. Sabe-se que o TECP é considerado o padrão-ouro para avaliar as respostas integradas ao exercício, pois é um exercício progressivo que atinge o limite de tolerância (5). No entanto, o alto dispêndio de tempo, a necessidade de uma equipe qualificada, a dificuldade técnica de execução e os elevados custos tornaram-se barreiras para que esse teste possa ser amplamente aplicado na prática clínica (28). A vantagem do TECP é o fato de ele ser aplicado em esteira rolante ou em bicicleta, o que permite a coleta rápida de todas as variáveis fisiológicas (5).

Curiosamente, embora o TC6 seja normalmente aplicado em um corredor, ele também pode ser aplicado em esteira rolante para um acompanhamento mais próximo e, portanto, seguro dos parâmetros fisiológicos (9). Essa foi uma das razões para a escolha por esse teste; a outra foi de coletar as variáveis ventilatórias e de trocas gasosas com o mesmo equipamento usado no TECP, de forma que os resultados dos testes pudessem ser comparados.

Guimarães *et al.* (21) aplicaram um TC6 na esteira com coleta concomitante de variáveis ventilatórias e metabólicas em pacientes com insuficiência cardíaca e demonstraram ser um método adequado para avaliar a capacidade funcional desses pacientes, uma vez que eles apresentavam uma maior limitação funcional para concluir o TECP com êxito.

Apesar do TC6est já ter sido aplicado anteriormente em indivíduos saudáveis e pacientes crônicos, sabemos que os resultados da distância percorrida no TC6est não são intercambiáveis com os testes tradicionalmente executados no corredor (6). Mesmo quando a velocidade de caminhada foi ajustada pelo próprio voluntário, como em nosso estudo, a média da distância percorrida na esteira durante o TC6 foi quase 14% menor quando comparado com o TC6 padrão usando um corredor de 30 m (11).

Dessa forma, foram comparadas as respostas ventilatórias, metabólicas, fisiológicas e subjetivas no pico do exercício para confrontar os resultados dos testes. É sabido que os indivíduos obesos consomem uma quantidade maior de oxigênio quando submetidos à mesma carga de trabalho em comparação com os eutróficos, devido a sua elevada quantidade de massa corporal (28). Em nossos resultados, o GO apresentou uma capacidade de trabalho reduzida



em relação ao GE, uma vez que alcançou precocemente a transição metabólica da via aeróbica para anaeróbica (LA) e teve uma duração menor do TECP alcançando maiores valores absolutos de  $\dot{V}O_2$ . Esse comportamento metabólico observado pode ser consequência da menor tolerância ao exercício, como resultado do aumento do lactato arterial com subsequente acidose metabólica apresentada pelas obesas comparadas com as eutróficas (29).

Hulens *et al.* (30) aplicaram um teste de capacidade máxima de exercício em cicloergômetro em uma grande amostra de mulheres obesas e de massa corporal normal. Eles demonstraram que a capacidade de exercício está reduzida na obesidade tanto na intensidade submáxima como no pico do teste aplicado, pois as mulheres obesas apresentaram menor  $\dot{V}O_2$  relativo,  $\dot{V}E$ , FC e RER do que as não obesas. Outros autores (31) também demonstraram uma redução na aptidão física e na capacidade funcional por meio de valores mais baixos de  $\dot{V}O_2$  estimado durante o TECP em obesas, em comparação com eutróficas e mulheres com sobrepeso. Esses resultados estão em conformidade com os nossos e corroboram o pior prognóstico para doenças cardiovasculares apresentado por essa população (31,32).

Comparando-se a distância percorrida em ambos os testes, GO percorreu menor distância do que GE. O GO andou uma distância maior no TC6 na esteira do que no TECP, provavelmente porque o aumento da inclinação teve um impacto mais expressivo nas respostas integradas ao exercício nas obesas do que nas eutróficas, devido à elevada massa corporal que têm que locomover ao longo do exercício. Em relação ao teste submáximo, vários estudos têm demonstrado menor distância caminhada no TC6 (distTC6)

por indivíduos obesos, com aumento no número de metros percorridos após aplicação de estratégias para redução de massa corporal e/ou treinamento aeróbio (7,13).

