

BETÂNIA MARIA PASSOS OGANDO

**COMPOSIÇÃO CORPORAL E APTIDÃO  
CARDIORESPIRATÓRIA EM MULHERES PÓS-MENOPÁUSICAS**

Departamento em Ciências do Desporto

Orientadora: Maria Helena Rodrigues Moreira

Co-orientador: Antônio José Rocha Martins da Silva



Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro  
Vila Real 2011

**Betânia Maria Passos Ogando**

COMPOSIÇÃO CORPORAL E APTIDÃO  
CARDIORESPIRATÓRIA EM MULHERES PÓS-MENOPÁUSICAS

Betânia Maria Passos Ogando © 2011

## Apoio Financeiro

Esta pesquisa foi apoiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia e pelo Programa Operacional Ciência e Inovação 2010 (POCI 2010) e participado pelo fundo comunitário europeu FEDER (Projeto com a Ref. POCI/DES/59049/2004).

Dedico este trabalho ***aos meus pais***  
Shirley e José Geraldo, exemplos de amor, sabedoria, fé e  
**aos meus filhos** amores da minha vida

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado forças quando eu mais precisei, quando pensava, muitas vezes, em desistir, com sua sabedoria não permitiu que isso acontecesse, proporcionando mais essa vitória.

Aos meus pais José Geraldo Passos Policastro e Shirley Antunes de Araújo Passos, por me ensinar que as únicas “coisas” que o homem não nos pode roubar são o estudo e a dignidade.

Agradeço a Henderson, pai dos meus filhos, pelo incentivo e pela confiança depositada em mim, não medindo esforços para que eu viajasse para outro país, cuidando dos nossos filhos e me incentivando a não desistir.

Aos meus Irmãos Marcos, Ana Maria, Carlos, Jane e Saulo e as irmãs de coração Iara, Joyce, Enilda e Edna que sempre me incentivaram e me apoiaram.

À Professora PhD Maria Helena Moreira, mulher admirável e dedicada, que com sua orientação segura e constante, permitiu a busca do conhecimento de excelência em todas as etapas deste trabalho. Agradeço também pelo enriquecimento científico concedido, pelo carinho, paciência e pelos grandes ensinamentos. “Helena Moreira”, a senhora é um exemplo de mulher.

Ao Professor PhD Ronaldo Eugénio Gabriel, um exemplo de profissional, agradeço pelas informações valiosas, contribuindo para a elaboração deste trabalho.

Ao Professor PhD Antônio Silva pelo apoio e incentivo na realização deste trabalho. Reconheço e admiro o seu bom trabalho frente ao Programa Strictu-Sensu em Desporto na UTAD.

À minha amiga e irmã de coração Josiane Santos Brant. Conviver com esse ser humano singular foi um presente de Deus. Ela esteve ao meu lado sempre e me fez sorrir em todos os momentos com seu jeito “Jôse” de ser. Aprendi com ela a ser uma pessoa melhor. Rimos, choramos e nos desesperamos juntas. Pode ter certeza Jôse, sem você eu não teria conseguido. Não teria palavras para dizer o quanto é especial e importante para mim. Deus te abençoe!

Aos meus queridos e prestativos colegas, Jânio, Ângela, Fernando, Zilmar, Cida, Sabrina, Márcia, Jairo, Waldiney, André, Flor e Viola, que sempre me ajudaram e me auxiliaram nos momentos em que mais precisei. Admiro vocês, meus amigos.

Aos Colegas da UAB, Tetê, Wendel, Karina, Adriana, Carlos, Cláudia, Paulo, Lívia, grandes companheiros nesta jornada. Obrigada pela amizade e presteza, sempre dispostos a me ajudar. À Andréia, pelo auxílio na formatação de todos os trabalhos do doutoramento. Fica aqui o meu muito obrigado de coração.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para que este sonho fosse realizado. A partir desse momento nossa responsabilidade só aumenta. Temos um papel com a sociedade de socializar conhecimento e contribuir sempre para melhorar a educação de nosso país.

## Sumário

|                                                                                                                |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Agradecimentos.....                                                                                            | V    |
| Sumário .....                                                                                                  | VII  |
| Lista de tabelas.....                                                                                          | X    |
| Lista de figuras .....                                                                                         | XI   |
| Lista de Abreviatura e Nomenclaturas .....                                                                     | XII  |
| Abreviatura .....                                                                                              | XII  |
| Nomenclatura .....                                                                                             | XIV  |
| Publicações Originais .....                                                                                    | XV   |
| Resumo .....                                                                                                   | XX   |
| Abstract .....                                                                                                 | XXII |
| Capítulo 1- Introdução .....                                                                                   | 1    |
| 1.1 Visão geral da tese.....                                                                                   | 1    |
| 1.2 Objetivo geral da tese.....                                                                                | 1    |
| 1.3 Pesquisa de fundo.....                                                                                     | 2    |
| 1.4 Questões da pesquisa e objetivos.....                                                                      | 6    |
| 1.4.1 Questão da pesquisa e objetivo do estudo 1.....                                                          | 6    |
| 1.4.2 Questão da pesquisa e objetivo do estudo 2.....                                                          | 6    |
| Capítulo 2 - Métodos.....                                                                                      | 7    |
| 2.1 Métodos comuns a todos os estudos .....                                                                    | 7    |
| 2.1.1 Desenho do estudo, recrutamento, critérios de inclusão na amostra .....                                  | 7    |
| 2.1.2 Instrumentos .....                                                                                       | 7    |
| 2.1.3 Procedimentos.....                                                                                       | 8    |
| 2.1.4 Análise estatística .....                                                                                | 9    |
| Capítulo 3 – Capacidade Cardiorespiratória e composição corporal em mulheres pós-menopáusicas (Estudo 1) ..... | 11   |
| 3.1 Resumo/Abstract .....                                                                                      | 11   |

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2 Introdução .....                                                                                                    | 12 |
| 3.3 Métodos .....                                                                                                       | 13 |
| 3.3.1 Amostra .....                                                                                                     | 13 |
| 3.3.2 Antropometria e bioimpedância.....                                                                                | 14 |
| 3.3.3 Aptidão Cardiorespiratória .....                                                                                  | 15 |
| 3.3.4 Análise estatística .....                                                                                         | 16 |
| 3.4 Resultados .....                                                                                                    | 16 |
| 3.5 Discussão.....                                                                                                      | 21 |
| 3.5.1 Conflito de Interesses .....                                                                                      | 24 |
| 3.5.2 Fonte de financiamento.....                                                                                       | 24 |
| 3.6 Referências .....                                                                                                   | 25 |
| Capítulo 4 - Associação da aptidão cardiorespiratória de mulheres pós-menopáusicas não obesas e obesas (Estudo 2) ..... | 30 |
| 4.1 Resumo.....                                                                                                         | 30 |
| 4.2 Abstract .....                                                                                                      | 31 |
| 4.3 Introdução .....                                                                                                    | 32 |
| 4.4 Metodologia.....                                                                                                    | 33 |
| 4.4.1 Amostra .....                                                                                                     | 33 |
| 4.4.2 Instrumentos .....                                                                                                | 34 |
| 4.4.3 Procedimentos.....                                                                                                | 34 |
| 4.5 Análise Estatística .....                                                                                           | 35 |
| 4.6 Resultados .....                                                                                                    | 36 |
| 4.7 Discussão.....                                                                                                      | 40 |
| 4.8 Conflito de interesses .....                                                                                        | 42 |
| 4.9 Referências .....                                                                                                   | 43 |
| Capítulo 5 - Discussões gerais .....                                                                                    | 47 |
| Capítulo 6 - Conclusões gerais .....                                                                                    | 53 |
| 6.1 Principais conclusões .....                                                                                         | 53 |



|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 6.2 Limitações .....                            | 54 |
| Capítulo 7 - Propostas de estudos futuros ..... | 55 |
| Referências .....                               | 56 |

## Lista de Tabelas

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Table 3.1</b> Características da amostra (n=208) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 17 |
| <b>Table 3.2</b> Correlações entre as variáveis (n=208) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 18 |
| <b>Table 3.3</b> Influencia da composição corporal (%MG, MIG, AAV, IMME, MIGO <sub>B</sub> , MIGO <sub>T</sub> e MIGO <sub>P</sub> ) na variação da aptidão cardiorespiratória (VO <sub>2max</sub> ), controlando a idade, taxa metabólica basal e características da menopausa (tempo, natureza e terapia hormonal). .....                                                                                                           | 19 |
| <b>Table 3.4</b> Comparação entre os valores médios da área da adiposidade visceral (AAV< 100 cm <sup>2</sup> e AAV≥ 100 cm <sup>2</sup> ) e taxa metabólica basal (TMB< 1238 kcal/dia e TMB≥ 1238 kcal/dia). .....                                                                                                                                                                                                                   | 19 |
| <b>Table 3.5</b> Comparação da idade, composição corporal, características da menopausa e taxa metabólica basal dos três grupos da aptidão cardiorespiratória.....                                                                                                                                                                                                                                                                    | 20 |
| <b>Tabela 4.1</b> Valores médios e desvio padrão das variáveis nas mulheres não-obesas (n=54) e obesas (n=154) e diferença das médias observadas nos dois grupos em análise .....                                                                                                                                                                                                                                                     | 36 |
| <b>Tabela 4.2</b> Correlação da idade, das características da menopausa, da taxa metabólica basal e da composição corporal com o consumo máximo de oxigênio em mulheres não-obesas e obesas .....                                                                                                                                                                                                                                     | 37 |
| <b>Tabela 4.3</b> Variação do consumo máximo de oxigênio em mulheres não-obesas, em função da área de adiposidade visceral e análise da mesma variação em mulheres obesas, considerando oito variáveis independentes (idade, tempo de menopausa, percentagem de massa gorda, área de adiposidade visceral, índice de massa muscular esquelética e massa isenta de gordura e de osso no nível dos braços, do tronco e das pernas ..... | 38 |

## Lista de Figuras

|                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 4.1</b> Comparação dos valores médios de consumo máximo de oxigênio em mulheres pós-menopáusicas (não-obesas e obesas) em função dos valores de corte estabelecidos para a área de adiposidade visceral ..... | 39 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## **Lista de Abreviatura e Nomenclaturas**

### **Abreviatura**

|       |                                                |
|-------|------------------------------------------------|
| AAV   | Área de adiposidade visceral                   |
| AC    | Aptidão cardiorespiratória                     |
| ACSM  | <i>American College of Sports and Medicine</i> |
| BIS   | Bioimpedância                                  |
| BMR   | Basal metabolic rat                            |
| CC    | Composição corporal                            |
| CV    | Coeficiente de variação                        |
| DMO   | Densidade mineral óssea                        |
| DP    | Desvio padrão                                  |
| E     | Estatura                                       |
| EPE   | Erro de estimação                              |
| ET    | Erro técnico                                   |
| FEDER | Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional      |
| FM    | Fat mass                                       |
| FFM   | Fat-free mass                                  |
| FSH   | Hormônio folículo-estimulante                  |
| H     | Altura                                         |
| HDL   | Lipoproteína de elevada densidade              |
| HT    | Hormonal therapy                               |
| IMME  | Índice de massa muscular esquelética           |
| Kcal  | kilocaloria                                    |
| LDL   | Lipoproteínas de baixa densidade               |

|                   |                                             |
|-------------------|---------------------------------------------|
| LH                | Hormona luteinizante                        |
| MG                | Massa gorda                                 |
| MIG               | Massa isenta de gordura                     |
| MIGO              | Massa isenta de gordura e de osso           |
| MIGO <sub>B</sub> | Massa isenta de gordura e de osso braços    |
| MIGO <sub>T</sub> | Massa isenta de gordura e de osso tronco    |
| MIGO <sub>P</sub> | Massa isenta de gordura e de osso pernas    |
| MM                | Massa magra                                 |
| MME               | Massa muscular esquelética                  |
| NAMS              | <i>The North American Menopause Society</i> |
| OMS               | Organização Mundial de Saúde                |
| P                 | Peso                                        |
| <i>P</i>          | Valor p                                     |
| POCI              | Programa Operacional Ciência e Inovação     |
| SM                | Skeletal muscle mass                        |
| SMI               | Skeletal muscle mass index                  |
| SLM               | Soft lean mass                              |
| SLMI <sub>A</sub> | Soft lean mass arms                         |
| SLMI <sub>L</sub> | Soft lean mass legs                         |
| SLMI <sub>T</sub> | Soft lean mass trunk                        |
| TMB               | Taxa metabólica basal                       |
| TH                | Terapia hormonal                            |
| UTAD              | Universidade Tráz-os-Montes e Alto Douro    |
| V                 | Volume                                      |
| VFA               | Visceral fat area                           |

|                    |                                       |
|--------------------|---------------------------------------|
| VLDL               | Lipoproteína de Muito Baixa Densidade |
| W                  | Weight                                |
| VO <sub>2max</sub> | Consumo máximo de oxigênio            |

### **Nomenclatura:**

#### **Menopausa natural:**

Ocorre após 12 meses consecutivos de amenorreia permanente, sem causa patológica ou fisiológica reconhecida.

#### **Menopausa precoce:**

Menopausa que ocorre numa idade inferior a 40 anos, independentemente da sua natureza.

#### **Menopausa induzida:**

A cessação da menstruação, ocorre a partir da remoção cirúrgica de ambos os ovários (com ou sem histerectomia) ou ablação iatrogênica da função ovariana.

#### **Pós-menopausa:**

Inicia-se com a instalação da amenorreia permanente e prolonga-se por cerca de um terço da vida da mulher.

#### **Obesidade:**

Excesso de adiposidade, sendo reconhecida na pós-menopausa a partir de valores iguais ou superiores a 35% de massa gorda.

#### **Sarcopenia:**

Perda de proteína muscular associada à redução da força muscular e qualidade funcional do músculo.

## Publicações Originais

A presente tese é baseada-se principalmente nos seguintes artigos, capítulos de livros e resumos:

Moreira, H., Vaz, L., Rocha, J., Ogando, B., Gabriel, R. (2012). Effects of exercise training on climacteric symptoms of postmenopausal women: a randomized study. *Maturitas* (Thomson ISI JournalCitationReports 2010: IF=2,286, 5-Yr IF=2,155).

Ogando, B., Rocha, J., Gabriel, R., Moreira, H. (2011). Maximal oxygen uptake and body composition in non-obese and obese postmenopausal women. *Menopause* (Thomson ISI JournalCitationReports 2010: IF=3.318, 5-Yr IF=3.474)

Rocha, J., Ogando, B., Gabriel, R., Monteiro, M., Moreira, H. (2011). Effect of a Moderate-to-vigorous intensity exercise program in body composition and basal metabolic rate of postmenopausal women: the role of hormone therapy. *Menopause* (Thomson ISI JournalCitationReports 2010: IF=3.318, 5-Yr IF=3.474)

Rocha, J., Ogando, B., Gabriel, R., Monteiro, M., Moreira, H. (2011). Effects of physical exercise programs on adiposity and muscle condition of postmenopausal women: a randomized study. *Menopause* (Thomson ISI JournalCitationReports 2010: IF=3.318, 5-Yr IF=3.474)

Rocha, J., Ogando, B., Gabriel, R., Monteiro, M., Moreira, H. (2011). Effect of a 12-month exercise program on body composition of postmenopausal women: effects of the nature of menopause. *Menopause* (Thomson ISI JournalCitationReports 2010: IF=3.318, 5-Yr IF=3.474)

Moreira, M., Brant, J., Ogando, B., Gabriel, R., Monteiro, M. (2011). A randomized study about the effect of a 12-month exercise program in the body

composition of postmenopausal women.influence of some characteristics of menopause. *Climacteric*, 14(Suppl1): S160 (Thomson ISI Journal Citation Reports 2009: IF=2.568, 5-Yr IF=2.547)

Moreira, M., Ogando, B., Brant, J., Florbela, A., Gabriel, R. (2011). Maximum oxygen intake and adiposity on postmenopausal women. *Climacteric*, 14(Suppl1): S160-S161 (Thomson ISI Journal Citation Reports 2009: IF=2.568, 5-Yr IF=2.547)

Rocha, J., Ogando, B., Monteiro, M., Gabriel, R., Moreira, H. (2010). Body composition in postmenopausal women: influence of exercise and nature of menopause. *Menopause*, 17(6): 1239 (P-58) (Thomson ISI Journal Citation Reports 2009: IF=3082, 5-Yr IF=3,516)

Rocha, J., Ogando, B., Monteiro, M., Gabriel, R., Moreira, H. (2010). The influence of exercise program and hormone therapy on body composition of postmenopausal women.*Menopause*, 17(6): 1239(P-59) (Thomson ISI Journal Citation Reports 2009: IF=3082, 5-Yr IF=3,516)

Ogando, B., Rocha, J., Monteiro, M., Mota, P., Gabriel, R., Moreira, H. (2010). The influence of body composition on the maximum oxygen intake of postmenopausal women. *Menopause*, 17(6): 1235 (P-44) (Thomson ISI Journal Citation Reports 2009: IF=3082, 5-Yr IF=3,516)

Ogando, B., Monteiro, M., Rocha, J., Aragão, F., Mota, P., Gabriel, R. & Moreira, H. (2010). Levels of cardiorespiratory fitness on postmenopausal women and its relationship with body composition and characteristics of menopause.*Menopause*, 17(6): 1236 (P-45) (Thomson ISI Journal Citation Reports 2009: IF=3082, 5-Yr IF=3,516)

Moreira, H., Rocha, J., Monteiro, M., Ogando, B. & Gabriel, R. (2010). Impact of a 12-month exercise program on the body composition of postmenopausal women. *Obesity Reviews*, 11 (Suppl 1) S162. (Thomson ISI Journal Citation Reports 2009: IF=5,086, 5-Yr IF=---)



Moreira, H., Ogando, B., Aragão, F., Rocha, J., Mota, P., Monteiro, M. & Gabriel, R. (2010). Influence of cardiorespiratory fitness on the body composition of postmenopausal women. *Obesity Reviews*, 11 (Supl 1) S166. (Thomson ISI Journal Citation Reports 2009: IF=5,086, 5-Yr IF=---)

Passos, B., Moreira, H., Rocha, J. (2010). Menopausa e hidroginástica: abordagem didático-pedagógica. São Paulo: Editora Abril, ISBN: 978-85-7739-121-9

Rocha, J., Ogando, B., Gabriel, R., Monteiro, M., Mota, P. & Moreira, H. (aceite). Efeitos do exercício na composição corporal de mulheres pós-menopausa. *Revista Motricidade*, 17 (Qualis 2010 - B1)

Ogando, B., Rocha, J., Gabriel, R., Silva, A. & Moreira, H. (aceite). Aptidão cardiorespiratória e composição corporal em mulheres pós-menopáusicas obesas e não-obesas. *Revista Motricidade*, 17 (Qualis 2010 - B1)

Borges, S., Rocha, J., Ogando, B., Monteiro, M., Gabriel, R., Moreira, H. (2011). Efeito do exercício físico e da natureza da menopausa na adiposidade e na condição muscular de mulheres pós-menopáusicas, *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 18 (4 Suppl): 34.

Ogando, B., Rocha, J., Gabriel, R., Moreira, H. (2011). Maximal oxygen uptake and body composition in non-obese and obese postmenopausal women. *Abstract Book of NAMS 22nd Annual Meeting*, September 21-24, Gaylord National on the Potomac, USA, p. 57 (P-65)

Rocha, J., Ogando, B., Gabriel, R., Monteiro, M., Moreira, H. (2011). Effect of a Moderate-to-vigorous intensity exercise program in body composition and basal metabolic rate of postmenopausal women: the role of hormone therapy. *Abstract Book of NAMS 22nd Annual Meeting*, September 21-24, Gaylord National on the Potomac, USA, p. 58 (P-71).