Apesar da função pulmonar avaliada pela espirometria permanecer relativamente normal em comparação aos valores previstos e de não ocorrer nenhum prejuízo relevante nas trocas gasosas pulmonares nas mulheres obesas no exercício (4), elas apresentam uma falta de hiperventilação compensatória durante o exercício intenso (25,33). Nossos resultados confirmam esses achados anteriores, pois nossas mulheres obesas não elevaram sua frequência respiratória proporcionalmente ao maior  $V'O_{2\text{pico}}$  se comparado com o GE, como demonstrado na tabela 2. Esse comportamento inadequado pode estar relacionado com a sensação de dispnéia percebida pelo GO no pico do TECP e com o custo de oxigênio da respiração em indivíduos obesos, que pode ser quase três vezes maior (com 3,45mL de oxigênio por litro de ventilação) do que em eutróficos (34).

As mulheres obesas apresentaram pressão arterial sistólica e diastólica superior às das eutróficas em nosso estudo em ambos os testes e mesmo no repouso prévio aos exercícios. No entanto, as consequências da obesidade sobre a função cardíaca permanecem obscuras. Alguns autores descreveram alterações da função sistólica ou diastólica (35), anormalidades diastólicas sendo representantes de consequências cardíacas precoces da obesidade (36), enquanto outros pesquisadores apontaram a função cardíaca normal em indivíduos obesos (37). Concordando com nossos resultados, Serés *et al.* (38) encontraram valores mais elevados de PA em obesos mórbidos do que nos controles em repouso e durante um TECP sintoma-limitado.

### Implicações clínicas

O grande consumo energético necessário para mover a grande massa corporal das mulheres obesas colabora para que tenham uma reduzida capacidade de realizar exercício (38). Além disso, a dispnéia durante a atividade física é uma queixa comum nessa população (4), o que também pode limitar o seu desempenho. Em vista disso, decidimos usar duas variáveis com medidas diretas ( $V'O_2$  e  $V'E$ ), bem como variáveis de medidas indiretas (PAS e FC) para confirmar se o teste submáximo poderia ser usado como um método adequado para avaliar a capacidade funcional com respostas ventilatórias, metabólicas, cardiovasculares e subjetivas comparáveis às do TECP sintoma-limitado.

Medidas de PA e FC são variáveis facilmente avaliadas durante o TC6est e, como pode-se ver pelos gráficos de Bland-Altman, tais variáveis têm um bom nível de concordância entre o TECP e o teste submáximo na esteira. Esse fato garante a redução dos custos de realização de tal teste em relação ao padrão-ouro. Além disso, o TC6est demanda menor tempo de realização, não exige uma equipe especializada com a presença obrigatória do médico e promove uma menor sensação de dispnéia nas mulheres obesas, o que pode melhorar seu desempenho físico.

Essas vantagens têm grande relevância clínica, pois o TC6est pode ser aplicado na prática clínica, nas situações em que os profissionais de saúde necessitem de um método de avaliação da capacidade funcional para uma população que exija monitorização frequente da resposta cardiovascular ao exercício, promovendo maior segurança na aplicação do teste.

### Conclusão

O TC6est foi capaz de eliciar respostas ventilatórias, metabólicas e cardiovasculares em acordo com as apresentadas no TECP. Além disso, esse teste submáximo realizado na esteira parece ser um método adequado para avaliar a extensão da limitação funcional em mulheres obesas, sem impor-lhes uma sensação tão elevada de dispnéia como acontece no estresse imposto pelo TECP sintoma-limitado.

## Referências Bibliográficas

1. Jia H, Lubtikin EI. The impact of obesity on health-related quality-of-life in the general adult US population. *J Public Health (Oxf)*. 2005 Jun;27(2):156-64.
2. Larsson U, Karlsson J, Sullivan M. Impact of overweight and obesity on health-related quality of life: a Swedish population study. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002 Mar;26(3):417-24.
3. Niero M, Martin N, Finger T, Lucas R, Mear I, Wild D, Glauda L, Patrick DL. A new approach to multicultural item generation in the development of two obesity - specific measures: the obesity and weight loss quality of life (OWLQOL) questionnaire and the weight-related symptom measure (WRSM). *Clin Ther*. 2002 Apr;24(4):690-700.
4. Zavorsky GS. Cardiopulmonary aspects of obesity in women. *Obstet Gynecol Clin North Am*. 2009 Jun;36(2):267-84, viii.
5. ERS Task Force, Palange P, Ward SA, Carlsen KH, Casaburi R, Gallagher CG, Gosselink R, O'Donnell DE, Puente-Maestu L, Schols AM, Singh S, Whipp BJ. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *Eur Respir J*. 2007 Jan;29(1):185-209.
6. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Jul 1;166(1):111-7.
7. Maniscalco M, Zedda A, Giardiello C, Faraone S, Cerbone MR, Cristiano S, Sofia M. Effect of bariatric surgery on the six-minute walk test in severe uncomplicated obesity. *Obes Surg*. 2006 Jul;16(7):836-41.
8. Cahalin LP, Mathier MA, Semigran MJ, Dec GW, DiSalvo TG. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. *Chest*. 1996 Aug;110(2):325-32.
9. Prochaczek F, Winiarska H, Krzyzowska M, Brandt JS, Swida KR, Szczurek ZW, Owczarek A, Galecka J. Six-minute walk test on a special treadmill: Primary results in healthy volunteers. *Cardiol J* 2007;14(5):447-52.
10. Camargo VM, Martins Bdo C, Jardim C, Fernandes CJ, Hovnanian A, Souza R. Validation of a treadmill six-minute walk test protocol for the evaluation of patients with pulmonary arterial hypertension. *J Bras Pneumol* 2009 May;35(5):423-30.
11. Stevens D, Elpern E, Sharma K, Szidon P, Ankin M, Kesten S. Comparison of hallway and treadmill six-minute walk tests. *Am J Respir Crit Care Med* 1999 Nov;160(5 Pt 1):1540-3.

12. World Health Organization. The International Classification of adult underweight, overweight and obesity according to BMI. [http://www.who.int/bmi/index.jsp?introPage5intro\\_3.html](http://www.who.int/bmi/index.jsp?introPage5intro_3.html). Accessed January 12, 2009.
13. Castello V, Simões RP, Bassi D, Catai AM, Arena R, Borghi-Silva A. Impact of Aerobic Exercise Training on Heart Rate Variability and Functional Capacity in Obese Women After Gastric Bypass Surgery. *Obes Surg* 2010 Nov 20. [Epub ahead of print]
14. Florindo AA, Latorre MR DO, Jaime PC, Tanaka T, Z CAF. Metodologia para a avaliação da atividade física habitual em homens com 50 anos ou mais. *Rev Saúde Pública* 2004 Apr;38(2): 307-14.
15. Minderico CS, Silva AM, Keller K, Branco TL, Martins SS, Palmeira AL, Barata JT, Carnero EA, Rocha PM, Teixeira PJ, Sardinha LB. Usefulness of different techniques for measuring body composition changes during weight loss in overweight and obese women. *Br J Nutr* 2008 Feb;99(2):432-41.
16. Lung function testing. Selection of reference values and interpretative strategies. American Thoracic Society. *American Review of Respiratory Diseases* 1991 Nov; 144(5): 1202-1218.
17. Oosthuyse T, Bosch AN. The effect of the menstrual cycle on exercise metabolism: implications for exercise performance in eumenorrhoeic women. *Sports Med.* 2010 Mar 1;40(3):207-27. doi: 10.2165/11317090-000000000-00000.
18. Noonan V, Dean E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. *Phys Ther.* 2000 Aug;80(8):782-807.
19. Borg, GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14(5): 377–81.
20. Beaver WL, Wasserman K, WhippBJ. A new method for detecting the anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986 Jun; 60(6): 2020–2027.
21. Guimarães GV, Carvalho VO, Bocchi EA. Reproducibility of the self-controlled six-minute walking test in heart failure patients. *Clinics (Sao Paulo)*. 2008 Apr;63(2):201-6.
22. Browning RC, Kram R. Energetic cost and preferred speed of walking in obese vs. normal weight women. *Obes Res.* 2005 May;13(5):891-9.
23. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986 Feb 8;1(8476) 307–310.
24. Brochu M, Tchernof A, Dionne IJ, Sites CK, Eltabbakh GH, Sims EA, Poehlman ET. What are the physical characteristics associated with a normal