Rocha, J., Ogando, B., Gabriel, R., Monteiro, M., Moreira, H. (2011). Effects of physical exercise programs on adiposity and muscle condition of postmenopausal women: a randomized study. Abstract Book of NAMS 22nd Annual Meeting, September 21-24, Gaylord National on the Potomac, USA, p. 59 (P-72).

Rocha, J., Ogando, B., Gabriel, R., Monteiro, M., Moreira, H. (2011). Effect of a 12-month exercise program on body composition of postmenopausal women: effects of the nature of menopause. Abstract Book of NAMS 22nd Annual Meeting, September 21-24, Gaylord National on the Potomac, USA, p. 59 (P-73).

Rocha, J., Ogando, B., Monteiro, M., Gabriel, R., Moreira, H. (2010). Body composition in postmenopausal women: influence of exercise and nature of menopause. Abstract Book of NAMS 21st Annual Meeting- Transition & Change: the Future is Upon, October 6-9, Chicago, USA, p.57 (p-58).

Rocha, J., Ogando, B., Monteiro, M., Gabriel, R., Moreira, H. (2010). The influence of exercise program and hormone therapy on body composition of postmenopausal women. Abstract Book of NAMS 21st Annual Meeting- Transition & Change: the Future is Upon, October 6-9, Chicago, USA, p.57 (P-59).

Ogando, B., Rocha, J., Monteiro, M., Mota, P., Gabriel, R., Moreira, H. (2010). The influence of body composition on the maximum oxygen intake of postmenopausal women. Abstract Book of NAMS 21st Annual Meeting- Transition & Change: the Future is Upon, October 6-9, Chicago, USA, p.53 (P-44).

Ogando, B., Monteiro, M., Rocha, J., Aragão, F., Mota, P., Gabriel, R. & Moreira, H. (2010). Levels of cardiorespiratory fitness on postmenopausal women and its relationship with body composition and characteristics of menopause. Abstract Book of NAMS 21st Annual Meeting- Transition & Change: the Future is Upon, October 6-9, Chicago, USA, p. 54 (P-45).

Ogando, P., Brant, S., Monteiro, M., Mota, P., Gabriel, R. & Moreira, H. (2010). Efeito da composição corporal e da taxa metabólica basal na variação do consumo máximo de oxigênio de mulheres pós-menopáusicas. In: Lopes, V., Boletim Informativo do Grupo de Saúde do CIDESD, Volume 2 (Suplemento): p. 15 (ISBN: 1647-3388).

Rocha, J., Ogando, B., Monteiro, M., Gabriel, R. & Moreira, H. (2010). Influência do exercício físico e da natureza da menopausa na adiposidade e na condição muscular de mulheres pós-menopáusicas. In: Lopes, V., Boletim Informativo do Grupo de Saúde do CIDESD, Volume 2 (Suplemento): p. 36 (ISBN: 1647-3388).

Brant, J., Ogando, B., Monteiro, M., Gabriel, R. & Moreira, H. (2010). Efeitos do exercício físico e da natureza da menopausa na massa isenta de gordura e de osso e no metabolismo basal de mulheres pós-menopáusicas. In: Lopes, V., Boletim Informativo do Grupo de Saúde do CIDESD, Volume 2 (Suplemento): p. 58 (ISBN: 1647-3388).

## Resumo

**Objetivos:** Os objetivos da presente tese foram os seguintes: (1) analisar a relação da aptidão aeróbia com a composição corporal de mulheres pós-menopáusicas, controlando para a idade, taxa metabólica basal e características da menopausa; (2) verificar a associação da Aptidão Cardiorespiratória (AC) nas características da menopausa (tempo de menopausa, natureza da menopausa e terapia hormonal), na taxa metabólica basal (TMB) e na composição corporal (CC) em mulheres não-obesas e obesas.

**Métodos:** Este estudo foi realizado na cidade de Vila Real (Portugal) e faz parte do Programa Menopausa em Forma. Todos os elementos que integraram voluntariamente o Programa Menopausa em Forma, foram incluídos após ter sido considerada a história clínica de cada um. A amostra incluiu 208 mulheres pós-menopáusicas, não-obesas ( $n=54$ ) e obesas ( $n=154$ ) com média de idade de  $(55.90 \pm 4.81)$  e  $(58.15 \pm 7.07)$  sem menopausa prematura, revelando a maioria uma menopausa natural (75,5%), um tempo de menopausa inferior a 10 anos (56,3%) e uso de terapia hormonal (54,8%). A composição corporal foi avaliada com a bioimpedância octopolar InBody720 (Biospace, Seoul, Coreia) e o teste submáximo foi realizado em esteira rolante (Panatta Sport, Apiro, Italy), até um valor de 85% da frequência cardíaca máxima e em conformidade com o protocolo adaptado de Bruce (Bruce, 1973). Os pontos de corte para o  $VO_{2max}$  definido no estudo foram:  $VO_{2max} \leq 29.14 \text{ ml/kg/min}$  (baixo); Entre 29.14 - 30,94 ml/kg/min (moderado);  $\geq 30,94 \text{ ml/kg/min}$  (alto).

**Resultados:** DO PRIMEIRO OBJETIVO: (1) A média do  $VO_{2max}$  foi 29.14 ml/kg/min, revelando a maioria da amostra, obesidade, elevada adiposidade visceral (AAV) e uma condição muscular normal. A variação do  $VO_{2max}$  foi explicada em 30% ( $EPE = 4.76 \text{ ml/kg/min}$ ) pela AAV e pela TMB, sendo os seus níveis comprometidos em cerca de 6,16 e 0,18 ml/kg/min, para níveis de  $AAV \geq 100 \text{ cm}^2$  e de  $TMB < 1238 \text{ kcal/dia}$ , respectivamente. Os grupos de  $VO_{2max}$  não exibiram diferenças nas características da menopausa e na TMB,

mas as mulheres com  $VO_{2max} > 30,94$  ml/kg/min apresentaram menor % MG e AAV em relação aos demais grupos. Com o aumento do  $VO_{2max}$ , foi verificada uma tendência crescente dos valores médios de IMIGO (total e regional), com diferenças entre os grupos BAIXO-ALTO e MODERADO-ALTO.

DO SEGUNDO OBJETIVO: (2) A AAV explicou 13% ( $\beta = -0,356$ ,  $p = 0,01$ ) do  $VO_{2max}$  nas mulheres não-obesas, constatando-se um agravamento do mesmo em cerca de 3,30 ml/kg/min na presença de uma adiposidade central elevada.

Nas obesas, o  $VO_{2max}$  tende a diminuir com a idade, com tempo de menopausa e níveis elevados de AAV ( $p \leq 0,01$ ), sendo influenciado positivamente pelo índice de massa muscular esquelética (0,39%).

**Conclusões:** Os resultados sugerem que, independentemente da idade e das características da menopausa, a AAV e o TMB influenciam significativamente a variação da aptidão cardiorespiratória das mulheres pós-menopáusicas. A presença de níveis de  $VO_{2max} > 30,94$  ml/kg/min está relacionada com uma melhor adiposidade e condição muscular nesta população. As mulheres pós-menopáusicas com  $VO_{2max} < 26,87$  ml/kg/min tendem a ser mais velhas e a evidenciar maior AAV.

A AAV foi um preditor significativo da AC em mulheres não-obesas e obesas na pós-menopausa. Melhores níveis de  $VO_{2max}$  em mulheres obesas influenciam positivamente na adiposidade total, e a IMIGO central e regional.

**Palavras-chave:** Aptidão cardiorespiratória, composição corporal, pós-menopausa, obesidade

## Abstract

**Objectives:** The objectives of this thesis were the following: (1) To analyse the relationship between aerobic fitness and body composition in postmenopausal women, (2) To verify the association of cardiorespiratory fitness (CF) in menopause characteristics in the basal metabolic rate (BMR) and body composition (BC) in non-obese and obese women.

**Methods:** This study was conducted in the city of Vila Real (Portugal) and is part of the Menopause in Shape Programme. All the subjects took part voluntarily in the Menopause in Shape Programme and their inclusion was based on their clinical history. The sample included 208 postmenopausal women, non-obese ( $n = 54$ ) and obese ( $n=154$ ) with a mean age of ( $55.90\pm4.81$ ) and ( $58.15\pm7.07$ ) without premature menopause, the majority revealing natural menopause (75.5%), below 10 years of menopause (56.3%%) and the use of hormone therapy (54.8%). The body composition was assessed by bioimpedance octopolar InBody720 (Biospace, Seoul, Korea) and the submaximal test was performed on a treadmill (Panatta Sport Apiro, Italy) until a value of 85% of maximum heart rate and in accordance with the protocol adapted from Bruce (Bruce, 1973).

**Results:** THE FIRST OBJECTIVE: (1) The average  $VO_{2max}$  was 29.14 ml / kg / min, the majority of the sample revealing obesity, high visceral fat area (VFA) and a normal muscular condition. The  $VO_{2max}$  variation of 30% ( $SEE = 4.76$  ml / kg / min) was explained by both the VFA and the BMR with their levels compromised about 6.16 and 0.18 ml/kg/min for levels of  $VFA \geq 100 \text{ cm}^2$  and  $BMR < 1238 \text{ kcal/day}$ , respectively. The  $VO_{2max}$  groups did not show any difference in the menopause characteristics but the women with  $VO_{2max} > 30.94$  ml/kg/min had less %FM and VFA when compared to the remaining groups. With the increase in  $VO_{2max}$ , there was a growing tendency of MIGO (total and regional) mean values with differences between LOW-HIGH and MODERATE-

HIGH groups. SECOND OBJECTIVE: (2) The AAV explained 13% ( $\beta = -0.356$ ,  $p = 0.01$ ) of the  $VO_{2max}$  in non-obese women finding that there was an increase of it in about 3.30 ml/kg/min in the presence of a high central adiposity.

In the obese women,  $VO_{2max}$  tends to decrease with age with menopause time and high levels of VFA ( $p \leq 0.01$ ) positively influenced by the rate of skeletal muscular mass (0.39%).

**Conclusions:** The results suggest that regardless of age and menopause characteristics the VFA and the BMR influence significantly the variation in cardiorespiratory fitness of postmenopausal women. The presence of  $VO_{2max}$  levels  $> 30.94$  ml/kg/min is related to better adiposity and muscular condition of this population. Postmenopausal women with  $VO_{2max} < 26.87$  ml/kg/min tend to be older and exhibit higher VFA.

The VFA was a significant predictor of AC in non-obese and obese postmenopausal women. Best  $VO_{2max}$  levels in obese women have a positive influence on total, central and regional SLMI adiposity.

**Keywords:** cardiorespiratory fitness, body composition, postmenopause, obesity





## Capítulo 1 - Introdução

### 1.1 Visão geral da tese

A presente dissertação de doutoramento é constituída por 8 capítulos, iniciando-se (**capítulo 1**) com a apresentação dos objetivos e a exposição da pesquisa que foi realizada no âmbito da menopausa, composição corporal e capacidade cardiorespiratória.

O **segundo capítulo** explica os métodos utilizados na pesquisa, envolvendo os dois estudos que foram desenvolvidos.

Este capítulo é seguido pelos **capítulos 3 e 4**, onde são descritos os dois artigos que foram desenvolvidos no âmbito da dissertação de doutoramento, um deles já aceito para publicação e um segundo aguardando parecer dos revisores.

No **capítulo 5** é realizada uma discussão geral dos resultados patentes nos dois capítulos anteriores, procurando integrar os conteúdos neles abordados, com vistas a apresentar perspectivas do novo estado do conhecimento.

No **capítulo 6** são apresentadas as conclusões gerais do trabalho, sendo reveladas no **capítulo 7** propostas de estudo futuros.

Por último, no **capítulo 8**, são apresentadas as referências bibliográficas que serviram de embasamento teórico para a realização desta dissertação de doutoramento.

### 1.2 Objetivo geral da tese

A presente dissertação procurou examinar a associação da aptidão cardiorespiratória com a composição corporal de mulheres com amenorreia permanente.

### 1.3 Revisão de literatura

Todas as mulheres inevitavelmente a partir de certa idade experimentam um evento que marca o fim da vida reprodutiva denominado de menopausa. Esta é reconhecida como um evento natural caracterizado pela cessação definitiva da menstruação, resultante da perda da atividade folicular ovariana e podendo ocorrer de forma natural ou ser induzida por cirurgia (Moreira & Sardinha, 2003).

A menopausa natural é reconhecida após 12 meses consecutivos de amenorreia, sem uma causa óbvia patológica ou fisiológica (Utian, 1999) podendo ocorrer a partir da quinta década, após 51 anos de idade (NAMS, 2010). Quando ocorre aos 45 anos ou menos e inferior a 40 anos, ela é classificada como antecipada e precoce, independente da natureza da menopausa (Shuster et al., 2010). A menopausa induzida ocorre quando a cessação permanente da menstruação é resultante de uma ooforectomia bilateral (remoção cirúrgica de ambos os ovários) ou gerada por alteração da função ovariana, devido a fatores como quimioterapia ou radioterapia, provocando uma redução acentuada do estrogênio (NAMS, 2010).

Neste período ocorre aumento dos hormônios folículo-estimulante (FSH) e luteinizante (LH) e diminuição dos níveis de estrogênios e progesterona. Essas alterações, somadas a outras decorrentes do envelhecimento, podem acelerar a ocorrência de desordem crônicas como a osteoporose (Halbe & Fonseca, 2000) e contribuir para o desencadeamento da hiperlipidemia (Davison et al., 2002), da diabetes mellitus não insulino-dependente e das doenças cardiovasculares (Flegal et al., 2005). Além disso, vale destacar que as alterações verificadas na pressão arterial, triglicerídeos, colesterol e no índice de massa corporal, são mais marcantes no primeiro ano após a ocorrência da depleção estrogênica quando comparado ao quinto ano, tendo como base os valores da pré-menopausa (Matthews et al., 2001).

O hipoestrogenismo crônico que acompanha essas mulheres é marcado por uma série de alterações fisiológicas, sendo que aquelas relacionadas ao

sistema endócrino merecem destaque especial. Uma das modificações mais importantes que ocorre na menopausa é a mudança na composição corporal, modificando o padrão de distribuição da adiposidade (Kuczmarski et al., 2010), notoriamente um aumento na gordura corporal total (Teixeira et al., 2003; Maltais et al., 2009) e regional (Poehlman et al., 1995; Panatopoulos et al., 1996) além da redução do gasto energético durante o repouso e na atividade física. Nesta fase do climatério ocorre uma perda de massa isenta de gordura (Ley, Lees & Stevenson 1992; Svendsen, Hassager & Christiansen, 1995; Tchernof & Poehlman, 1998; Katula et al., 2006; Kemmler et al., 2010), nomeadamente no que se refere à componente muscular e óssea (Moreira & Sardinha, 2003), influenciando de forma adversa a taxa metabólica basal (Lovejoy et al., 2008).

O aumento da adiposidade intra-abdominal gera uma elevada transferência de ácidos graxos livres do tecido adiposo para o plasma, resultando no aumento das lipoproteínas de baixa densidade (LDL). O excesso de adiposidade visceral propicia assim um maior risco de desenvolvimento de doenças metabólicas e endócrinas, síndrome metabólica (Pansini et al., 2008), osteoporose, (Khalil et al., 2010; Bennet et al., 1997; Rolland et al., 2009) e redução da massa muscular e da força muscular (Schrager et al., 2007).

Além disso, acarreta a uma menor síntese de proteínas carreadoras de hormona sexuais e reduz a sensibilidade dos tecidos à insulina (Turcato, 1997). A sobrecarga ponderal patológica também está relacionada com uma maior manifestação de certas formas de cancro (Teucher, Rohrmann & Kaaks, 2010) e com o comprometimento da aptidão cardiorespiratória da mulher, habitualmente em associação com a redução dos seus níveis de atividade física habitual (Yu et al., 2011).

A aptidão cardiorespiratória (AC), também denominada de capacidade aeróbia, é a capacidade do organismo de adaptar-se a esforços físicos de intensidade moderada a vigorosa, envolvendo a participação de grandes grupos musculares por um período de tempo prolongado e é um componente chave para uma boa saúde (ACSM, 2010; Guedes, 1995). A função cardiorespiratória

é mensurada através do consumo máximo de oxigênio, que é definido pela maior quantidade de oxigênio que o organismo pode consumir durante o esforço físico (Guedes, 1995).

O ambiente hormonal próprio da menopausa é caracterizado por uma redução do estrogênio e da progesterona (Tchernorf et al., 2000). Esta deficiência hormonal tem implicações no consumo máximo de oxigênio (Hawkins et al., 2003), agravando as perdas associadas ao processo de envelhecimento e estando associada com um elevado risco de doenças cardiovasculares (Teed et al., 2010; Haines et al., 2009) e mortalidade prematura nas mulheres pós-menopáusicas (Speroff, 1994).

O aumento da idade cronológica é um fator de risco, pois o processo biológico normal do envelhecimento causa alterações no organismo como: redução da capacidade respiratória, queda do consumo de oxigênio e aumento da frequência cardíaca dentre outros (Mcardle et al., 2002). A redução da capacidade aeróbia aumenta progressivamente a cada década, sendo considerada não linear (Ades &Toth, 2005).

Alguns estudos apresentam que o  $VO_{2max}$  declina pela diminuição da massa magra (Toty et al., 1994), pelo aumento da adiposidade total (Sui et al., 2007) e central (Lynch et al., 2002; Ross et al., 2003) e pela idade (Hawkins et al., 2003). Outros referem que a evolução do  $VO_{2max}$  é independente da composição corporal (Hollenberg et al., 2006), nomeadamente da componente muscular (Ades &Toth, 2005) não sendo influenciada pela idade (Bouchard & Rankinen 2001; Skinner et al., 2001).

Uma maior capacidade cardiorespiratória em mulheres pós-menopáusicas ativas está associada ao colesterol mais baixo das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e níveis mais acentuados de colesterol das lipoproteínas de alta densidade (HDL) e ao aumento da densidade mineral óssea (DMO). É reconhecida também na literatura a sua relação com a idade (Fleg & Lakata, 1998) e a atividade física, revelando uma forte influência genética.

Em algumas mulheres pós-menopáusicas, a terapia hormonal (TH) está associada com um aumento dos níveis de aptidão aeróbica independente dos níveis de atividade física exibido pelas mesmas (Mercurio et al., 2007). É documentado na literatura, que a terapia hormonal (TH), atenua o aumento da massa gorda (Hassager & Christiansen, 1989), influencia positivamente na distribuição central da adiposidade (Haarbo et al., 1991) e minimiza a perda de massa isenta de gordura e de osso (Sirola & Rikkonen, 2005). No entanto, resultados relacionados com o efeito da TH na condição cardiovascular são muito contraditórios na literatura e ainda não são claros revelando diferenças em fatores como, seleção da amostra, nos produtos utilizados, nas vias de administração da terapia e no período de iniciação da mesma (Sturdee et al., 2011).