metabolic profile despite a high level of obesity in postmenopausal women? *J Clin Endocrinol Metab.* 2001 Mar;86(3):1020-5.

25. Zavorsky GS, Hoffman SL. Pulmonary gas exchange in the morbidly obese. *Obes Rev.* 2008 Jul;9(4):326-39.

26. Kyle UG, Genton LC, Slosman DO, Pichard C. Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition* 2001 Jul-Aug; 17:534-41.

27. Miyamoto S, Nagaya N, Satoh T, Kyotani S, Sakamaki F, Fujita M, Nakanishi N, Miyatake K. Clinical correlates and prognostic significance of six-minute walk test in patients with primary pulmonary hypertension. Comparison with cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000 Feb;161(2 Pt 1):487-92.

28. Wasserman K. Principles of exercise testing & interpretation: including pathophysiology and clinical applications. 3 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.

29. Wasserman K: The anaerobic threshold measurement to evaluate exercise performance. *Am Rev Respir Dis* 1984 Feb;129(2-Pt 2):S35–S40.

30. Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls E. Exercise capacity in lean versus obese women. *Scand J Med Sci Sports* 2001 Oct; 11:305–309.

31. Orsi JV, Nahas FX, Gomes HC, Andrade CH, Veiga DF, Novo NF, Ferreira LM. Impact of obesity on the functional capacity of women. *Rev Assoc Med Bras* 2008 Mar-Abr;54(2):106-9.

32. Fornitano LD, Godoy MF. Exercise testing in individuals with morbid obesity. *Obes Surg* 2010 May;20(5):583-8.

33. Zavorsky GS, Murias JM, Kim do J, Gow J, Christou NV. Poor compensatory hyperventilation in morbidly obese women at peak exercise. *Respir Physiol Neurobiol.* 2007 Nov 15;159(2):187-95.

34. Babb TG. Mechanical ventilatory constraints in aging, lung disease, and obesity: perspectives and brief review. *Med Sci Sports Exerc* 1999 Jan;31:S12–22.

35. Pascual M, Pascual DA, Soria F, Vicente T, Hernández AM, Te´bar FJ, Valde´s M. Effects of isolated obesity on systolic and diastolic left ventricular function. *Heart* 2003 Oct;89: 1152–1156.

36. Scaglione R, Dichiara MA, Indovina A, Lipari R, Ganguzza A, Parrinello G, Capuana G, Merlino G, Licata G. Left ventricular diastolic and systolic function in normotensive obese subjects: influence of degree and duration of obesity. *Eur Heart J.* 1992 Jun;13(6):738-42.

37. Chockalingam A, Linden MA, Dellsperger KC, Thomas TR. Correlation of normal diastolic cardiac function with  $VO_2$  in the metabolic syndrome. *Prev Cardiol*. 2009 Summer;12(3):163-8.