Apesar dos inúmeros estudos terem sido conduzidos com vistas a aprofundar a relação da aptidão aeróbia e composição corporal, os resultados ainda são conflitantes sobre estes dois componentes da aptidão física. Enquanto alguns autores mencionam que a evolução do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) é independente da composição corporal (Hollenberg et al., 2006; Ades & Toth 2005) outros apontam que uma menor aptidão aeróbia na mulher pós-menopáusica tende a estar associada a um aumento dos níveis de adiposidade total e central (Lynch et al., 2002; Pansini et al., 2008; Ross et al., 2003) e à redução da massa magra (Hagberg et al., 2000; Toty et al., 1994).

No que se refere à influência das características da menopausa, alguns estudos (Hagberg et al., 2000) demonstraram que a atividade física associada com a TH não revela um efeito mais proeminente na composição corporal, contrariando os resultados de Mercurio et al. (2007), que expressam a presença de maiores níveis de aptidão aeróbia em mulheres utilizadoras de TH, independentemente dos níveis de atividade física exibidos por elas.

Com base nas lacunas identificadas na literatura relacionadas com a composição corporal de mulheres pós-menopáusicas, e sua influência na condição cardiorespiratória a dissertação agora apresentada, trata das seguintes questões e objetivos de pesquisa:

## **1.4 Questões da pesquisa e objetivos**

### **1.4.1 Questão da pesquisa e objetivo do estudo 1**

Alguns parâmetros da composição corporal influenciam a variação do  $VO_{2max}$  em mulheres pós-menopáusicas?

**Objetivo:** analisar a relação da aptidão aeróbia com a composição corporal de mulheres pós-menopáusicas, controlando para a idade, taxa metabólica basal e características da menopausa.

### **1.4.2 Questão da pesquisa e objetivo do estudo 2**

A associação da aptidão cardiorespiratória com a composição corporal apresentam resultados diferenciados em mulheres pós-menopáusicas não-obesas e obesas?

**Objetivo:** verificar a associação da aptidão cardiorespiratória com as características da menopausa, com a taxa metabólica basal e a composição corporal em mulheres não-obesas e obesas.

## **Capítulo 2 - Métodos**

### **2.1 Métodos comuns a todos os estudos**

#### **2.1.1 Desenho do estudo, recrutamento, critérios de inclusão na amostra**

Este estudo é delineado como pesquisa descritiva do tipo exploratório transversal, realizado na cidade de Vila Real (Portugal). O estudo faz parte do Programa Menopausa em Forma, aprovado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (Ref. POCI/DES/59049/2004; Moreira, 2004) e atendeu aos procedimentos da Declaração de Helsinki (World Medical Association, 2009), tendo sido aprovado pela Universidade de Trás-Montes e Alto Douro.

A amostra incluiu 208 mulheres pós-menopáusicas, não-obesas ( $n=54$ ) e obesas ( $n=154$ ) com média de idade de 55,90 ( $\pm 4,81$ ) e 58,15 ( $\pm 7,07$ ) anos sem menopausa prematura (NAMS, 2010), revelando a sua maioria uma menopausa natural (75,5%), um tempo de menopausa inferior a 10 anos (56,3 %) e o uso de TH (54,8%). Todos os elementos integraram voluntariamente o Programa Menopausa em Forma (Moreira, 2004), sendo a inclusão baseada na história clínica e com os seguintes critérios de exclusão: a) evidência de doença cardiovascular, b) uso de medicação susceptível de modificar o metabolismo lípidico e lipoproteico ou condicionar a capacidade de execução do exercício de forma vigorosa, c) significativa doença renal ou hepática, d) hipertensão descontrolada e, e) manifestação de doenças metabólicas não controladas clinicamente.

#### **2.1.2 Instrumentos**

A estatura (E) foi medida com o estadiômetro SECA 220 (Seca Corporation, Hamburg, Germany), de acordo com os procedimentos referidos por Heyward e Wagner (2004). O peso (P), a massa gorda (MG), a área de adiposidade visceral (AAV) e a massa isenta de gordura (MIG) foram avaliadas com a bioimpedância octopolar InBody720 (Biospace, Seoul, Coreia), respeitando as

orientações do manual do equipamento (Bioapace, 2004) e os procedimentos indicados por Heyward e Wagner (2004) e Chumlea e Sun (2005).

O teste submáximo foi realizado em esteira rolante (Panatta Sport, Apero, Italy), até um valor de 85% da frequência cardíaca máxima, e em conformidade com o protocolo adaptado de Bruce (Bruce, 1973). O gás expirado foi analisado durante a execução do protocolo de exercício usando o Sensormedics 2900 C (SensorMedicsCorporation, Yorba Linda, USA).

### **2.1.3 Procedimentos**

As normas de preparação para a avaliação da composição corporal foram as seguintes: (1) estar em jejum, (2) não consumir álcool 48 horas antes do teste, (3) não realizar exercício de intensidade moderada a elevada nas 12 horas antes da avaliação, (4) não efetuar o exame perante a presença de um estado febril ou de desidratação; (5) não utilizar bijuterias metálicas ou implantes dentários com metal; (6) não ingerir café e; (7) realizar a avaliação com roupas de banho. A TMB foi avaliada através da utilização da equação de Cunningham (1991) e todas as avaliações foram conduzidas pelo mesmo técnico, após um treino com supervisão especializada.

A obesidade foi considerada presente a partir de valores de  $\%MG \geq 35\%$  (Lohman e Goings, 1998) e níveis de  $AAV \geq 100 \text{ cm}^2$  foram considerados representarem um importante risco para a presença de distúrbios metabólicos como diabetes, hipertensão e hiperlipidemia (Williams et al., 1996; Després e Lamarche, 1993). Com base em medições em duplicado em 10 mulheres pós-menopáusicas, foram determinados os erros técnicos das variáveis (P, 0,06 kg; E, 0,09 cm; MG, 0,32 kg; AAV, 0,97  $\text{cm}^2$ ; MIG, 0,20 kg; TMB, 7,66 kcal/dia; MME, 0,21 kg; MIGO total, 0,35 kg; MIGO braço direito, 0,04 kg; MIGO braço esquerdo, 0,04 kg; MIGO tronco, 0,19 kg; MIGO perna direita, 0,03 kg; MIGO perna esquerda, 0,03 kg; MIG, 0,20 kg).

O teste submáximo foi realizado em conformidade com o protocolo adaptado de Bruce (Bruce, 1973). Todas as participantes foram instruídas a



prossequirem a sua medicação habitual e a absterem-se de consumir alimentos, café e de fumar duas horas antes da recolha dos dados. As normas de preparação incluíram também o uso de vestuário confortável e a restrição da prática exercício intenso no dia anterior. A classificação do  $VO_{2max}$  foi realizada em conformidade com McArdle et al. (2006), sendo considerados cinco níveis distintos, de acordo com a idade dos elementos da amostra.

#### **2.1.4 A análise estatística**

Os dados foram analisados usando SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, E.U.A.) e um valor ( $P \leq 0,05$ ) foi considerado estatisticamente significativo. Os dados foram expressos em média  $\pm$  desvio. O grau de associação entre as variáveis foi calculada pelo coeficiente de correlação de Pearson. Análises de regressão linear múltipla (stepwise), controlando para idade, TMB e as características da menopausa, foram realizados para avaliar a influência destas variáveis na variação do  $VO_{2max}$ .

O teste 't' de Student para amostras independentes foi aplicado para comparar os grupos de não-obesas e obesas, considerando-se pontos de corte de AAV (entre 100 e 150  $cm^2$  e  $>150 cm^2$  /  $<100 cm^2$  e  $\geq 100 cm^2$ ) e da TMB ( $<1238 kcal/dia$  e  $\geq 1238 kcal/dia$ ), esta última definida neste estudo. Considerando-se três grupos de  $VO_{2max}$  ( $<26,87$ ;  $26-87-30,94$ ;  $>30,94$ ), definidos de modo a obter um número de observações dentro de cada grupo igual ou aproximadamente igual (homocedasticidade), a comparação das variáveis foi realizada entre os grupos através do teste ANOVA ou Kruskal-Wallis. O método de correção de Bonferroni foi aplicado quando necessário para a realização de comparações múltiplas.

**Capítulo 3**  
**Aptidão cardiorespiratória e composição corporal em mulheres**  
**pós-menopáusicas**  
**(Estudo 1)**

## Capítulo 3 - Aptidão cardiorespiratória e composição corporal em mulheres pós-menopáusicas (Estudo 1)

### 3.1 Resumo/ Abstract

**Objetivo:** Analisar a relação entre a aptidão aeróbia e composição corporal em mulheres na pós-menopausa.

**Métodos:** A amostra incluiu 208 mulheres ( $57,57 \pm 6,62$  anos), cuja composição corporal (MG, massa gorda; AAV, área de gordura visceral, MME, massa muscular esquelética; MIG, massa isenta de gordura) e taxa metabólica basal (TMB) foram avaliados por bioimpedância octopolar (InBody 720). O consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ , ml / kg / min) foi medido pelo protocolo modificado de Bruce.

**Resultados:** A média de  $VO_{2max}$  foi de 29,14 ml / kg / min, com maior parte da amostra com obesidade, elevada AAV e uma condição muscular normal. A AAV e TMB explicam em 30% a variação do  $VO_{2max}$  (EPE = 4,76 ml / kg / min) com seus níveis comprometidos em cerca de 6,16 e 0,18 ml / kg / min para os níveis de AAV  $\geq 100 \text{ cm}^2$  e de TMB  $<1238 \text{ kcal / dia}$ , respectivamente. Com o aumento do  $VO_{2max}$ , uma tendência crescente dos valores médios de índice de MIGO pode ser visto, com diferenças entre grupos de BAIXO-ALTO e MODERADO-ALTO. **Conclusões:** Estes resultados sugerem uma pior condição cardiorrespiratória com o aumento da adiposidade central e a diminuição da TMB, independentemente da idade e das características da menopausa.

**Palavras-chave:** aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, Pós-menopausa

**Purpose:** To analyze the relationship between aerobic fitness and body composition in postmenopause women.

**Methods:** The sample has included 208 women ( $57.57 \pm 6.62$  years old), whose body composition (FM, fat mass; VFA, visceral fat area; SM, skeletal muscle mass; SLM, soft lean mass; fat-free mass) and basal metabolic rate (BMR) were evaluated by bioimpedance octopolar (InBody 720). The greatest oxygen intake ( $VO_{2max}$ , ml/kg/min) was measured by the modified Bruce protocol.

**Results:** The average  $VO_{2max}$  was 29.14 ml/kg/min, with most of the sample showing obesity, high VFA and a normal muscular condition. The  $VO_{2max}$  variation of 30% (SEE = 4.76 ml/kg/min) is explained by both the VFA and the BMR with their levels compromised about 6.16 and 0.18 ml/kg/min for levels of  $VFA \geq 100 \text{ cm}^2$  and of  $BMR < 1238 \text{ kcal/day}$ , respectively. With the increase of  $VO_{2max}$ , a growing tendency of the average values of SLM index can be seen, with differences between LOW-HIGH and MODERATE-HIGH groups.

**Conclusions:** These results suggest a worsening of the cardiorespiratory condition with the increase of central adiposity and the decrease of BMR, regardless of age and, menopause characteristics.

**Key words:** Cardiorespiratory Fitness, Body Composition, Postmenopause

### 3.2 Introdução

A menopausa está associada a um declínio dos níveis de estrogênio, conduzindo ao aumento dos níveis de adiposidade total e central (Teed, Lombard & Deeks, 2010) e à diminuição da condição óssea, da massa e da força muscular (Messier et al., 2011). Estas alterações da composição corporal são agravadas pela redução dos níveis de atividade física habitual e da taxa metabólica basal (Poehlman, Toth & Gardner, 1995), concorrendo para o agravamento do risco cardiovascular e da qualidade de vida das mulheres nesta fase do climatério. A aquisição de um modelo andróide de distribuição da adiposidade tem um importante significado clínico não apenas relacionado com um maior risco metabólico (Teed, Lombard & Deeks, 2010) e inflamatório (Valentine et al., 2009) mas também com a osteoporose (Rolland & Vellas, 2009), sendo documentado por vários autores uma maior influência da obesidade na redução da capacidade física da mulher pós-menopáusia, comparativamente à sarcopenia (Rolland et al., 2009). A privação estrogênica concorre para a diminuição de óxido nítrico e de prostaciclina pelo endotélio (Weiner et al., 1994) e para o aumento da migração e proliferação das células musculares lisas na parede interior dos vasos sanguíneos (Bhalla et al., 1997), acentuando o risco de desenvolvimento de doença aterosclerótica na mulher e gerando a manifestação fatores de risco cardiovascular quando a menopausa ocorre aos 45 anos ou menos, advindo numa idade inferior à média estabelecida para a menopausa natural (Royer et al., 2007).

A análise da relação composição corporal com a aptidão aeróbia revela-se muito importante na definição de programas de exercício destinados a melhorar a aptidão física e a autonomia funcional das mulheres pós-menopáusias. A presença de melhores níveis de adiposidade e de aptidão cardiorespiratória favorece a locomoção bípede nesta população, estando também acomodada a níveis mais adequados de insulina e de glucose e a um perfil lipoproteico e inflamatório mais auspicioso (Pansini et al., 2008). A literatura documenta resultados contraditórios sobre a relação destas duas componentes da aptidão física. Enquanto alguns autores mencionam que a evolução do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) é independente da composição corporal

(Hollenberg et al., 2006) outros apontam que uma menor aptidão aeróbia na mulher pós-menopáusica tende a estar associada a um aumento dos níveis de adiposidade total e central (Pansini et al., 2008) e à redução da massa magra (Hagberg et al., 2000). No que se refere à influência das características da menopausa, alguns estudos reportam uma melhoria da capacidade hemodinâmica e vasodilatadora com a terapia hormonal (TH) (Mercuro et al., 2007), enquanto outros não revelam efeitos significativos da mesma na variação do  $VO_{2max}$  (Hagberg et al., 2000). Este estudo procurou investigar o peso relativo de vários parâmetros de composição corporal na variação do  $VO_{2max}$  de mulheres pós-menopáusicas, baseado na definição de 3 grupos de  $VO_{2max}$  (ml/kg/min) estabelecidos na pesquisa. Foram confrontados os valores médios dos referidos parâmetros, bem como da TH, da natureza e do tempo de menopausa.

### **3.3 Métodos**

#### **3.3.1 Amostra**

Havia 300 mulheres que participaram do programa, no entanto, devido a: a) a impossibilidade de algumas mulheres para participar e / ou executar um ou mais dos testes necessários para esse estudo; b) A sua decisão de abandonar o programa, especialmente associada com o fator de randomização; e ou c) os valores individuais revelaram ser outliers graves; este número foi reduzido para 208. A amostra final com 208 mulheres pós-menopáusicas saudáveis (idade,  $57,60 \pm 6,62$  anos, peso,  $68,90 \pm 11,59$ , altura  $155,09 \pm 0,05$  cm) 157 tinham sido submetidos a menopausa natural, exceto 51, a menopausa induzida.

Noventa e quatro dessas mulheres não estavam tomando TH e 114 usavam TH. As participantes foram recrutadas através de anúncios em jornais, televisão, rádio, mensagens de correio eletrônico e folhetos distribuídos para a comunidade. A sua inclusão no programa de Menopausa foi baseada na avaliação de sua história reprodutiva e médica. Para definir o status da idade reprodutiva uma classificação modificada de STRAW (Fase Reprodutiva de Oficina de Envelhecimento) (Soules et al., 2001) foi utilizada.

Os sujeitos foram excluídos de acordo com os seguintes critérios (Moreira, 2004): (1) Menopausa prematura, (2) Significativa doença renal ou hepática, (3) A existência de doenças cardiovasculares (Sintomas de angina de peito ou infarto do miocárdio nos últimos 3 meses) ou hipertensão não controlada (nível da pressão arterial sistólica superior a 200 mm Hg e nível de pressão arterial diastólica superior a 105 mm Hg), (4) O uso de bloqueadores e agentes anti-arrítmicos, e (5) a existência de problemas músculo esquelético, doenças neuro-musculares e neuro-fisiológicos que podem impedir sua participação em exercícios físicos ou pode ter os sintomas agravados por eles.

Este estudo foi aprovado pela Fundação Portuguesa de Ciência e Tecnologia e pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, e formulários de consentimento por escrito foram obtidas de todos os participantes antes da respectiva entrada no estudo .

### **3.3.2 Antropometria e Bioimpedância**

A estatura (E) foi medida com o estadiômetro SECA 220 (Seca Coporation, Hamburg, Germany), de acordo com os procedimentos referidos por Heyward e Wagner (2004). O peso (P), a massa gorda (MG), a área de adiposidade visceral (AAV), a massa muscular esquelética (MME) a massa isenta de gordura (MIG) e a massa isenta de gordura e de osso (MIGO; total, braços, tronco e pernas) foram avaliadas com a bioimpedância octopolar InBody 720 (Biospace, Seoul, Coreia). A validade da bioimpedância octopolar InBody foi verificado em alguns estudos (Malavolt et al, 2003; Medici et al, 2005). Esta tecnologia emprega oito eletrodos de contato, dois estão posicionados na palma da mão e o polegar de cada mão, e a outra, na parte frontal dos pés e nos calcanhares. Ele nos permite analisar cinco partes básicas do corpo, o membro esquerdo e superior direito, tronco e membro esquerdo e membro inferior direito, independentemente e usando frequências de 1, 5, 50, 250, 500 e 1000 kHz.

A taxa metabólica basal (TMB) foi apreciada por meio da equação de Cunningham (Cunningham, 1991), com medições realizadas pelo mesmo técnico pela manhã e seguindo uma metodologia padrão (Biospace, 2004).

Índice de massa muscular esquelética ( $IMME = MME/P \times 100$ ) foi calculado de acordo com Janssen et al (2002), o MIGO regional foi ajustado para o peso ( $IMIGO_B$ , braços;  $IMIGO_T$ , tronco;  $IMIGO_P$ , pernas). O índice de massa muscular esquelética dos indivíduos foi considerada normal caso apresentassem um desvio-padrão acima da média ( $33,1 \pm 5,5\%$ ) sendo essa específica para mulheres jovens com idade entre 18 e 39 anos. No estudo adotado como referência, o instrumento usado foi a bioimpedância e a amostra foi composta por 3.298 mulheres.

Os pontos de referência para a sarcopenia e obesidade foram, respectivamente,  $IMME \leq 28\%$  e  $MG \geq 35\%$  (Lohman & Going, 1998). Valores de gordura visceral superior a  $100 \text{ cm}^2$  representa um forte risco para distúrbios metabólicos, como diabetes, hipertensão e hiperlipidemia (Williams et al., 1996). Erros técnicos de variáveis ( $\text{erro técnico} = \sum d^2/2n$  onde  $d$  é a diferença entre as avaliações e  $n$  é o tamanho da amostra) foram determinadas por duas medições repetidas, em um subgrupo de dez mulheres na pós-menopausa (H, 0,09 cm; P, 0,06 kg; MG, 0,32 kg; AAV,  $0,97 \text{ cm}^2$ ; MME, 0,21 kg; MIGO total, 0,35 kg; MIGO braço direito, 0,04 kg; MIGO braço esquerdo, 0,04 kg; MIGO tronco, 0,19 kg; MIGO perna direita, 0,03 kg; MIGO perna esquerda, 0,03 kg; MIG, 0,20 kg).

### **3.3.3 Aptidão Cardiorespiratória**

O teste submáximo foi realizado em esteira rolante (Panatta Sport, Apero, Italy), até um valor de 85% da frequência cardíaca máxima, e em conformidade com o protocolo adaptado de Bruce (Bruce, Kusumi & Hosmer 1973). O gás expirado foi analisado durante a execução do protocolo de exercício usando o Sensormedics 2900 C (Sensor Medics Corporation, Yorba Linda, USA).