38. Serés L, López-Ayerbe J, Coll R, Rodríguez O, Manresa JM, Marrugat J, Alastrue A, Formiguera X, Valle V. Cardiopulmonary function and exercise capacity in patients with morbid obesity. *Rev Esp Cardiol*. 2003 Jun;56(6):594-600.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

O presente estudo trouxe importantes contribuições no que diz respeito ao estudo do comportamento da modulação autonômica cardíaca de mulheres obesas em diversas situações e da avaliação da capacidade funcional dessa população por meio de teste de exercício máximo e submáximo na esteira:

- Mulheres obesas apresentaram aumento da modulação simpática e diminuição da modulação parassimpática em repouso, depressão da resposta do sistema nervoso autonômico cardíaco às mudanças posturais ativas e ao teste de caminhada na esteira.

- Quanto maior o índice de massa corporal das voluntárias, pior o desempenho no teste de caminhada na esteira (submáximo) e mais expressiva foi percepção de fadiga de membros inferiores.

- O teste de caminhada na esteira proporcionou respostas ventilatórias, metabólicas e cardiovasculares concordantes com o teste de exercício cardiopulmonar, demonstrando ser um método adequado para avaliar a limitação funcional em mulheres obesas sem submetê-las a uma sensação de dispnéia tão significativa como a desencadeada pelo teste máximo.

## APÊNDICE

---

### Resumo artigo submetido ao periódico *Obesity*

#### Abstract

Obesity is a chronic disease rising to epidemic proportions worldwide caused by complex interactions of genetic, behavior, emotional factors. The negative impact of the gaining weight is been directly linked to impaired autonomic nervous system (ANS) and decreased functional capacity. We evaluate and compare cardiac autonomic modulation in obese and eutrophic women at resting and in response to postural changes as well as to treadmill six-minute walking test (tread6MWT). We also analyzed distance covered, walking work and physiologic responses to the tread6MWT in both groups. Two groups of females participants, aged 20-45 years: 14 allocated in the obese group (OG) presenting body mass index ( $BMI \geq 30 \text{kg.m}^{-2}$ ), and 15 allocated in the eutrophic group (EG;  $18.5 < BMI < 24.9 \text{kg.m}^{-2}$ ). The heart rate and R-R intervals were registered at resting position, active postural changes and during the tread6MWT. Compared to EG, OG presented: (a) sympathetic overmodulation and diminished parasympathetic modulation at resting; (b) depressed ANS response to active postural changes and tread6MWT. Correlations analyzes demonstrated: (a) the higher speed and walking work over the tread6MWT, the more pronounced were the HR delta and the HR peak; (b) BMI is negatively correlated with the treadmill speed and positively correlated with the leg fatigue, both at the peak of tread6MWT; and (c) the higher BMI, the more decreased was the 6MWT distance. Our results suggest that obese women present

depressed ANS response to active postural changes and tread6MWT. Besides, obesity leads to decreased functional capacity and heavier walking work, increasing physiologic responses to exercise.

## ANEXOS

---

### Anexo A – Carta de submissão do artigo ao periódico *Obesity*

18-Jan-2011

Dear Miss Di Thommazo:

A manuscript titled *Impact of obesity in the autonomic nervous system in response to active postural changes and to treadmill six-minute walking test (11-0053-Orig)* has been submitted by Miss Luciana Di Thommazo to *Obesity*.

You are listed as a co-author for this manuscript. The online peer-review system, *Manuscript Central*, automatically creates a user account for you. Your USER ID and PASSWORD for your account are as follows:

Site URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/obesity>

USER ID: [lucianadt@gmail.com](mailto:lucianadt@gmail.com)

PASSWORD:

To enter your account, please do the following:

1. Go to: <http://mc.manuscriptcentral.com/obesity>
2. Log in using this information:

Your USER ID is [lucianadt@gmail.com](mailto:lucianadt@gmail.com)

Your case-sensitive PASSWORD is

You can use the above USER ID and PASSWORD to log in to the site and check the status of papers you have authored/co-authored. This password is case-sensitive and temporary. Please log in to <http://mc.manuscriptcentral.com/obesity> to update your account information and change your password.