A sua aplicação foi iniciado com três minutos a uma velocidade de  $2,74 \text{ km/h}$ , com uma inclinação para 3 minutos. As segunda e terceira fases tinham a mesma velocidade e duração, mas o gradiente foi aumentado em 5% e 10%, respectivamente. Cada fase subsequente teve um incremento de  $1,29 \text{ km/h}$  em velocidade e 2% em gradiente. O  $VO_{2\text{max}}$  estimado foi anteriormente com

base na linha de regressão de valores de  $VO_{2max}$  e da frequência cardíaca obtido no último minuto de cada fase, entre 55% e 85% do máximo previsto.

As mulheres foram instruídas tanto para prosseguir as suas medicações habituais, mas abster-se de alimento, café e cigarros por pelo menos duas horas antes do estudo. As regras para a preparação também incluiu a sugestão de usar roupas esportivas confortáveis e evitar o exercício intenso no dia anterior. A classificação de  $VO_{2max}$  foi realizado em conformidade com os critérios de McArdle et al. (2006) em cinco níveis diferentes (ruim, regular, médio, bom e excelente), de acordo com a idade dos participantes do estudo.

### **3.3.4 Análise estatística**

Os dados foram analisados usando SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, E.U.A.) e um valor ( $P \leq 0,05$ ) foi considerado estatisticamente significativo. Os dados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão. O grau de associação entre as variáveis foi calculada pelo coeficiente de correlação de Pearson. Análises de regressão linear múltipla (stepwise), controlando para idade, TMB e as características da menopausa, foram realizados para avaliar as associações entre aptidão cardiorespiratória e composição corporal.

O teste 't' de Student para amostras independentes foi aplicado para comparar os grupos, considerando-se pontos de corte de AAV ( $100 \text{ cm}^2$ ) e da TMB (1238 kcal /dia), esta última definida neste estudo. Considerando-se três grupos de  $VO_{2max}$  ( $<26,87$ ;  $26,87-30,94$ ;  $>30,94$ ), definidos de modo a obter um número de observações dentro de cada grupo igual (ou aproximadamente igual), a comparação das variáveis foi realizada entre os grupos através do teste ANOVA ou Teste Kruskal-Wallis (quando as variáveis não têm sido capazes de preencher todos os pressupostos para as estatística paramétrica) O método de correção de Bonferroni foi aplicado quando necessário para a realização de comparações múltiplas.

## **3.4 Resultados**

A idade dos sujeitos variou entre 40.60 e 79.58 anos (Tabela 3.1), sendo os valores médios de % MG e MIG, são respectivamente, 39.34% e 41.17Kg, com



74% da amostra a revelar a presença de obesidade ( $MG \geq 35\%$ ). A grande maioria da amostra revelou um excesso de adiposidade visceral (85.6%) e uma condição muscular normal ( $n=191$ ), sendo o valor médio da TMB de 1258.75 kcal/dia.

**Tabela 3.1** - Características da amostra ( $n=208$ ).

| Variáveis                                              | Média±DP       | Amplitude         |
|--------------------------------------------------------|----------------|-------------------|
| Idade (anos)                                           | 57.57±6.62     | 40.60 - 79.58     |
| Altura (cm)                                            | 155.09 ± 5.39  | 142.00 – 170.00   |
| Peso (kg)                                              | 68.90±11.59    | 45.80 - 108.70    |
| Massa gorda (kg)                                       | 27.74±8.71     | 9.10 - 55.70      |
| Massa gorda (%)                                        | 39.34±6.92     | 17.90 - 53.00     |
| Área de adiposidade visceral ( $cm^2$ )                | 133.61±27.28   | 52.10 - 206.10    |
| Massa isenta de gordura (kg)                           | 41.17±4.85     | 30.40 - 54.40     |
| Massa muscular esquelética (kg)                        | 22.40±2.93     | 15.80 - 30.40     |
| Índice de massa muscular esquelética (%)               | 32.89±3.78     | 25.66 - 45.98     |
| Massa isenta de gordura e de osso braços (kg)          | 4.52±0.79      | 2.93 – 7.04       |
| Índice de massa isenta de gordura e de osso braços (%) | 6.59±0.69      | 4.75 – 9.20       |
| Massa isenta de gordura e de osso tronco (kg)          | 19.53±2.43     | 14.30 – 27.40     |
| Índice de massa isenta de gordura e de osso tronco (%) | 28.64±2.66     | 22.08 – 38.49     |
| Massa isenta de gordura e de osso perna (kg)           | 11.86±1.84     | 4.54 – 17.95      |
| Índice de massa isenta de gordura e de osso perna (%)  | 17.41±2.34     | 4.88 – 25.03      |
| Taxa metabólica basal (kcal/dia)                       | 1258.76±104.72 | 1027.00 - 1545.00 |
| Consumo máximo de oxigênio (ml/kg/min)                 | 29.14±5.68     | 16.39 - 48.31     |

Os maiores amplitudes da IMIGO regional foram verificadas para as pernas e para o tronco, representando estas regiões 17.41% e 28.64% do peso corporal, respectivamente. A média de  $VO_{2max}$  registrada na amostra foi de 29.14 ml/kg/min, sendo assinalados na maioria das participantes níveis médios de (69.7%), bom (13.1%) e 19 mulheres apresentando nível excelente. A aptidão cardiorespiratória é influenciada ( $p \leq 0.01$ ) positivamente pela IMME ( $r=0.48$ ) e agravada pela presença de maiores níveis de adiposidade total (Tabela 3.2), mas sobretudo central ( $r=-0.53$ ). As correlações do  $VO_{2max}$  com a MIGO regional apenas assumiram significado estatístico ( $p \leq 0.01$ ) quando relativizadas para a massa corporal, sendo mais elevadas para a  $IMIGO_P$  e a  $IMIGO_T$  (0.46 e 0.43, respectivamente). A aptidão cardiorespiratória tende a diminuir com a idade e o tempo de menopausa ( $p \leq 0.01$ ), sendo particularmente influenciada pela primeira.

**Tabela 3.2 - Correlações entre as variáveis (n=208)**

| Variáveis                      | MG (kg) | MG (%)  | AAV (cm <sup>2</sup> ) | MIG (kg) | MME (kg) | IMME (%) | MIGO <sub>B</sub> (kg) | IMIGO <sub>B</sub> (%) | MIGO <sub>T</sub> (kg) | IMIGO <sub>T</sub> (%) | MIGO <sub>P</sub> (kg) | IMIGO <sub>P</sub> (%) | TMB (kcal/dia) | TM (1 a 3) | TH (0 a 1) | NM (1 a 2) | IDADE (years) |
|--------------------------------|---------|---------|------------------------|----------|----------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------|------------|------------|---------------|
| VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min) | -0.42** | -0.48** | -0.53**                | 0.05     | 0.04     | 0.48**   | -0.07                  | 0.36**                 | -0.08                  | 0.43**                 | 0.08                   | 0.46**                 | 0.05           | -0.26**    | 0.07       | 0.03       | -0.30**       |
| MG (kg)                        |         | 0.89**  | 0.84**                 | 0.42**   | 0.41**   | -0.85**  | 0.57**                 | -0.51**                | 0.58**                 | -0.86**                | 0.34**                 | -0.74**                | 0.42**         | 0.18*      | -0.04      | 0.04       | 0.12          |
| MG (%)                         |         |         | 0.83**                 | 0.01     | 0.01     | -0.98**  | 0.21**                 | -0.73**                | 0.21**                 | -0.93**                | -0.01                  | -0.85                  | 0.01           | 0.22**     | -0.07      | 0.01       | 0.22**        |
| AAV (cm <sup>2</sup> )         |         |         |                        | 0.21**   | 0.22**   | -0.81**  | 0.42**                 | -0.46**                | 0.43**                 | -0.73**                | 0.08                   | -0.80**                | 0.20**         | 0.32**     | -0.09      | 0.03       | 0.37**        |
| MIG (kg)                       |         |         |                        |          | 0.99**   | 0.08     | 0.92**                 | 0.39**                 | 0.94**                 | -0.03                  | 0.88**                 | 0.12                   | 1.00**         | -0.07      | 0.06       | 0.08       | -0.16*        |
| MME (kg)                       |         |         |                        |          |          | 0.09     | 0.93**                 | 0.41**                 | 0.95**                 | -0.01                  | 0.86**                 | 0.11                   | 0.99**         | -0.08      | 0.06       | 0.08       | -0.17*        |
| IMME (%)                       |         |         |                        |          |          |          | -0.11                  | 0.79**                 | -0.12                  | 0.95**                 | 0.08                   | 0.86**                 | 0.08           | -0.25**    | 0.06       | 0.00       | -0.24**       |
| MIGO <sub>B</sub> (kg)         |         |         |                        |          |          |          |                        | 0.37**                 | 0.99**                 | -0.12                  | 0.75**                 | -0.14*                 | 0.92**         | -0.05      | 0.05       | 0.12       | -0.14*        |
| IMIGO <sub>B</sub> (%)         |         |         |                        |          |          |          |                        |                        | 0.34**                 | 0.86**                 | 0.26**                 | 0.58**                 | 0.39**         | -0.27**    | 0.07       | 0.10       | -0.29**       |
| MIGO <sub>T</sub> (kg)         |         |         |                        |          |          |          |                        |                        |                        | -0.14*                 | 0.78**                 | -0.12                  | 0.94**         | -0.06      | 0.05       | 0.11       | -0.16**       |
| IMIGO <sub>T</sub> (%)         |         |         |                        |          |          |          |                        |                        |                        |                        | -0.06                  | 0.75**                 | -0.03          | -0.27**    | 0.06       | 0.03       | -0.27**       |
| MIGO <sub>P</sub> (kg)         |         |         |                        |          |          |          |                        |                        |                        |                        |                        | 0.35**                 | 0.88**         | -0.12      | 0.09       | 0.04       | -0.11         |
| IMIGO <sub>P</sub> (%)         |         |         |                        |          |          |          |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                | 0.12       | -0.15*     | 0.10       | -0.18         |
| TMB (kcal/dia)                 |         |         |                        |          |          |          |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                |            | -0.07      | 0.06       | -0.16*        |
| TM (1 a 3)                     |         |         |                        |          |          |          |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                |            |            | 0.00       | 0.62**        |
| TH (0 a 1)                     |         |         |                        |          |          |          |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                |            |            |            | 0.23**        |
| NM (1 a 1)                     |         |         |                        |          |          |          |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                |            |            |            | -0.09         |

VO<sub>2max</sub> consumo máximo de oxigênio; MG, massa gorda; AAV, area de adiposidade visceral; MIG, massa isenta de gordura; MME, massa muscular esquelética; IMME, índice de massa muscular esquelética; MIGO<sub>B</sub>, massa isenta de gordura e de osso de braços; IMIGO<sub>B</sub>, índice de massa isenta de gordura e osso de braços; MIGO<sub>T</sub>, massa isenta de gordura e osso de tronco; IMIGO<sub>T</sub>, índice de massa isenta de gordura e osso de tronco; MIGO<sub>P</sub>, massa isenta de gordura e osso de pernas; IMIGO<sub>P</sub>, índice de massa isenta de gordura e osso de pernas; TMB, taxa metabólica basal; TM, tempo de menopausa; TH, terapia hormonal; NM, natureza da menopausa.

\*  $p \leq 0.05$  e \*\*  $p \leq 0.01$ .

A adiposidade visceral revelou uma associação elevada e inversa ( $p \leq 0.01$ ) com a IMME ( $r = -0.81$ ) e com a IMIGO regional, especialmente no que diz respeito à sua localização nas pernas e no tronco. As mulheres mais velhas e com maior tempo de amenorreia registraram uma maior AAV ( $r = 0.37$  e  $r = 0.32$ , respectivamente,  $p \leq 0.01$ ). Níveis mais elevados de MIG, MME e MIGO regional (kg; tronco, braços, pernas) revelaram-se associados a um maior dispêndio energético, variando os valores de correlação na amostra entre 0.88 e 1.00 ( $p \leq 0.01$ ).

A análise da influência da composição corporal na variação do VO<sub>2max</sub> (Tabela 3.3) mostra que, independentemente da idade e das características da menopausa, a AAV ( $\beta = -0.563$ ,  $p \leq 0.01$ ) e o TMB ( $\beta = 0.165$ ,  $p \leq 0.01$ ) explicam em 30% a variação da variável dependente, com um erro de estimação de 4.76 ml/kg/min.

**Tabela 3.3** - Influência da composição corporal (%MG, MIG, AAV, IMME, IMIGO<sub>B</sub>, IMIGO<sub>T</sub> e IMIGO<sub>P</sub>) na variação da aptidão cardiorespiratória (VO<sub>2max</sub>), com controle da idade, taxa metabólica basal e características da menopausa (tempo, natureza e terapia hormonal).

| Variáveis Dependentes          | Variáveis Independentes                         | $\beta$ | $R^2 \times 100$ | SEE  |
|--------------------------------|-------------------------------------------------|---------|------------------|------|
| VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min) | Área de adiposidade visceral (cm <sup>2</sup> ) | -0.563* | 30%              | 4.76 |
|                                | Taxa metabólica basal (kcal/dia)                | 0.165*  |                  |      |

MG, massa gorda; MIG, massa isenta de gordura; AAV, área de adiposidade visceral; IMME, índice de massa muscular esquelética; IMIGO<sub>B</sub>, índice de massa isenta de gordura e osso de braços; IMIGO<sub>T</sub>, índice de massa isenta de gordura e osso de tronco; IMIGO<sub>P</sub>, índice de massa isenta de gordura e osso de pernas; \*p≤0.01

Considerando os valores de corte estabelecidos para a AAV e a TMB (Tabela 3.4), as mulheres pós-menopáusicas com AAV≥ 100 cm<sup>2</sup> e TMB< 1238 kcal/dia exibiram uma pior condição cardiorespiratória (p≤0.01), traduzida em valores médios de 6.16 ml/kg/min e -0.18 ml/kg/min, respectivamente.

**Tabela 3.4** - Comparações entre os valores médios da adiposidade visceral (AAV< 100 cm<sup>2</sup> e AAV≥ 100 cm<sup>2</sup>) e taxa metabólica basal (TMB< 1238 kcal/dia e TMB≥ 1238 kcal/dia).

| Variáveis                    | Ponto de cortes       | Número de sujeitos | Média±DP   | Diferença    |
|------------------------------|-----------------------|--------------------|------------|--------------|
| Área de Adiposidade Visceral | < 100 cm <sup>2</sup> | 21                 | 34.69±5.30 | 6.16±1.24*   |
|                              | ≥ 100 cm <sup>2</sup> | 187                | 28.52±5.39 |              |
| Taxa Metabólica Basal        | < 1238 kcal/dia       | 103                | 29.05±5.60 | -0.18±0.79** |
|                              | ≥ 1238 kcal/dia       | 105                | 29.23±5.78 |              |

\*p≤0.01

Na Tabela 3.5 são indicados os valores médios relacionados com a idade, as variáveis associadas à composição corporal e às características da menopausa e a TMB, em função dos valores de corte estabelecidos no presente estudo para o VO<sub>2max</sub> (BAIXO, <26.87; MODERADO, 26.87-30.94; ALTO> 30.94). Não foram identificadas diferenças com significado estatístico para as características da menopausa e a TMB.

**Tabela 3.5** - Comparação da idade, composição corporal, características da menopausa e taxa metabólica basal dos três grupos da aptidão cardiorespiratória.

| Variáveis                                           | Grupos de Aptidão Cardiorespiratória (ml/kg/min) |                                  |                        | Anova<br>ou<br>Kruskal-<br>Wallis | tendência |                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|                                                     | Baixo<br>(<26.87; n=69)                          | Moderado<br>(26.87 -30.94; n=70) | Alto<br>(> 30.94;n=69) |                                   |           |                                                                                               |     |
| Idade (anos)                                        | 60.16± 6.86                                      | 57.11± 6-53                      | 55.44± 5.62            | F= 19.02 (p<0.01)                 | ↓         | <b>a</b> 3.05±1.08 (p=0.02)<br><b>b</b> 4.72±1.08 (p<0.01)                                    |     |
| <i>Composição Corporal</i>                          |                                                  |                                  |                        |                                   |           |                                                                                               |     |
| Massa Gorda (%)                                     | 42.39± 6.52                                      | 39.95± 6.01                      | 35.67± 6.52            | F= 38.33 (p<0.01)                 | ↓         | <b>b</b> 6.72± 1.09 (p=0.00)<br><b>c</b> 4.28± 1.08 (p<0.01)                                  |     |
| Índice de Massa Muscula Esquelética (%)             | 31.26± 3.49                                      | 32.43± 3.25                      | 35.00± 3.64            | F= 40.35 (p<0.01)                 | ↑         | <b>b</b> -3.74± 0.59 (p<0.01)<br><b>c</b> -2.57± 0,59 (p<0.01)                                |     |
| Área de Adiposidade Visceral (cm <sup>2</sup> )     | 148.39± 24.78                                    | 133.46± 23.29                    | 118.97± 25.72          | F= 49.31 (p<0.01)                 | ↓         | <b>a</b> 14.93±4,17 (p<0.01)<br><b>b</b> 29.42± 4,19(p<0.01)<br><b>c</b> 14.49± 4.17 (p<0.01) |     |
| Índice de massa isenta de gordura e osso braços (%) | 6.37± 0.61                                       | 6.46± 0.62                       | 6.92± 0.71             | F= 24.61 (p<0.01)                 | ↑         | <b>b</b> -0.55± 0.11 (p<0.01)<br><b>c</b> -0.46± 0.11 (p<0.01)                                |     |
| Índice de massa isenta de gordura e osso tronco (%) | 27.53± 2.53                                      | 28.31± 2.31                      | 30.09± 2.51            | F= 37.54 (p<0.01)                 | ↑         | <b>b</b> -2.56± 0.42 (p<0.01)<br><b>c</b> -1.78± 0.42 (p<0.01)                                |     |
| Índice de massa isenta de gordura e osso pernas (%) | 16.46± 2.36                                      | 17.28± 2.12                      | 18.48± 2.09            | F= 29.35 (p<0.01)                 | ↑         | <b>b</b> -2.02± 0.37 (p<0.01)<br><b>c</b> -1.20± 0.37 (p<0.01)                                |     |
| Taxa Metabólica Basal (kcal/dia)                    | 1267,88±12, 81                                   | 1244.99±11. 82                   | 1263.62±13.10          | X <sup>2</sup> =0.84 (p=0.66)     | ---       |                                                                                               | --- |
| <i>Características da Menopausa</i>                 |                                                  |                                  |                        |                                   |           |                                                                                               |     |
| Tempo da Menopausa (1-3)                            | 2.16±0.10                                        | 1.94±0.09                        | 1.86±0.09              | X <sup>2</sup> =5.59 (p=0.06)     | ---       |                                                                                               | --- |
| Natureza da Menopausa (1-2)                         | 1.21± 0.05                                       | 1.24± 0.05                       | 1.28± 0.05             | X <sup>2</sup> =0.63 (p=0.73)     | ---       |                                                                                               | --- |
| Terapia Hormonal (0-1)                              | 0.52±0.06                                        | 0.53±0.06                        | 0.59±0.06              | X <sup>2</sup> =0.89 (p=0.64)     | ---       |                                                                                               | --- |

O IMME e a IMIGO regional (braços, tronco e pernas) apresentaram uma tendência crescente dos valores médios com o aumento do VO<sub>2max</sub>, denunciando diferenças significativas (p< 0.01) entre os grupos BAIXO-ALTO e MODERADO-ALTO, mais marcadas para a IMME (-3.74% e -2.57%, respectivamente) e a IMIGO<sub>T</sub> (-2.56% e -1.78%). Comparativamente aos níveis de VO<sub>2max</sub> BAIXO e MODERADO, as mulheres com VO<sub>2max</sub>> 30.94 ml/kg/min, apresentaram menor (p< 0.01) MG (6.72% e 4.28%, respectivamente) e AAV (29.42 cm<sup>2</sup> e 14.49 cm<sup>2</sup>), sendo também verificadas, em relação a esta última variável, diferenças entre os grupos BAIXO-MODERADO (14.93 cm<sup>2</sup>, p<0.01). A aptidão cardiorespiratória tende a diminuir com a idade, com diferenças entre os grupos BAIXO-MODERADO e BAIXO-ALTO.