Thank you for your participation.

Sincerely,  
Obesity Editorial Office

## Anexo B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA  
Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos  
Via Washington Luís, km. 235 - Caixa Postal 676  
Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110  
Fax: (016) 3361.3176  
CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil  
propp@power.ufscar.br - <http://www.propp.ufscar.br/>

### CAAE 0057.0.135.000-09

**Título do Projeto:** efeitos de diferentes testes de avaliação funcional sobre as respostas cardiorrespiratórias e subjetivas de mulheres obesas

**Classificação:** Grupo III

**Procedência:** Departamento de Fisioterapia

**Pesquisadores (as):** Luciana Di Thommazo, Audrey Borqui e Silva (orientadora)

**Processo nº.:** 23112.001960/2009-44

### Parecer N<sup>o</sup>. 230/2009

#### 1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delimitada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ e ao término do estudo.

#### 2. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU:

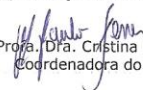
As pendências apontadas no Parecer nº. 202/2009, de 01 de junho, foram satisfatoriamente resolvidas.

O projeto atende as exigências contidas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

#### 3. Conclusão:

Projeto aprovado

São Carlos, 13 de julho de 2009.

  
Prof. Dra. Cristina Paiva de Sousa  
Coordenadora do CEP/UFSCar

## **Anexo C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Você está sendo convidada a participar da pesquisa: “Efeitos de diferentes testes de avaliação funcional sobre as respostas cardiorrespiratórias e subjetivas de mulheres obesas”, tendo sido selecionada por meio de contato com endocrinologistas e/ou nutricionistas da cidade de São Carlos e/ou por meio de convite em forma de panfleto distribuído na cidade ou na Universidade Federal de São Carlos e sua participação não é obrigatória.

Os objetivos deste estudo são comparar o impacto de diferentes testes de avaliação funcional sobre o comportamento do sistema cardiorrespiratório em mulheres, com diferentes graus de obesidade, bem como a sensação de esforço e fadiga das pernas durante a execução desses testes. Os resultados desse estudo poderão fundamentar a prescrição de exercícios para a população de mulheres obesas.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em ser submetida à avaliação clínica cardiológica e fisioterapêutica, constando de avaliação inicial, exames físicos e cardiopulmonares (espirometria e eletrocardiografia) com objetivo de detectar qualquer manifestação clínica que contra-indique sua participação na pesquisa. Após essas avaliações, você será submetida a diferentes testes funcionais (sem a utilização de medicamentos ou de procedimentos invasivos), a saber: registro da frequência cardíaca nas posições deitada e sentada, no repouso e em testes máximo e submáximo em esteira ergométrica, teste de caminhada de 6 minutos, teste de caminhada incremental e teste de degrau aplicados em três dias distintos, não consecutivos, com duração média de duas horas por dia de avaliação. Durante os testes funcionais também serão registradas variáveis cardiorrespiratórias e subjetivas frente ao esforço realizado.

O plano de estudo, bem como os procedimentos a serem executados durante a pesquisa, não evidenciam desconfortos ou prejuízos a você. Os exames iniciais terão como objetivo detectar alterações sistêmicas que inviabilizem a sua participação segura na pesquisa. Na presença de qualquer intercorrência, você será encaminhada para acompanhamento médico especializado. Além disso, você será submetida a um teste ergométrico clínico e estará sujeita a riscos ligados à sua execução como: tontura, turvação visual, náuseas, dor, cansaço e respostas inadequadas de pressão arterial e frequência cardíaca. Porém esses riscos serão minimizados, já que o teste será realizado na presença de um cardiologista e da fisioterapeuta responsável pela pesquisa, sendo que o local de execução do teste (Núcleo de Pesquisa em Exercício Físico) é provido de material necessário em caso de intercorrência clínica cardiovascular durante atividades de esforço. Em relação aos benefícios do referido projeto, será possível fazer uma avaliação diagnóstica completa de sua capacidade funcional, sem acrescentar riscos à sua saúde.