### 3.5 Discussão

O presente estudo procurou analisar a relação da aptidão cardiorespiratória com a composição corporal de mulheres pós-menopáusicas (40-79 anos), explorando a influência de vários parâmetros da composição na variação desta, com o controle da idade, das características da menopausa e da taxa metabólica basal. Com base nos valores de corte estabelecidos para o  $VO_{2max}$ , foram comparados os valores médios das variáveis relacionadas com a composição corporal, TH, tempo e natureza da menopausa. Os resultados sugerem que a AAV e a TMB influenciam significativamente a variação da aptidão cardiorespiratória em mulheres pós-menopáusicas, independentemente da idade e das características da menopausa, estando o aumento da adiposidade central nesta população relacionado com o agravamento da condição muscular, em particular nos membros inferiores e tronco. O hipoestrogenismo crônico que acompanha essas mulheres reflete-se na modificação das propriedades metabólicas dos adipócitos. A modificação mais marcante, talvez seja o aumento da adiposidade visceral e a redução dos componentes da massa isenta de gordura, nomeadamente no que se refere à componente muscular e óssea (Teed et al. 2010; Messier et al., 2011).

Uma percentagem muito elevada (85,6%) de mulheres apresentou uma AAV  $\geq 100 \text{ cm}^2$ , revelando um maior risco de desenvolvimento de doenças metabólicas e endócrinas, síndrome metabólica (Lemieux et al., 2011), osteoporose e perda de massa e força muscular (Scharager et al., 2007). Sendo reconhecido o papel da adiposidade central no catabolismo das proteínas, derivado em parte da diminuição do efeito da insulina na síntese proteica e da produção acrescida de citocinas pró-inflamatórias (Scharager et al., 2007), a presença de um número reduzido de mulheres com sarcopenia poderá estar associada à idade média da amostra (Rolland et al., 2008) e às características da menopausa por ela exibidas, sendo documentado na literatura um decréscimo mais acentuado dos estrogênios e da hormona do crescimento na menopausa induzida (Greenlund & Nair 2003) e uma redução da aromatização periférica com o tempo de menopausa (Szymczak et al., 1998). Tal como documentado em outros estudos, a adiposidade central tende a aumentar com a idade e o tempo de menopausa (Aragão et al., 2011),

embora alguns autores reportem uma diminuição da adiposidade central na mulher após os 75 anos de idade (Perissinotto et al., 2002). A nossa investigação revelou que a aptidão cardiorrespiratória é influenciada positivamente pela IMME e agravada pelos elevados níveis de adiposidade, particularmente central, nas mulheres pós-menopáusicas. Em um trabalho anterior (Aragão et al., 2011), demonstramos que a combinação da deterioração da condição muscular com o aumento da adiposidade central nesta população comprometia o  $VO_{2max}$ , independentemente da idade, tempo de menopausa e TMB. O risco aterosclerótico gerado pela privação estrogênica e relacionado com limitada produção de óxido nítrico e de prostaciclina pelo endotélio (Weiner, Lizasoain & Baylis, 1994) e a circunscrita capacidade de inibição da migração das células musculares e sua proliferação no interior dos vasos sanguíneos, é acentuada com o aumento da adiposidade visceral, derivado do desenvolvimento de um perfil lipídico e lipoproteico adverso (Teed et. al., 2010).

Um estudo recente (Kardassis et al., 2011) envolvendo 4047 obesos também demonstrou uma influência diferenciada das componentes da massa corporal na função cardíaca, revelando que a massa magra é um preditor significativo da variação do volume de sangue bombeado pelos ventrículos em cada batimento e do débito cardíaco, estando a ampliação da massa gorda relacionada a distúrbios na contractilidade e relaxamento dos ventrículos. Os mesmos autores relataram alterações da função do ventrículo esquerdo, com o aumento da adiposidade central, com reflexos no incremento da frequência cardíaca e da pressão arterial.

Na presente investigação a AAV e a TMB revelaram-se preditores independentes do  $VO_{2max}$ , explicando em 30% a sua variação (SEE= 4,76 ml/kg/min). Os resultados relacionados com o efeito da TH na condição cardiovascular são muito contraditórios na literatura, revelando diferenças na seleção da amostra, nos produtos utilizados, nas vias de administração da terapia e no período de iniciação da mesma (Sturdee & Pines, 2011). As mulheres com  $AAV \geq 100 \text{ cm}^2$  apresentaram em média -6,16 ml/kg/min, comparativamente às que tinham uma adiposidade central considerada normal, beneficiando da presença de uma  $TMB \geq 1238 \text{ kcal/dia}$ . A redução da TMB com

a menopausa está associada a alterações da composição corporal que ocorrem nesta fase do climatério, particularmente de tecido magro. Nosso estudo tem documentado uma correlação elevada ( $r \geq 0,88$ ) desta variável com a MME e a MIGO do tronco e dos membros inferiores. O declínio anual da massa muscular é particularmente acentuado após a 5ª década, situando-se entre 0,6% (Aloia et al., 1991) e 2% (Roubenoff & Hughes, 2000), sendo mais destacado nos primeiros 3 anos após a instalação da amenorreia permanente e agravado pela inatividade física e pelo consumo insuficiente de proteínas e de vitamina D (Maltais, Desroches & Dionne, 2009).

Com bases nos 3 grupos de  $VO_{2max}$  estabelecidos no presente estudo, os nossos resultados revelam que a mulher pós-menopáusica beneficia da presença de níveis de  $VO_{2max} > 30,94$  ml/kg/min, uma vez que os mesmos estão associados a uma melhor condição muscular e a menores níveis de adiposidade visceral. A combinação do exercício cardiorrespiratório de intensidade moderada a vigorosa com o exercício de resistência revela-se assim muito importante na obtenção destes níveis de aptidão cardiorespiratória (Perez & Garber, 2011), permitindo o primeiro atenuar os níveis de adiposidade, promover a síntese proteica e ativar a produção de enzimas oxidativas nas mitocôndrias e, o treino de resistência, aumentar a síntese de proteínas nas miofibrilas (Yarashevski et al., 1999) e contribuir para a redução de depósitos de gordura visceral.

Não diferindo os três grupos na TMB e das características da menopausa, os resultados sugerem que as mulheres com  $VO_{2max} < 26,87$  ml/kg/min apresentam, em relação aos níveis MODERADO e ELEVADO, uma idade superior e uma adiposidade visceral mais destacada. De acordo com Church et al. (2009), independentemente da quantidade de peso perdido, as mulheres pós-menopáusicas poderão reduzir a adiposidade central, cumprindo pelo menos 50% das recomendações de exercício propostas pelo *U.S. Department of Health and Human Services*, referidas como um mínimo de 150 minutos de atividade física moderada ou 75 minutos de atividade vigorosa por semana ou combinação equivalente destes dois tipos de intensidade (HHS, 2008). Atendendo a que estes níveis de  $VO_{2max}$  são mais frequentes em mulheres mais velhas, o exercício deverá incluir também atividades de equilíbrio e de

fortalecimento muscular por 90 minutos por semana, no sentido de reduzir as quedas (HHS, 2008).

Existem algumas limitações deste estudo. A amostra, foi composta por apenas voluntárias saudáveis, não pode representar toda a população de mulheres pós-menopáusicas, considerando-se que este último inclui geralmente uma proporção substancial de indivíduos menos saudáveis. Além disso, o número de mulheres com 65 anos ou mais era limitado e, portanto, nossos resultados não podem ser extrapolados para mulheres mais velhas. Apesar da validade da bioimpedância octopolar InBody estar documentada na literatura (Malavolt et al., 2003; Medici et al., 2005), alguns estudos apresentam ainda resultados contraditórios (Gibson et al., 2008; Volgyi et al., 2007), justificando a inclusão de outras metodologias mais precisas na avaliação da composição corporal total e regional. Finalmente, uma vez que os efeitos da terapia hormonal (TH) na composição corporal têm sido abordada em diversos estudos (Ziaei, Moaya & Faghihzadeh, 2010) 54,8% da amostra é composta de mulheres que se submeteram ao TH.

Em conclusão, os resultados sugerem que independentemente da idade e das características da menopausa, a AAV e a TMB influenciam significativamente a variação da aptidão cardiorrespiratória das mulheres pós-menopáusicas. A presença de níveis de  $VO_{2max} > 30,94$  ml/kg/min está relacionada com uma melhor adiposidade e condição muscular nesta população. As mulheres pós-menopáusicas com  $VO_{2max} < 26,87$  ml / kg / min tendem a ser mais velhas e a evidenciar maior AAV.

### **3.5.1 Conflito de Interesses**

Os autores relatam nenhum conflito de interesses. Somente os autores são responsáveis pelo conteúdo e redação do trabalho.

### **3.5.2 Fonte de Financiamento**

Os autores declaram que esta pesquisa foi apoiada pela Fundação Portuguesa de Ciência e Tecnologia (FCT) e do Programa Operacional Ciência e Inovação 2010 (POCI 2010), co-financiado pelo fundo Europeu do Desenvolvimento Regional (FEDER) (Ref. POCI/DES/59049/2004).



## Referências

- Aloia, J. F., D. M. Mcgowan, A. N. Vaswani, P. Ross, and S. H. Cohn. 1991. Relationship of menopause to skeletal and muscle mass. *Am J Clin Nutr* 53: 1378-83.
- Aragão, F. R., C. G. Abrantes, R. E. Gabriel, M. F. Souza, M. F. Castelo-Branco, M. D. Camil, and M. H. Moreira. 2011. Effects of body composition and menopause characteristics on maximum oxygen uptake of postmenopausal women. *Menopause* 11:1191-97.
- Bhalla, R. C., K. F. Toth, R. A. Bhatt, L. P. Thompson, and R. V. Sharma. 1997. Estrogen reduces proliferation and agonist-induced calcium increase in coronary artery smooth muscle cells. *Am J Physiol - Heart* 272: 1996-2003.
- Biospace. 2004. *Inbody 720, the Precision Body Composition Analyzer: User's Guide*. Seoul.
- Bruce, R. A., F. Kusumi, and D. Hosmer. 1973. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J* 85: 546-62.
- Church, T. S., C. K. Martin, A. M. Thompson, C. P. Earnest, C. R. Mikus, and S. M. Blair. 2009. Changes in weight, waist circumference and compensatory responses with different doses of exercise among sedentary, overweight postmenopausal women. *Plos One* 4: 1-11.
- Cunningham, J. J. 1991. Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. *Am J Clin Nutr* 54:963-9.
- Gibson, A. L., J. C. Holmes, R. L. Desautels, L. B. Edmonds, and L. Nuud. 2008. Ability of new octapolar bioimpedance spectroscopy analyzers to predict 4-component-model percentage body fat in Hispanic, black, and white adults. *Am J Clin Nutr* 87: 332-8.
- Greenlund, L. J., and K. S. Nair. 2003. Sarcopenia- consequences, mechanisms, and potencial therapies. *Mech Ageing Dev* 124: 287-99.
- Hagberg, J. M., J. M. Zmuda, S. D. McCole, K. S. Rodgers, K. R. Wilund, and G. E. Moore. 2000. Determinants of body composition in postmenopausal women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 55: 607-12.
- HHS. 2008 *Physical Activity Guidelines for Americans*. Washington: U.S. Department of Health and Human Services.

- Hollenberg, M., J. Yang, T. J. Haight, and I. B. Tager. 2006. Longitudinal changes in aerobic capacity: implications for concepts of aging. *Gerontol A Biol Sci Med Sci* 61:851-8.
- Janssen, I., S. B. Heymsfield, and R. Ross. 2002. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc* 50: 889-96.
- Kardassis, D., O. Bech-Hanssen, M. Schönander, L. Sjöström, M. Petzold, and K. Karason. 2011. Impact of body composition, fat distribution and sustained weight loss on cardiac function in obesity. *Int J Cardiol* in press.
- Lemieux, S., A. Bédard, M. E. Pich, S. J. Weisnagel, L. Corneau, and J. Bergeron. 2011. Visceral adipose tissue accumulation and cardiovascular disease risk profile in postmenopausal women with impaired glucose tolerance or type 2 diabetes. *Clin Endocrinol* 74: 340-5.
- Lohman, T. G., and S. B. Going. 1998. Assessment of body composition and energy balance. In: Lamb D, Murray R, eds. *Exercise, Nutrition, and Control of Body Weight*. Carmel: Cooper Publishing Group; 1998: 61-99.
- Malavolti, M., C. Mussi, M. Poli, A. L. Fantuzzi, G. salvioli, N. Battistini, and G. Bedogni. 2003. Cross-calibration of eight-polar bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of total and appendicular body composition in healthy subjects aged 21-82 years. *Ann Hum Biol* 30: 380-91.
- Maltais, M. L., J. Desroches, and I. J. Dionne. 2009. Changes in muscle mass and strength after menopause. *J Musculoskel Neuron* 9: 186-97.
- McArdle, W., F. Katch, and L. Katch. 2006. *Essentials of Exercise Physiology*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Medici, G., C. Mussi, a. L. Fantuzzi, M. Malavolt, A. albertazzi, and G. Bedogni. 2005. Accuracy of eight-polar bioelectrical impedance analysis for the assessment of total and appendicular body composition in peritoneal dialysis patients. *Eur J Clin Nutr* 59: 932-37.
- Mercuro, G., F. Saiu, M. Deidda, S. Mercuro, C. Vitale, and G. M. Rosano. 2007. Effect of hormone therapy on exercise capacity in early postmenopausal women. *Obstet Gynecol* 110: 780-7.
- Messier, V., R. Rabasa-Lhoret, S. Barbat-Artigas, B. Elisha, A. D. Karelis, and M. Albertin-Leheudre. 2011. Menopause and sarcopenia: a potential role for sex hormones. *Maturitas* 68: 331-36.
- Moreira, M. H. 2004. Influência do Exercício Físico no Risco Cardiovascular e na Aptidão Física e Funcional de Mulheres Pós-Menopáusicas (POCI/DES/59049/2004). Fundação para a Ciência e Tecnologia.

- Pansini, F., C. Cervellati, A. Guariento, M. A. Stacchini, C. Castaldini, A. Bernardi, et al. 2008. Oxidative stress, body fat composition, and endocrine status in pre-and postmenopausal women. *Menopause* 15: 112-18.
- Perez, K. S. M. A., and C. E. Garber. 2011. Exercise prescription for the menopausal years: promoting and enhancing well-being. *ACSM's Health & Fitness Journal* 15: 8-14.
- Perissinotto, E., C. Pisent, G. Sergi, F. Grigoletto, and G. Enziet. 2002. Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. *Brit J Nutr* 87: 177-86.
- Poehlman, E. T., M. J. Toth, and A. W. Gardner. 1995. Changes in energy balance and body composition at menopause: a controlled longitudinal study. *Ann Intern Med* 123: 673-75.
- Rolland Y., V. Lauwers-Cances, C. Cristini, A. Van Can, I. Janssen, J. E. Morley et al. 2009. Difficulties with physical function associated with obesity, sarcopenia, and sarcopenic-obesity in community-dwelling elderly women: the EPIDOS (EPIDemiologie de l'OSteoporose) Study. *Am J Clin Nutr* 89:1895-900.
- Rolland Y., and B. Vellas. 2009. Sarcopenia. *Rev Med Interne* 30: 150–60.
- Rolland, Y., S. Czerwinski, G. Van Kan, J. E. Morley, M. Cesari, G. Onder et al. 2008. Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging* 12: 433-50.
- Roubenoff, R., and V. A. Hughes. 2000. Sarcopenia: current concepts. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 55: 716-24.
- Royer, M., C. Castelo-Branco, J. E. Blumel, P. A. Chedraui, L. Danckers, A. Bencosme et al. 2007. The US National Cholesterol Education Programme Adult Treatment Panel III (NCEP ATP III): prevalence of the metabolic syndrome in postmenopausal Latin American women. *Climacteric* 10:164–70.
- Schrager, M. A., E. J. Metter, E. Simonsick, A. Ble, S. Bandinelli, F. Lauretani, and L. Ferrucci. 2007. Sarcopenic obesity and inflammation in the InCHIANTI study. *J Appl Physiol* 102: 919-25.
- Soules, M. R., S. Sherman, E. Parrott, R. Rebar, N. Santoro, W. Utian et al. 2001. Executive summary: Stages of Reproductive Aging Workshop (STRAW). *Climacteric* 4: 267-272.
- Sturdee, D. W., and A. Pines. 2011. IMSWG. Updated IMS recommendations on postmenopausal hormone therapy and preventive strategies for midlife health. *Climacteric* 14: 302-20.

- Szymczak, J., A. Milewicz, J. H. H. Thijssen, N. A. Blankenstein, and J. Daroszewski. 1998. Concentration of sex steroids in adipose tissue after menopause. *Steroids* 63: 319-21.
- Teede, H. J., C. Lombard, and A. A. Deeks. 2010. Obesity, metabolic complications and the menopause: an opportunity for prevention. *Climacteric* 13: 203-09.
- Valentine, R. J., M. M. Misic, K. S. Rosengren, J. A. Woods, and E. M. Evans. 2009. Sex impacts the relation between body composition and physical function in older adults. *Menopause* 16: 518-23.
- Volgyi, E., F. A. Tyllavsky, A. Lyytikainen, H. Suominen, M. Alén, and S. Chenq. 2008. Assessing body composition with DXA and bioimpedance: effects of obesity, physical activity, and age. *Obesity* 16: 700-5.
- Weiner, C. P., I. Lizasoain, S. A. Baylis, R. G. Knowles, I. G. Charles, and S. Moncada. 1994. Induction of calcium-dependent nitric oxide synthases by sex hormones. *P Natl Acad Sci USA* 91: 5212-16.
- Williams, M. J., G. R. Hunter, T. KekesSzabo, M. S. Trueth, S. Snyder, L. Berland, et al. 1996. Intra-abdominal adipose tissue cut-points related to elevated cardiovascular risk in women. *Int J Obes* 20: 613-7.
- Yarashevski, K., J. Pak-Loduka, D. Hasten, et al. 1999. Resistance exercise training increases muscle protein synthesis rate in frail women and men superior to 78-year-old. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 277: E118-25.
- Ziaei, S., M. Moaya, and S. Faghihzadeh. 2010. Comparative effects of continuous combined hormone therapy and tibolone on body composition in postmenopausal women. *Climacteric* 13(3): 249-253.

**Capítulo 4**  
**Aptidão cardiorespiratória e composição corporal em mulheres**  
**pós-menopáusicas obesas e não-obesas**  
**(Estudo 2)**

## **Capítulo 4 - Aptidão cardiorespiratória e composição corporal em mulheres pós-menopáusicas obesas e não-obesas (Estudo 2)**

### **Cardiorespiratory fitness and body composition in obese and non-obese postmenopausal women**

#### **4.1 Resumo**

Este estudo compara o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) em mulheres pós-menopáusicas obesas e não-obesas, analisando a influência da composição corporal. A amostra incluiu 208 mulheres pós-menopáusicas ( $57,57 \pm 6,62$  anos). O peso (P), massa gorda (MG), área de adiposidade visceral (AAV), massa muscular esquelética (MME) e massa isenta de gordura e osso (MIGO) foram avaliados por bioimpedância octopolar. O  $VO_{2max}$  foi avaliado através do protocolo modificado de Bruce. As mulheres obesas apresentaram valores mais elevados ( $p \leq 0,01$ ) de MG (12,20%) e de AAV ( $39,37 \text{ cm}^2$ ) e menores níveis de IMME (-6,42%) e de  $VO_{2max}$  (-4,77 ml/kg/min). Independentemente da idade, das características da menopausa, a AAV explicou 13% ( $\beta = -0,356$ ,  $p = 0,01$ ) e 19% ( $\beta = -0,434$ ,  $p < 0,01$ ) do  $VO_{2max}$  nas mulheres não-obesas e obesas, respectivamente, constatando-se nas primeiras um agravamento dos níveis de  $VO_{2max}$  em cerca de 3,30 ml/kg/min na presença de uma adiposidade central elevada. Nas obesas, a diferença média de  $VO_{2max}$  entre as mulheres com AAV elevada e muito elevada (superior a  $150 \text{ cm}^2$ ) foi de 3,72 ml/kg/min ( $p < 0,01$ ).

O estudo sugere que a AAV é um preditor significativo e independente da aptidão cardiorespiratória em mulheres pós-menopáusicas obesas e não-obesas.

**Palavras chaves:** Consumo máximo de oxigênio; pós-menopausa.

## 4.2 Abstract

This study compares the maximum oxygen uptake ( $VO_{2max}$ ) in obese and non-obese postmenopausal women, analyzing the influence of body composition. The sample has included 208 postmenopausal women ( $55.57 \pm 6.62$  years old). The weight (W), fat mass (FM), visceral adiposity area (VFA), skeletal muscular mass (SM) and soft lean mass total (SLM) were assessed by bioimpedance octopolar.  $VO_{2max}$  was assessed using the modified Bruce protocol. Obese women had higher values ( $p \leq 0.01$ ) of FM (12.20%) and VFA ( $39.37 \text{ cm}^2$ ) and lower levels of SMMI (-6.42%) and  $VO_{2max}$  (-4.77 ml/kg/min) compared to non-obese women. Regardless of age, characteristics of menopause, the VFA explained 13% ( $\beta = -0.356$ ,  $p = 0.01$ ) and 19% ( $\beta = -0.434$ ,  $p < 0.01$ ) of the  $VO_{2max}$  in non-obese and obese women, respectively, evidencing an increase of about 3.30 ml/kg/min in the levels of  $VO_{2max}$  in non-obese women where there was a high central adiposity. In the obese women, the average difference in  $VO_{2max}$  between the women with a high and a very high VFA (greater than  $150 \text{ cm}^2$ ) was 3.72 ml/kg/min ( $p < 0.01$ ). The study suggests that the VFA is a significant and independent predictor of cardiorespiratory fitness in postmenopausal women where as they are obese or not.

**Keywords:** Maximal oxygen intake; post-menopausal.

### 4.3 Introdução

A obesidade é reconhecida como um dos mais importantes fatores de risco entre uma variedade de doenças na mulher pós-menopáusia, entre os quais se incluem a hipertensão, a diabetes mellitus, o tromboembolismo venoso, o acidente vascular cerebral, a osteoartrite e a maior expressão dos sintomas do climatério (Lambrinoudaki et al., 2010). A sobrecarga ponderal patológica também está relacionada com uma maior manifestação de certas formas de cancro (Teucher et al., 2010) e com o comprometimento da aptidão cardiorespiratória da mulher, habitualmente em associação com a redução dos seus níveis de atividade física habitual (Yu et al., 2011). A obesidade central ou abdominal constitui um melhor preditor do risco cardiovascular comparada a massa gorda total, tendo um papel determinante no desenvolvimento de doenças metabólicas e endócrinas e constituindo usualmente o “gatilho” para a manifestação dos componentes da síndrome metabólica (Pansini et al., 2008).

Alguns estudos documentam que a evolução do  $VO_{2max}$  na mulher pós-menopáusia é independente da composição corporal (Hollenberg et al., 2006) nomeadamente da massa muscular (Ades & Toth, 2005). Para Yu et al. (2011) o agravamento da condição cardiorespiratória na mulher pós-menopáusia resulta do aumento da massa gorda e da redução dos níveis de atividade física habitual, sendo apontados por Church et al. (2007) e Lynch et al. (2001) benefícios da condição cardiorespiratória com a redução dos níveis de adiposidade central. Num estudo recente, Aragão et al. (2011) demonstraram que a combinação da deterioração da condição muscular com o aumento da adiposidade central comprometia a aptidão aeróbia da mulher, nesta fase do climatério, independentemente da idade, do tempo de menopausa e da taxa metabólica basal. Para Wei et al. (1999), separadamente da presença ou não de uma sobrecarga ponderal e de outros fatores de risco de doença coronária, uma pobre condição cardiovascular está associada a um maior risco de mortalidade.

Vários estudos existentes na literatura que versam sobre a relação da aptidão cardiorespiratória e a composição corporal foram desenvolvidos em mulheres



obesas (Lynch et al., 2001; Lynch et al., 2002) e confrontam estas variáveis entre mulheres ativas e sedentárias (Hagberg et al., 2000) ou entre pré-menopáusicas e pós-menopáusicas (Poehlman et al., 1995; Wells et al., 1992). Este estudo desenvolvido com mulheres pós-menopáusicas projeta verificar a associação da aptidão cardiorespiratória com as características da menopausa, com a taxa metabólica basal e a composição corporal em mulheres não-obesas e obesas.

## **4.4 Metodologia**

### **4.4.1 Amostra**

Este estudo é delineado como pesquisa descritiva do tipo exploratório transversal, tendo sido realizado na cidade de Vila Real (Portugal). O estudo faz parte do Programa Menopausa em Forma, aprovado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (Ref. POCI/DES/59049/2004; Moreira, 2004) e atendeu aos procedimentos da Declaração de Helsinki (World Medical Association, 2009), tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade de Trás-Montes e Alto Douro.

A amostra incluiu 208 mulheres pós-menopáusicas, 54 não-obesas e 154 obesas, todas elas documentando a ausência de uma menopausa precoce (NAMS, 2010) e a sua maioria uma menopausa natural (75,5%), um tempo de menopausa inferior a 10 anos (56,3%) e o uso de terapia hormonal (54,8%). Os elementos integraram voluntariamente o Programa Menopausa em Forma, após avaliação da história clínica e reprodutiva.

As participantes foram recrutadas no Conselho de Vila Real, através de anúncios em jornais, televisão, rádio, mensagens de correio eletrónico, cartazes, internet e panfletos distribuídos na comunidade e sua inclusão no programa foi realizada de forma voluntária baseada na história clínica e reprodutiva. As mulheres foram incluídas com base nos seguintes critérios (Moreira, 2004): (a) ausência de significativa doença hepática, hematológica ou renal; (b) inexistência de sintomas de angina de peito ou de enfarte do

miocárdio nos últimos 3 meses; (c) não utilização de medicação anti-hipertensora ou anti-arrítmica; (d) ausência de uma hipertensão descontrolada (pressão arterial sistólica  $\geq 200$  mmHg e/ou pressão arterial diastólica  $\geq 105$  mmHg); (e) e inexistência de limitações músculo-esqueléticas passíveis de condicionarem a prática de exercício ou serem exacerbadas pelo mesmo.

#### **4.4.2 Instrumentos**

A estatura (E) foi medida com o estadiômetro SECA 220 (Seca Corporation, Hamburg, Germany), de acordo com os procedimentos referidos por Heyward & Wagner (2004). O peso (P), a massa gorda (MG), a massa muscular esquelética (MME), a área de adiposidade visceral (AAV), a massa isenta de gordura (MIG) e de osso total e regional (MIGO<sub>B</sub>, braços; MIGO<sub>T</sub>, tronco; MIGO<sub>P</sub>, pernas) e a taxa metabólica basal (TMB) foram avaliados com a bioimpedância octopolar InBody720 (Biospace, Seoul, Coreia), respeitando as orientações do manual do equipamento (Bioapace, 2004) e os procedimentos indicados por Heyward & Wagner (2004) e Chumlea & Sun (2005). O índice de massa muscular esquelética foi calculado ( $IMME = MME/P \times 100$ ) pela fórmula de Janssen, Heymsfield & Ross (2002) e a massa isenta de gordura e de osso regional foram também relativizadas para o peso corporal.

O teste sub-máximo foi realizado em esteira rolante (Panatta Sport, Apiro, Italy), até um valor de 85% da frequência cardíaca máxima, e em conformidade com o protocolo modificado de Bruce (Bruce, 1973). O gás expirado foi analisado durante a execução do protocolo de exercício usando o Sensormedics 2900 C (SensorMedicsCorporation, Yorba Linda, USA).

#### **4.4.3 Procedimentos**

As normas de preparação para a avaliação da composição corporal foram as seguintes: (1) estar em jejum, (2) não consumir álcool 48 horas antes do teste, (3) não realizar exercício de intensidade moderada a elevada nas 12 horas que antecedem a avaliação, (4) não efetuar o exame na ocorrência de um estado febril ou de desidratação; (5) não utilizar bijuterias metálicas ou implantes

dentários com metal; (6) não ingerir café e (7) realizar a avaliação com a menor quantidade de roupa possível. A taxa metabólica basal (TMB) foi apreciada através da utilização da equação de Cunningham (1991) e todas as avaliações foram conduzidas pelo mesmo técnico, após um treino com supervisão especializada.

A obesidade foi considerada presente, a partir de valores de  $\%MG \geq 35\%$  (Lohman & Going, 1998), e os níveis de  $AAV \geq 100 \text{ cm}^2$  foram considerados por representarem um importante risco para a presença de distúrbios metabólicos como diabetes, hipertensão e hiperlipidemia (Després & Lamarche, 1993; Williams et al., 1996).

O teste submáximo foi realizado em conformidade com o protocolo modificado de Bruce (Bruce, 1973). Todas as participantes foram instruídas a prosseguirem a sua medicação habitual e a absterem-se de consumir alimentos, café e de fumar duas horas antes de recolher os dados. As normas de preparação incluíram também o uso de vestuário confortável e a restrição da prática de exercício intenso no dia anterior.

#### **4.5 Análise Estatística**

Os dados foram analisados usando o *software* SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, E.U.A.) e um valor ( $P \leq 0,05$ ) foi considerado estatisticamente significativo. Os dados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão. O grau de associação entre as variáveis foi apreciado através do coeficiente de correlação de Pearson e foram executadas análises de regressão linear múltipla (stepwise) para analisar a influência da composição corporal na variação do consumo máximo de oxigênio de mulheres obesas e não-obesas, controlando a idade e as características da menopausa. O teste 't' para amostras independentes foi aplicado para comparar a aptidão cardiorespiratória entre mulheres obesas e não-obesas, considerando-se três níveis de AAV: *normal ou recomendado*,  $AAV < 100 \text{ cm}^2$ ; *elevado*, AAV entre  $100 \text{ cm}^2$  e  $150 \text{ cm}^2$  e: *muito elevado*,  $AAV > 150 \text{ cm}^2$ .

## 4.6 Resultados

A Tabela 4.1 apresenta os valores médios e o desvio padrão das variáveis nas mulheres não-obesas (n=54), obesas (n=154) e a diferença das médias observadas nos dois grupos em análise. Não foram observadas diferenças com significado estatístico entre os dois grupos para a MIG, MME, TMB e valores absolutos da MIGO total e regional. As mulheres obesas eram mais velhas (+2,25 anos,  $p=0,01$ ) e documentaram ( $p<0,01$ ), em relação às não-obesas, maior adiposidade total e central (-12,20% e -39,37  $\text{cm}^2$ , respectivamente), menor IMIGO regional (sobretudo em relação ao tronco) e de IMME, (6,42%) Este grupo foi também aquele que evidenciou uma menor aptidão cardiorespiratória (-4,77  $\text{ml/kg/min}$ ,  $p=0,04$ ).

**Tabela 4.1** - Valores médios e desvio padrão das variáveis nas mulheres não-obesas (n=54) e obesas (n=154) e diferença das médias observadas nos dois grupos em análise.

| Variáveis                                              | Não-Obesas<br>(n=54) | Obesas<br>(n=154) | Diferença   |       |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|-------------|-------|
|                                                        | Média±DP             | Média±DP          | Média±DP    | p     |
| Idade (anos)                                           | 55,90±4,81           | 58,15±7,07        | -2,25±0,87  | 0,01  |
| Altura (cm)                                            | 156,66±5,60          | 154,54±5,22       | 2,12±0,84   | 0,01  |
| Peso (kg)                                              | 59,88±8,08           | 72,06±10,97       | -12,19±1,41 | <0,01 |
| Massa gorda (kg)                                       | 18,56±4,67           | 30,95±7,41        | -12,39±0,87 | <0,01 |
| Massa gorda (%)                                        | 30,31±3,83           | 42,51±4,57        | -12,20±0,64 | <0,01 |
| Área de adiposidade visceral ( $\text{cm}^2$ )         | 104,46±22,96         | 143,83±20,47      | -39,37±3,34 | <0,01 |
| Massa isenta de gordura (kg)                           | 41,32±4,94           | 41,12±4,83        | 0,21±0,77   | 0,79  |
| Massa muscular esquelética (kg)                        | 22,49±2,99           | 22,37±2,92        | 0,12±0,47   | 0,80  |
| Índice de massa muscular esquelética (%)               | 37,65±2,58           | 31,23±2,51        | 6,42±0,40   | <0,01 |
| Massa isenta de gordura e de osso total (kg)           | 38,97±4,66           | 38,78±4,60        | 0,18±0,73   | 0,80  |
| Massa isenta de gordura e de osso braços (kg)          | 4,36±0,77            | 4,58±0,79         | -0,22±0,12  | 0,08  |
| Índice de massa isenta de gordura e de osso braços (%) | 7,26±,64             | 6,35±,54          | 0,91±0,09   | <0,01 |
| Massa isenta de gordura e de osso tronco (kg)          | 19,00±2,39           | 19,72±2,43        | -0,72±0,38  | 0,06  |
| Índice de massa isenta de gordura e de osso tronco (%) | 31,82±1,89           | 27,53±1,89        | 4,29±0,30   | <0,01 |
| Massa isenta de gordura e de osso pernas (kg)          | 11,88±1,78           | 11,85±1,86        | 0,03±0,29   | 0,93  |
| Índice de massa isenta de gordura e de osso pernas (%) | 19,88±19,88          | 16,54±1,80        | 3,34±0,29   | <0,01 |
| Taxa metabólica basal (kcal/dia)                       | 1262,11±106,60       | 1257,59±104,37    | 4,52±16,60  | 0,79  |
| Consumo máximo de oxigênio ( $\text{ml/kg/min}$ )      | 32,67±5,81           | 27,90±5,10        | 4,77±0,84   | <0,01 |

DP – desvio padrão; p – significância estatística.

Na Tabela 4.2 é ilustrado o grau de associação do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  com as restantes das variáveis, nos dois grupos em análise (não-obesas e obesas). O aumento da AAV compromete a aptidão aeróbia das mulheres ( $p < 0,01$ ), de forma mais vincada nas obesas em relação às não-obesas ( $r=-0,43$  e  $r= -0,36$ ,

respectivamente). Nas mulheres com sobrecarga ponderal patológica, as correlações do  $VO_{2max}$  com a MIGO regional apenas assumiram significado estatístico ( $p \leq 0.01$ ) quando relativizadas para a massa corporal, constatando-se maiores níveis de associação para o  $IMIGO_P$  ( $r=0,38$ ,  $p \leq 0.01$ ). O  $VO_{2max}$  tende a diminuir com a idade e o tempo de menopausa nas mulheres obesas, não sendo verificada uma associação com significado estatístico com as características restantes da menopausa.

**Tabela 4.2** - Correlação da idade, das características da menopausa, da taxa metabólica basal e da composição corporal com o consumo máximo de oxigênio em mulheres não-obesas e obesas.

| Variáveis                                              | Consumo Máximo de Oxigênio (ml/kg/min) |                 |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------|
|                                                        | Não-Obesas (n= 54)                     | Obesas (n= 154) |
| Idade (anos)                                           | -0,16                                  | -0,30*          |
| Tempo de Menopausa (1 e 2)                             | -0,13                                  | -0,28*          |
| Natureza da Menopausa (1 e 2)                          | -0,09                                  | 0,10            |
| Terapia Hormonal (0 e 1)                               | -0,05                                  | 0,09            |
| Massa Gorda (kg)                                       | -0,23                                  | -0,28*          |
| Massa Gorda (%)                                        | -0,15                                  | -0,39*          |
| Área de Adiposidade Visceral (cm <sup>2</sup> )        | -0,36*                                 | -0,43*          |
| Massa Isenta de Gordura (kg)                           | -0,06                                  | 0,09            |
| Massa Muscular Esquelética (kg)                        | -0,06                                  | 0,08            |
| Índice de Massa Muscular Esquelética (%)               | 0,20                                   | 0,39*           |
| Massa Isenta de Gordura e de Osso Braços (kg)          | -0,12                                  | 0,00            |
| Índice de Massa Isenta de Gordura e de Osso Braços (%) | 0,07                                   | 0,26*           |
| Massa Isenta de Gordura e de Osso Tronco (kg)          | -0,13                                  | 0,01            |
| Índice de Massa Isenta de Gordura e de Osso Tronco (%) | 0,11                                   | 0,32*           |
| Massa Isenta de Gordura e de Osso Pernas (kg)          | -0,04                                  | 0,13            |
| Índice de Massa Isenta de Gordura e de Osso Pernas (%) | 0,15                                   | 0,38*           |
| Taxa Metabólica Basal (kcal/dia)                       | -0,06                                  | 0,09            |

\* $p \leq 0,01$

Com base nas correlações significativas identificados entre o  $VO_{2max}$  e as variáveis independentes, nos dois grupos analisados, foram desenvolvidos modelos de regressão linear múltipla (stepwise), cujos resultados são ilustrados