O projeto de pesquisa acima mencionado será realizado no Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular – Núcleo de Pesquisa em Exercícios Físico da UFSCar pela fisioterapeuta responsável pela pesquisa, além do cardiologista no caso do teste de esforço.

Todos os esclarecimentos necessários, antes e durante a execução dos procedimentos, são oferecidos e garantidos pela fisioterapeuta responsável pela pesquisa, independentemente do grupo de estudo em que você será alocada. A qualquer momento, você pode desistir de participar ou retirar o seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

As informações obtidas nessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação. Todas as informações obtidas durante as avaliações e execução do protocolo não poderão ser consultadas por pessoas não envolvidas nesta pesquisa sem sua expressa autorização por escrito, mas poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, sempre resguardando a sua privacidade.

Esta pesquisa não prevê nenhuma remuneração ou ressarcimento de gastos aos sujeitos da pesquisa.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto ou sua participação, agora ou a qualquer momento.

---

Luciana Di Thommazo

End: Rod Washington Luís, Km 235. Bairro Monjolinho São Carlos

Telefone: (16) 3351-8705

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km 235 – Caixa Postal 676 – CEP: 13565-905 – São Carlos –SP – Brasil. Fone: (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@power.ufscar.br

São Carlos, \_\_\_\_\_ de 20\_\_

---

Assinatura do sujeito da pesquisa

**Anexo D – Questionário de atividade Física Basal****QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA BASAL**

Baecke, JAH – 1982

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

Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ anos

**A) OCUPAÇÃO**

P1) Qual sua principal ocupação (descrever): \_\_\_\_\_

1. Trabalho em escritório, motorista, vendas, lecionando, estudando, em casa, médico/paramédico, outra de nível universitário, segurança.
3. Trabalho fabril, encanador, carpinteiro, serralheiro, mecânica.
5. Construção civil, pedreiro, marceneiro, carregador.

P2) No trabalho, o sr(a) senta-se

- 1 Nunca
- 2 Raramente
- 3 Algumas vezes
- 4 Frequentemente
- 5 Sempre

P3) No trabalho, o sr(a) fica de pé

- 1 Nunca
- 2 Raramente
- 3 Algumas vezes
- 4 Frequentemente
- 5 Sempre

P4) No trabalho, o sr(a) anda

- 1 Nunca
- 2 Raramente
- 3 Algumas vezes
- 4 Frequentemente
- 5 Sempre

P5) No trabalho, o sr(a) carrega objetos pesados

- 1 Nunca
- 2 Raramente
- 3 Algumas vezes
- 4 Frequentemente
- 5 Muito frequentemente

P6) Depois do trabalho, o sr(a) sente-se fisicamente cansado

- 1 Nunca
- 2 Raramente
- 3 Algumas vezes
- 4 Frequentemente
- 5 Muito frequentemente

P7) No trabalho, o sr(a) sua:

- 1 Nunca
- 2 Raramente
- 3 Algumas vezes
- 4 Frequentemente
- 5 Muito frequentemente



P8) Em comparação com outras pessoas do seu convívio e com a mesma idade, o sr(a) acha que seu trabalho é fisicamente:

- 1 Muito mais leve
- 2 Mais leve
- 3 Da mesma intensidade
- 4 Mais intenso
- 5 Muito mais intenso