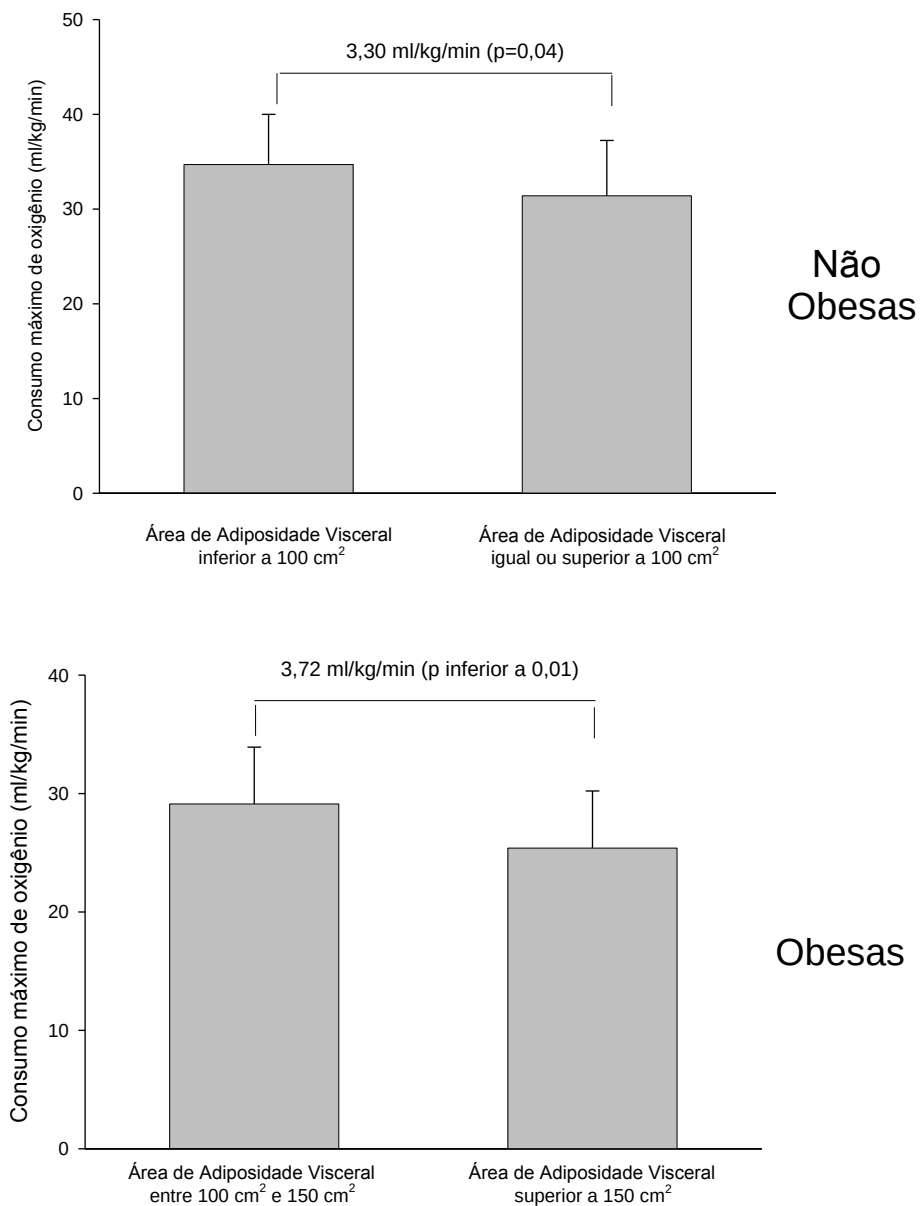
na Tabela 4.3. A AAV revelou-se um preditor significativo da variação do  $VO_{2max}$  nas mulheres não-obesas e obesas, explicando, respectivamente, 13% e 19% da sua variação, estando o seu aumento associado a um comprometimento da aptidão aeróbia das mulheres nesta fase do climatério.

**Tabela 4.3** - Variação do consumo máximo de oxigênio em mulheres não-obesas, em função da área de adiposidade visceral e análise da mesma variação em mulheres obesas, considerando oito variáveis independentes ( idade, tempo de menopausa, percentagem de massa gorda, área de adiposidade visceral, índice de massa muscular esquelética e massa isenta de gordura e de osso no nível dos braços, do tronco e das pernas).

| Grupos               | Preditores Seleccionados                                                                                 |                             | R    | R <sup>2</sup> | EPE  |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|----------------|------|
| Não obesas<br>(n=54) | Área de Adiposidade Visceral                                                                             | $\beta = -0,356$<br>p= 0,01 | 0,36 | 0,13           | 5,48 |
|                      | Equação : VO <sub>2</sub> (ml/kg/min) = 42,099 – 0,090 × Área de Adiposidade Visceral (cm <sup>2</sup> ) |                             |      |                |      |
|                      |                                                                                                          |                             |      |                |      |
| Obesas<br>(n=154)    | Área de Adiposidade Visceral                                                                             | $\beta = -0,434$<br>p< 0,01 | 0,43 | 0,19           | 4,61 |
|                      | Equação : VO <sub>2</sub> (ml/kg/min) = 43,480 – 0,108 × Área de Adiposidade Visceral (cm <sup>2</sup> ) |                             |      |                |      |
|                      |                                                                                                          |                             |      |                |      |

Na Figura 4.1 são confrontados os valores médios de consumo máximo de oxigênio nas mulheres não-obesas e obesas, em função dos valores de corte estabelecidos para a área de adiposidade visceral, tendo todas as mulheres obesas apresentado valores de  $AAV \geq 100 \text{ cm}^2$ .

Na presença de um excesso de peso patológico, as mulheres com AAV muito elevada revelam em média menos de 3,72 ml/kg/min ( $p \leq 0,01$ ) em relação às mulheres com AAV elevada. Nas não-obesas, a diferença média registrada entre as que possuem uma  $AAV \geq 100 \text{ cm}^2$  e as que documentam valores normais de adiposidade central foi de -3,30 ml/kg/min ( $p=0,04$ ).



**Figura 4.1** - Comparação dos valores médios de consumo máximo de oxigênio em mulheres pós-menopáusicas (não-obesas e obesas), em função dos valores de corte estabelecidos para a área de adiposidade visceral.

## 4.7 Discussão

O estudo comparou o consumo máximo de oxigênio e a composição corporal entre mulheres pós-menopáusicas obesas e não-obesas, examinando a influência das componentes da massa corporal total e regional na variação da aptidão cardiorespiratória destas. Os resultados documentaram maiores níveis de adiposidade visceral e um comprometimento do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  e da condição muscular nas mulheres obesas em relação às não-obesas, sendo as diferenças de IMIGO mais destacadas para a região do tronco e das pernas. A AAV revelou-se um preditor significativo da variação do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  em ambos os grupos, independentemente da idade e das características da menopausa. As mulheres não-obesas com  $\text{AAV} \geq 100 \text{ cm}^2$  apresentaram uma diferença média de  $-3,30 \text{ ml/kg/min}$ , comparativamente às mulheres com adiposidade central normal, sendo essa diferença nas obesas e entre as mulheres com AAV muito elevada e elevada de  $-3,72 \text{ ml/kg/min}$ .

Cumulativamente com outros fatores (reduzida atividade física, diminuição da atividade lipolítica das células adiposas, níveis acentuados de ansiedade e depressão, etc.), a idade concorre para o desenvolvimento da obesidade nesta população, explicando a diferença de 2,25 anos registrada entre os dois grupos examinados. A transição de uma topografia corporal do tipo ginóide para andróide induzida pela menopausa (Poehlman et al., 1995) tende a ser mais acentuada na presença de obesidade, concorrendo para a ampliação do risco cardiovascular da mulher nesta fase do climatério, particularmente na presença de uma menopausa precoce e/ou induzida (Shuster et al., 2010). O aumento dos níveis de adiposidade, particularmente central, gera um aumento de citocinas pró-inflamatórias que promovem o catabolismo das proteínas, contribuindo para o desenvolvimento e a progressão da obesidade sarcopênica (Schrager et al., 2007). Por outro lado, o aumento dos níveis de adiposidade, particularmente central, promove a infiltração de gordura no tecido muscular e beneficia a insulino-resistência, diminuindo o efeito da insulina na síntese proteica (Maltais et al., 2009; Rolland & Vellas, 2009). Sendo as mulheres obesas do nosso estudo mais velhas, a redução da hormona do crescimento tende também a afetar a condição muscular, minimizando o transporte de



aminoácidos através da membrana celular e a síntese do fator de crescimento 1 semelhante à insulina por parte do fígado e do tecido muscular, restringindo a síntese de proteínas (Greenlund & Nair, 2003; Maltaiset al., 2009). Estes fatos justificam os níveis mais reduzidos de IMME e de IMIGO regional registrados no grupo de mulheres obesas em relação às não-obesas, particularmente no que se refere à região do tronco e dos membros inferiores.

O presente estudo documentou uma média de  $-4,77 \text{ ml/kg/min}$  ( $p < 0,01$ ) de  $\text{VO}_{2\text{max}}$  nas mulheres obesas em relação às não-obesas. De acordo com Yu et al.(2011), o aumento dos níveis de adiposidade associados à redução da atividade física habitual da mulher após a menopausa gera um agravamento da sua aptidão cardiorespiratória, sendo documentado por Aragão et al. (2011) que o comprometimento desta com o aumento da adiposidade central e a deterioração da condição muscular é independente da idade, do tempo de menopausa e da taxa metabólica basal. Um estudo recente (Kardassis in press) envolvendo 4047 obesos revelou que a ampliação da massa gorda estava associada a distúrbios na contratilidade e relaxamento dos ventrículos, enquanto o aumento da adiposidade central produzia alterações na função do ventrículo esquerdo, incrementando a frequência cardíaca e a pressão arterial.

A AAV revelou-se um preditor significativo da variação do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  nas mulheres pós-menopáusicas, particularmente nas obesas, independentemente da idade e das características da menopausa, indo de encontro aos resultados obtidos por outros autores (Ades &Toth 2005; Lynch et al., 2001; Lynch et al., 2002). Adicionalmente, estas evidências permitem inferir que as mulheres obesas que apresentam uma redução da aptidão cardiorespiratória também são as que apresentam maior probabilidade de ocorrência de evento cardíaco, não só pela menor capacidade cardiorespiratória, mas também pelos níveis de adiposidade total e central. Jankowski et al (2008) e Ades &Toth (2005) reforçam que a adiposidade tem uma maior influência na aptidão física do sujeito, comparativamente à condição muscular.

O nosso estudo documentou uma diferença média de  $-3,30 \text{ ml/kg/min}$  nas mulheres não- obesas com  $\text{AAV} \geq 100 \text{ cm}^2$ , comparativamente às mulheres

com adiposidade central normal, sendo identificada nas obesas com AAV > 150 cm<sup>2</sup> e comparativamente às mulheres com adiposidade central elevada uma diferença de 3,72 ml/kg/min.

A literatura revela resultados contraditórios relacionados ao efeito da idade na condição cardiorespiratória, sendo apontada, por alguns autores, uma diminuição desta com o envelhecimento (Fleg et al., 2005; Schoenborn et al., 2004) e por outros investigadores uma ausência na relação destas duas variáveis (Bouchard & Rankinen 2001; Skinner et al., 2001). Os efeitos da terapia hormonal (TH) na condição cardiorespiratória e na composição corporal são igualmente contraditórios na literatura, espelhando distintas condições nos estudos efetuados entre as quais se enquadram a dose de estrogênios utilizada, a duração do estudo, os níveis de atividade física da amostra, a medicação e o momento em que a terapia foi iniciada. Sites et al. (2001) documentam uma preservação da aptidão aeróbia na mulher com o uso de TH e Gamabacciani et al. (2001) e Sites et al. (2005) reportam uma atenuação do aumento da adiposidade total e central.

O estudo sugere que a AAV é um preditor significativo e independente da aptidão cardiorespiratória em mulheres pós-menopáusicas obesas e não-obesas.

#### **4.8 Conflito de Interesses**

Os autores não relatam nenhum conflito de interesses. Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo e pela redação do trabalho.

## Referências

- Ades, P. A., & Toth, M. J. (2005). Accelerated decline of aerobic fitness with Healthy aging what is the good news? *Circulation*. 112(5), 624-626.
- Aragão, F. R., Abrantes, C. G., Gabriel, R. E., Sousa, M. F., Castelo-Branco, C., & Moreira, M. H. (2011). Effects of body composition and menopause characteristics on maximum oxygen uptake of postmenopausal women. *Menopause*. 18(11):1191-7.
- Biospace. InBody 720. (2004). The precision body composition analyzer. User's guide. Seoul.
- Bouchard, C., & Rankinen, T. (2001). Individual differences in response to regular physical activity. *Medicine & Science in Sports Exercise*. 33(6) 446–451.
- Bruce, R., Hosmer, F., & Kusuni, F. (1973). Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *American Heart Journal*, 85(4), 546-562.
- Chumlea, W., & Sun, S. (2005). Bioelectrical impedance analysis. In: Heymsfield S. Lohman T. Wang Z. Going S. editors. Champaign: *Human Kinetics*, 79-88.
- Church, T. S., Earnest, C. P., Skinner, J. S., & Blair, S. N. (2007). Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese postmenopausal women with elevated blood pressure. *The Journal of the American Medical Association*, 297(19), 2081-2091.
- Cunningham, J. J. (1991). Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 54(6), 963-9.
- Despres, J. P., & Lamarche, B. (1993). Effects of diet and physical activity on adiposity and body fat distribution: implications for the prevention of cardiovascular disease. *Nutrition Research Reviews*, 6(1), 137–159.
- Fleg, J. L., Morrell, C. H., Bos, A. G., Brant, L. J., Talbot, L. A., Wright, J. G., & Lakatta, E. D. (2005). Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation*, 112(5), 674-682.
- Gambacciani, M., Ciaponi, M., Cappagli, B., De Simone, L., Orlandi, R., & Genazzani, A. R. (2001). Prospective evaluation of body weight and body fat distribution in early postmenopausal women with and without hormonal replacement therapy. *Maturitas*, 39(2), 125-132.

Greenlund, L. J., & Nair, K. S. (2003). Sarcopenia- consequences, mechanisms, and potencial therapies. *Mechanisms of Ageing and Development*, 124(3), 287-299.

Hagberg, J. M., Zmuda, J. M., McCole, S. D., Rodgers, K. S., Wilund, K. R., & Moore, G. E. (2000). Determinants of body composition in postmenopausal women. *Journals of Gerontology Series a-Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(10), M607-M612.

Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). Applied Body Composition Assessment. Second Edition ed. Champaign: *Human Kinetics*.

Hollenberg, M., Yang, J., Haight, T. J., & Tager, I. B. (2006). Longitudinal changes in aerobic capacity: Implications for concepts of aging. *Journals of Gerontology Series a-Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(8), 851-858.

Jankowski, C. M., Gozansky, W. S., Pelt, R. E., Schenkman, M. L., Wolfe, P., Schwartzand, R. S., & Kohrt, W. M. (2008). Relative contributions of adiposity and muscularity to physical function in community-dwelling older adults. *Obesity*, 16(5), 1039-1044.

Janssen, I., Heymsfield, S. B., & Ross, R. (2002). Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(5), 889-896.

Kardassis, D., Bech-Hanssen, O., Schönander, M., Sjöström, L., Petzold, M., & Karason, K. Impact of body composition, fat distribution and sustained weight loss on cardiac function in obesity. *International Journal Cardiology*. In Press, Corrected Proof.

Lambrinoudaki, I., Brincat, M., Erel, C. T., Gambacciani, M., moen, M. H., Schenck-Gustafsson, K., Tremollieres, F., Vujovic, S., Rees, M., & Rozenberg, S. (2010). EMAS position statement: Managing obese postmenopausal women. *Maturitas*, 66(3), 323-326.

Lohman, T. G., & Going, S. B. (1998). Assessment of body composition and energy balance. In: Lamb, D., Murray, R. (Ed). Exercise, nutrition, and control of body weight. Carmel: Cooper Publishing Group, p. 61-99.

Lynch, N. A., Nicklas, B. J., Berman, D. M., Dennis, K. E., & Goldberg, R. P. (2001). Reductions in visceral fat during weight loss and walking are associated with improvements in  $VO_{2max}$ . *Journal of Applied Physiology*, 90, 99–104.

Lynch, N. A., Ryan, A. S., Berman, D. M., Sorkin, J. D., & Nicklas, B. J. (2002). Comparison of  $VO_{2max}$  and disease risk factors between perimenopausal and postmenopausal women. *Menopause*, 9(6), 456-462.

Maltais, M., Desroches, J., & Dionne, I. (2009). Changes in muscle mass and strength after menopause. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 9(4), 186-197.

Moreira, H. Influencia do Exercício Físico no Risco Cardiovascular e na Aptidão Física e Funcional de Mulheres Pos-Menopáusicas. Lisboa, Fundação para a Ciência e a Tecnologia, Referência: POCI/DES/59049/2004.

NAMS (2010). Estrogen and progestogen use in postmenopausal women: position statement of The North American Menopause Society. *Menopause*, 17(2), 242-255.

Pansini, F., Cervellati, C., Guariento, A., Stacchini, M. A., Castaldini, C., Bernardi, A., Pascale, G., Bonaccorsi, G., Patella, A., Bagni, B., Mollica, G., & Bergamini, C. (2008). Oxidative stress, body fat composition, and endocrine status in pre-and postmenopausal women. *Menopause*, 15(1), 112-118.

Poehlman, E., Toth, M., & Gardner, A. (1995). Changes in energy balance and body composition at menopause: a controlled longitudinal study. *Archives of Internal Medicine*, 123(9), 673-675.

Rolland, Y., & Vellas, B. (2009). La sarcopénie. *La Revue de Médecine Interne*, 30(2), 150–160.

Schoenborn, C. A., Adams, P. F., Barnes, P. M., Vickerie, J. L., & Schiller, J. S. (2004). Health behaviors of adults: United States, 1999-2001. *Vital Health Stat*, 10(219), 1-79.

Schrager, M. A., Metter, E. J., Simonsick, E., Ble, A., Bandinelli, S., Lauretani, F., & Ferrucci, L. (2007). Sarcopenic obesity and inflammation in the InCHIANTI study. *Journal of Applied Physiology*, 102(3), 919-925.

Shuster, L., Rhodes, D., Goustout, B., & Rocca, W. (2010). Premature menopause or early menopause: long-term health consequences. *Menopause*, 65(2):161-166.

Sites, C. K., Brochu, M., Tchernof, A., & Poehlman, E. T. (2001). Relationship between hormone replacement therapy use with body fat distribution and insulin sensitivity in obese postmenopausal women. *Metabolism*, 50(7), 835-840.

Sites, C., L'Hommedieu, G., Toth, M., Brochu, M., Cooper, B., & Fairhurst, P. (2005). The effect of hormone replacement therapy on body composition, body fat distribution, and insulin sensitivity in menopausal women: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90(5), 2701-2707.

Skinner, J. S., Jaskolski, A., Jaskolska, A., Krasnoff, J., Gagnon, J., Leon, A. S., Rao, D. C., Wilmore, J. H., & Bouchard, C. (2001). Age, sex, race, initial fitness, and response to training: the HERITAGE Family Study. *Journal of Applied Physiology*, 90(5), 1770–1776.

Teucher, B., Rohrmann, S., & Kaaks, R. (2010). Obesity: focus on all-cause mortality and cancer. *Maturitas*, 65(2), 112-116.

Wei, M., Kampert, J., Barlow, C. E., Nichaman, M. Z., Gibbons, L. W., Paffenbarger, R. S. (1999). Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight, and obese men. *JAMA*, 282(16), 1547-53.

Wells, C. L., Boorman, M. A., & Riggs, D. M. (1992). Effect of age and menopausal status on cardiorespiratory fitness in masters women runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24(10), 114-1154.

Williams, M. J., Hunter, G. R., Kekes-Szabo, T., Trueth, M. S., Snvder, S., Berland, L., & Blaudeau, T. (1996). Intra-abdominal adipose tissue cut-points related to elevated cardiovascular risk in women. *International Journal of Obesity*, 20(7), 613-617.

Yu, R., Yau, F., Ho, S. C., & Woo, J. (2011) Cardiorespiratory fitness and its association with body composition and physical activity in Hong Kong Chinese women aged from 55 to 94 years. *Maturitas*. 69(4): 348-53

## Capítulo 5 - Discussões gerais

Considerando que esta tese foi alicerçada em dois artigos científicos, apresentamos aqui uma discussão geral dos resultados obtidos nos mesmos.