**Índice Ocupacional** =  $[P1 + (6-P2) + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8] / 8 =$  \_\_\_\_\_

## B) ESPORTES

P9) O sr(a) pratica algum esporte: ( ) Sim ( ) Não

### INTENSIDADE

Qual esporte você pratica mais frequentemente:

- 0,76 bilhar, boliche, vela, outro esporte sem deslocamento corporal ativo
- 1,26 ciclismo, dança, natação, tênis, vôlei, caminhada
- 1,76 basquete, boxe, futebol, canoagem, ginástica, corrida, musculação

### TEMPO

Quantas horas por semana:

- 0,5 <1
- 1,5 1-2
- 2,5 2-3
- 3,5 3-4
- 4,5 >4

### PROPORÇÃO

Quantos meses por ano:

- 0,04 <1
- 0,17 1-3
- 0,42 4-6
- 0,67 7-9
- 0,92 >9

**P9a = INTENSIDADE X TEMPO X PROPORÇÃO =** \_\_\_\_\_

P9b) O sr(a) pratica um segundo esporte: ( ) Sim ( ) Não

- 0,76 bilhar, boliche, vela, outro esporte sem deslocamento corporal ativo
- 1,26 ciclismo, dança, natação, tênis, vôlei, caminhada
- 1,76 basquete, boxe, futebol, canoagem, ginástica, corrida, musculação

### TEMPO

Quantas horas por semana:

- 0,5 <1
- 1,5 1-2
- 2,5 2-3
- 3,5 3-4
- 4,5 >4

### PROPORÇÃO

Quantos meses por ano:

- 0,04 <1
- 0,17 1-3
- 0,42 4-6
- 0,67 7-9
- 0,92 >9

**P9b = INTENSIDADE X TEMPO X PROPORÇÃO =** \_\_\_\_\_

**P9 = P9a + P9b =**

1 0

- 2 0.01-<4
- 3 4-<8
- 4 8-<12
- 5 =ou>12

P10) Em comparação com outras pessoas de seu convívio e de mesma idade, o sr(a) acha que sua atividade durante seu lazer é:

- 1 Muito menor
- 2 Menor
- 3 Da mesma intensidade
- 4 Maior
- 5 Muito maior

P11) Durante seu lazer o sr(a) sua:

- 1 Nunca
- 2 Raramente
- 3 Algumas vezes
- 4 Frequentemente
- 5 Muito frequentemente

P12) Durante seu lazer o sr(a) pratica esportes:

- 1 Nunca
- 2 Raramente
- 3 Algumas vezes
- 4 Frequentemente
- 5 Muito frequentemente

Índice de atividade esportiva=  $[P9 + P10 + P11 + P12] / 4 =$  \_\_\_\_\_

### C) LAZER

P13) Durante seu lazer o sr(a) assiste TV:

- 1 Nunca
- 2 Raramente
- 3 Algumas vezes
- 4 Frequentemente
- 5 Muito frequentemente

P14) Durante seu lazer o sr(a) anda a pé:

- 1 Nunca
- 2 Raramente
- 3 Algumas vezes
- 4 Frequentemente
- 5 Muito frequentemente

P15) Durante seu lazer o sr(a) anda de bicicleta:

- 1 Nunca
- 2 Raramente
- 3 Algumas vezes
- 4 Frequentemente
- 5 Muito frequentemente

P16) Quantos minutos habitualmente o sr(a) anda a pé ou de bicicleta por dia, indo e voltando do trabalho, escola ou compras:

- 1 <5
- 2 5-15
- 3 15-30
- 4 30-45
- 5 >45

Índice de atividade no lazer=  $[(6-P13)+ P14 + P15 + P16] / 4 =$  \_\_\_\_\_

## SUMÁRIO

INDICE	VALOR
A) OCUPACIONAL	
B) ATIVIDADE ESPORTIVA	
C) ATIVIDADE NO LAZER	
TOTAL ABSOLUTO (a+b+c)	
TOTAL MÉDIO (a+b+c/ 3)	