O tamanho da amostra, foi considerado um aspecto relevante deste trabalho (n= 208) com um grande número de mulheres documentando uma menopausa natural (75.5%). Grande parte da amostra apresentou obesidade (74%) e elevada adiposidade visceral (85,6%), mas uma condição muscular classificada de normal (n=191) , provavelmente, muito relacionada com a idade média da amostra ( $57.57 \pm 6.62$  anos). A maior parte das mulheres analisadas (n=105) evidenciou uma  $TMB \geq 1238$  kcal/min.

O primeiro estudo (recentemente submetido à revista (*Women & Health*) procurou examinar a influência de alguns parâmetros da composição corporal na variação da aptidão cardiorespiratória das mulheres pós-menopáusicas, controlando para a idade, as características da menopausa e a TMB. No segundo estudo (já aceito para publicação na revista *Motricidade*), tivemos como objetivo verificar a associação da aptidão cardiorespiratória com as características da menopausa, com a taxa metabólica basal e a composição corporal em mulheres não-obesas e obesas.

Os resultados sugerem que a AAV e a TMB influenciam significativamente a variação da aptidão cardiorespiratória com maior comprometimento nas mulheres pós-menopáusicas, independentemente da idade e das características da menopausa, indo de encontro aos resultados obtidos por outros autores (Lynch et al., 2001; Lynch et al., 2002; Ades & Toth, 2005). O aumento da adiposidade central nesta população está relacionado com o agravamento da condição muscular, em particular nos membros inferiores e tronco. Tal como documentando na literatura, (Zamboni et al., 2008 & Janssen et al., 2010) as mulheres obesas sarcopênicas tem um maior risco de comprometimento funcional e da aptidão física funcional (Moreira et al, 2008)

um aumento do risco cardiovascular (Stephen & Janssen 2009) e deficiências na marcha e no equilíbrio (Waters et al., 2010).

As mulheres com adiposidade central elevada apresentaram, em média, -6.16 ml/kg/min, comparativamente as que possuíam AAV<100 cm<sup>2</sup>. Nas mulheres não-obesas com AAV≥ 100 cm<sup>2</sup> foi registrada uma diferença média de -3,30 ml/kg/min, comparativamente às mulheres com adiposidade central normal, sendo essa diferença nas obesas e entre as mulheres com AAV muito elevada e elevada de -3,72 ml/kg/min.

O ambiente hormonal próprio da menopausa é caracterizado por uma redução do estrogênio e progesterona (Tchernorf et al., 2000).A depleção estrogênica,tem implicações adversas no consumo máximo de oxigênio (Hawkins &Wiswell 2003), refletindo-se numa diminuição do mesmo em cerca de 1% a 2% por ano (Fleg et al., 2005), agravando as perdas associadas ao processo de envelhecimento (Hawkins &Wiswell, 2003) e estando acomunado a um elevado risco dedoenças cardiovasculares (Haines et, al., 2009).

O hipoestrogenismo gera nesta população um aumento dos níveis de adiposidade total e central, principalmente na região intra-abdominal (Kuczmarski et al., 2010), justificando os níveis de MG e da AAV identificados na amostra e que tendem a ser agravados pela presença de outros fatores como o aumento do consumo calórico (Mastorakos et al., 2010) e a redução dos níveis de atividade física habitual (Teede et al., 2010).

Os níveis de obesidade total e central registrados na amostra poderiam ter sido atenuados pelo fato da sua maioria documentar uma menopausa natural (Sturde et al., 2011), sendo reconhecido na literatura que a menopausa induzida gera um decréscimo abrupto dos estrogênios endógenos e mais acentuado da hormona de crescimento (Greenlund et al., 2003).

A nossa investigação revelou que níveis de VO<sub>2max</sub>> 30,94 ml/kg/min estão associados a uma menor adiposidade visceral e a níveis mais acentuados de IMME e do índice de massa isenta de gordura e de osso regional.



Comparativamente aos níveis moderado e elevado, as mulheres pós-menopáusicas com  $VO_{2max} < 26.87$  ml/kg/min tendem a ser mais velhas e a apresentar uma adiposidade central mais acentuada.

Nas mulheres pós-menopáusicas obesas a elevação da AAV compromete o  $VO_{2max}$ , sendo documentado por Kardassis (2011) que a ampliação da MG gera distúrbios na contratilidade e relaxamento dos ventrículos, enquanto a elevação da adiposidade central causa alterações da função do ventrículo esquerdo. Estas evidências permitem inferir que mulheres obesas que apresentam uma reduzida aptidão cardiorespiratória apresentam uma maior probabilidade de ocorrência de evento cardíaco. Para Lynch et al. (2001) e Church et al. (2007), maiores níveis de  $VO_{2max}$  estão associados à presença de uma menor adiposidade visceral, independente da magnitude da diminuição do peso ou da adiposidade total.

Na presente investigação a AAV e a TMB revelaram-se preditores significativos do  $VO_{2max}$ , explicando em 30% a sua variação (EPE= 4,76 ml/kg/min). As mulheres com  $AAV \geq 100$  cm<sup>2</sup> apresentaram em média -6,16 ml/kg/min, comparativamente às que tinham uma adiposidade central considerada normal, beneficiando também da presença de uma  $TMB \geq 1238$  kcal/dia.

A redução do consumo máximo de oxigênio nas mulheres pós-menopáusicas é justificada em parte pela redução da MIG, que diminui cerca de 2,5kg nessas mulheres (Poehlman 2002), sendo particularmente destacada nos primeiros 3 anos após a instalação da amenorreia permanente (Maltais et al., 2009) e agravada pela inatividade física e pelo consumo insuficiente de proteínas e de vitamina D (Maltais et al., 2009 & Brockie et al., 2004) assim, é provável que as exigências energéticas em repouso sejam menores, devido à perda do tecido metabolicamente ativo. O nosso estudo documentou uma correlação elevada da TMB ( $r \geq 0,88$ ) com a MME e a MIGO do tronco e dos membros inferiores. Para Poehlman (1995), a menopausa natural é associada com redução do gasto energético durante o repouso e a prática de atividade física, com uma perda acelerada de massa isenta de gordura e o aumento da adiposidade central. Autores apontam que a preservação da massa muscular pode ajudar a

evitar a queda da taxa metabólica basal, suportando a manutenção do peso corporal e prevenindo o excesso de adiposidade visceral (Aragão et al., 2011). O declínio dos níveis circulantes de insulina e os elevados níveis de catecolaminas pela prática regular de atividade física regular contribui para o aumento do  $VO_{2max}$ , influenciando positivamente a atividade lipolítica e gerando uma maior mobilização de ácidos livres, explicando, pelo menos em parte, as maiores reduções na área da adiposidade visceral (Lynch et al. 2001) observada em mulheres que aumentaram  $VO_{2max}$ . Isso é particularmente importante já que a distribuição central de massa gorda constitui um forte e independente preditor de riscos metabólicos (Kanaley et al, 2001& Piché et al., 2008).

Na nossa amostra, a maioria das mulheres revelou uma condição muscular normal (n=191), fato que pode ser justificado pela média de idade e pelas características da menopausa exibidas pelos seus elementos (Rolland et al., 2008; Greenlund & Nair 2003). Contudo, ressalta-se que nas mulheres obesas eram mais velhas, conseqüentemente, a redução da hormona do crescimento tende também a afetar a condição muscular, minimizando o transporte de aminoácidos através da membrana celular e a síntese do fator de crescimento 1 semelhante à insulina por parte do fígado e do tecido muscular, restringindo a síntese de proteínas (Maltais et al., 2009; Greenlund et al., 2003). Estes fatos justificam os níveis mais reduzidos de IMME e os índices de massa isenta de gordura e de osso regional registrados no grupo de mulheres obesas em relação às não-obesas, particularmente no que se refere à região do tronco e dos membros inferiores.

A literatura revela resultados contraditórios relacionados ao efeito da idade na condição cardiorespiratória, sendo apontada, por alguns autores, uma diminuição desta com o envelhecimento (Fleg et al., 2005) e por outros investigadores uma ausência na relação destas duas variáveis (Bouchard e Rankinen 2001; Skinner et al., 2001). No entanto, (Ades & Toth 2005) apontam que a redução da capacidade aeróbia relacionada à idade não é linear, aumentando progressivamente a cada ano, sendo independente da massa muscular e dos níveis de atividade física. Em vez disso, as mudanças que

alteram o transporte de oxigênio e a habilidade dos músculos de utilizá-lo, são mais possíveis determinantes do declínio da capacidade aeróbica (Ades & Toth 2005) refletindo-se nas alterações fisiológicas periférica e central (Rolland et al., 2009).

Os resultados relacionados com o efeito da TH na condição cardiovascular e na composição corporal também apresentam divergências na literatura, revelando diferenças na seleção da amostra, nos produtos e doses utilizadas, nas vias de administração da terapia, na duração do estudo, nos níveis de atividade física e no período de iniciação da referida terapia (Sturdee & Pines 2011). Existe a evidência que a terapia estrogênica tem um efeito cardioprotectivo quando administrada perto da menopausa e quando continuada a longo prazo, melhorando a sensibilidade dos tecidos à insulina e a outros fatores de risco cardiovascular. Moreira et al. (2009) destacam que a obesidade e sua combinação com a sarcopenia geram menores níveis de  $VO_{2max}$  nas mulheres pós-menopáusicas, constatando-se também na ausência da TH, um agravamento da mesma com o aumento do tempo de menopausa. Sites et al. (2001) documentam uma preservação da aptidão aeróbia na mulher com o uso de TH e Sites et al. (2005) e Gamabacciani et al. (2001) reportam uma atenuação do aumento da adiposidade total e central. No entanto, Hagberg et al. (2000) demonstraram que a actividade física associada à utilização de TH não apresentava um efeito mais proeminente na composição corporal, contrariando os resultados de Mercurio et al. (2007), que expressam a presença de maiores níveis de aptidão aeróbia em mulheres utilizadoras de TH, independentemente dos seus níveis de atividade física habitual. De acordo com o *Internacional Menopause Society Consensus Statement* (2009), a utilização do TH pode ser administrada nas mulheres na menopausa, sem aumentar o risco para doenças coronárias podendo até mesmo diminuir este risco. Contudo a sua prescrição deve ser realizada de acordo com uma adequada avaliação clínica individual.

A transição de uma topografia corporal do tipo ginóide para andróide induzida pela menopausa (Poehlman et al., 1995) tende a ser mais acentuada na presença de obesidade, concorrendo para a ampliação do risco cardiovascular

da mulher nesta fase do climatério, particularmente na presença de uma menopausa precoce e/ou induzida (Shuster et al., 2010).

Resumindo, a combinação da deterioração da condição muscular com o aumento da adiposidade central nesta população compromete o  $VO_{2max}$  independentemente da idade e tempo da menopausa, acentuando o risco cardiovascular. Tendo em consideração as alterações da composição corporal e da aptidão aeróbia com a menopausa, é importante incentivar nesta população a prática regular de atividade física de intensidade moderada a vigorosa, adequada a estas alterações e às condições clínicas e físicas exibidas pela mulher, numa sintonia de integração dos sistemas neuromuscular, esquelético, cardiovascular e respiratório.

## Capítulo 6 - Conclusões gerais

### 6.1 Principais conclusões

O tratamento das variáveis analisadas sugerem as conclusões que a seguir apresentamos.

1. - A AAV e a TMB influenciam significativamente a variação da aptidão cardiorespiratória nas mulheres pós-menopáusicas, independentemente da idade e das características da menopausa. O aumento da adiposidade central nesta população está relacionado com o agravamento da condição muscular, em particular nos membros inferiores e tronco.
2. - As mulheres pós-menopáusicas obesas documentam, em relação às não-obesas, uma maior adiposidade total e central e um comprometimento da condição muscular e da aptidão cardiorespiratória.
3. O IMME e o índice de massa isenta de gordura e de osso regional (sobretudo pernas e tronco) estão muito associados com os níveis de  $VO_{2max}$  nesta população.
4. Na pós-menopausa a aptidão cardiorespiratória tende a diminuir com a idade e o tempo de menopausa, sendo particularmente influenciada pela primeira.
5. A presença de níveis de  $VO_{2max} > 30,94$  ml/kg/min está relacionada com uma melhor adiposidade e com a condição muscular nesta população. Além disso, mulheres com níveis de  $VO_{2max} < 26,87$  ml/kg/min são mais velhas e evidenciam uma AAV mais destacada.

## **6.2 Limitações**

Tal como expresso nos estudos 1 e 2, várias limitações podem ser apontadas ao nosso trabalho, incluindo a inclusão voluntária das participantes, o número limitado de mulheres idosas na amostra e o método de avaliação da composição corporal que foi utilizado. Apesar da validade da bioimpedância octopolar InBody estar documentada na literatura (Malavolt et al., 2003; Medici et al., 2005), alguns estudos apresentam ainda resultados contraditórios (Gibson et al., 2008; Volgyi et al., 2008), justificando a inclusão de outras metodologias mais precisas na avaliação da composição corporal total e regional.

## **Capítulo 7 - Propostas de estudos futuros**

Neste domínio de pesquisa vários aspectos nos parecem relevantes serem desenvolvidos em estudos futuros. Assim:

1. Seria oportuno que a amostra pudesse incluir um maior número de elementos, envolvendo, nomeadamente, mais mulheres idosas.
2. Estudos adicionais devem considerar vários aspectos relacionados com a utilização da TH, concretamente: produto utilizado via de administração da terapia, período de utilização da mesma e início da sua administração.
3. Considerar metodologias mais rigorosas de apreciação da composição corporal.

## Referências

ACSM, ed ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. (2010). Eighth Edition ed. Philadelphia: Wolters Kluwer - Lippincott Williams & Wilkins.

Ades, P.A. and Toth, M.J. (2005). Accelerated decline of aerobic fitness with Healthy aging what is the good news? *Circulation*, 112: 624-626.

Aragão, F.R., Abrantes, C.G., Gabriel, R.E., Sousa, M.F., Castelo-Branco, C. and Moreira, M.H. (2011). Effects of body composition and menopause characteristics on maximum oxygen uptake of postmenopausal women. *Menopause*, 18(11):000-000.

Bennet, F.I., McFarlane-Andersson, N., Wilks, R., Luke A., Cooper, R.S. and Forrester, T.E. (1997). Leptin concentration in women is influenced by regional distribution of adipose tissue. *Am J Clin Nutr*, 66: 1340-4.

Biospace. (2004). Inbody 720, the Precision Body Composition Analyzer: User's Guide. Seoul.

Bouchard, C. and Rankinen, T. (2001). Individual differences in response to regular physical activity, *Med Sci Sports Exerc*, 33(6): 446-451.

Brockie, J. (2004). Dietary and lifestyle interventions In: Rees M, Keith L, eds. *The Year in Post-Menopausal Health*. Vol 1. London: Informa Healthcare, USA. 199 - 210.

Bruce, R. A., F, Kusumi, and Hosmer, D. (1973). Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J*, 85: 546-62.

Chumlea, W.C. and Sun, S.S. (2005). Bioelectrical impedance analysis. In: S.B. Heymsfield, T.G., Lohman, Z.M., Wang, and Going, S.B. ed. *Human Body Composition*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics.

Church, T.S., Martin, C.K., Thompson, A.M., Earnest, C.P. and Mikus, C.R. (2007) Changes in weight, waist circumference and compensatory responses with different doses of exercise among sedentary, overweight postmenopausal women. *Plosone*, 4(2):4515.doi:10.1371/journal.pone.0004515.

Cunningham, J.J. (1991). Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. *Am J Clin Nutr*, 54:963-9.

Davidson, M.H., Maki, K.C., Karp, S.K. and Ingram, K.A. (2002). Management of Hypercholesterolaemia in Postmenopausal Women. *Drugs Aging*. 19:169-78.

Després, J.P. and Lamarche, B. (1993). Effects of diet and physical activity on adiposity and body fat



distribution: implications for the prevention of cardiovascular disease. *Nutrition Research Reviews*, 6(1):137-159.

Fleg, J.L., Morrell, C.H., Bos, A.G., Brant, L.J., Talbot, L.A., Wright, J.G. and Lakatta, E.D. (2005). Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation*, 112(5): 674-682.

Flegal, K.M., Graubard, B.I., Williamson, D.F. and Gail, M.H. (2005). Excess deaths associated with underweight, overweight, and obesity. *J Am Med Assoc*, 293:1861–7.

Gambacciani, M., Ciaponi, M., Cappagli, B., De Simone, L., Orlandi, R. and Genazzani, A. R. (2001). Prospective evaluation of body weight and body fat distribution in early postmenopausal women with and without hormonal replacement therapy. *Maturitas*, 39(2):125-132.

Gibson, A.L., Holmes, J.C., Desautels, R.L., Edmonds, L.B., and Nuud, L. (2008). Ability of new octapolar bioimpedance spectroscopy analyzers to predict 4-component–model percentage body fat in Hispanic, black, and white adults. *Am J Clin Nutr*, 87: 332-8.

Greenlund, L.J. and Nair, K.S. (2003). Sarcopenia- consequences, mechanisms, and potencial therapies. *Mechanisms of Ageing and Development*, 124:287-299.

Guedes, D.P., Guedes, J. E. R. (1995). *Exercício físico na promoção da saúde*. Londrina: Midiograf.

Haarbo, J., Marsley, U., Gotl’redsen, A. and Christiansen, C. (1991). Postmenopausal hormone replacement therapy prevents central distribution of body fat after menopause. *Metabolism*, 40:1323–26.

Hagberg, J., Zmuda, J., McCole, S., Rodgers, K., Wilund, K. and Moore, G. (2000). Determinants of body composition in postmenopausal women. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(10):M607-M612.

Haines, C.J. and Farrel, E. (2009). Menopause Management: a Cardiovascular risk-based approach. *Climacteric*, 1-13.

Halbe, H.W. and Fonseca, M.A. (2000). Síndrome do climatério. In: Halbe H.W. *Tratado de Ginecologia*. São Paulo: Roca, 1519-57.

Hassager, C. and Christiansen, C. (1989). Estrogen/gestagen therapy changes soft tissue body composition in postmenopausal women. *Metabolism*, 38:662-665.

Hawkins, S.A. and Wiswell R.A. (2003). Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging - Implications for exercise training. *Sports Medicine*, 33(12): 877-888.

Heyward, V.H. and Wagner, D.R. (2004). *Applied Body Composition Assessment*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics.

Hollenberg, M., Yang, J., Haight, T. J., and Tager, I. B. (2006). Longitudinal changes in aerobic capacity: Implications for concepts of aging. *Journals of Gerontology Series a-Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(8): 851-858.

Hurley, B.F. and Roth, S.M. (2000). Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med*, 30:249-68.

International Menopause Society Consensus Statement. (2009). Aging, menopause, cardiovascular disease and HRT. *Climateric*, 12(5): 368 - 377.

Janssen, I. (2010). Evolution of sarcopenia research. *Appl Physiol Nutr Metab*, 35(5):707-712.

Kanaley, J.A., Sames, C., Swisher, L., Swick, A.G., Ploutz-Snyder, L.L., Steppan, C.M., Sagendorf, K.S., Feiglin, D., Jaynes, E.B. and Meyer, R.T. (2001). Abdominal fat distribution in pre- and postmenopausal women: the impact of physical activity, age, and menopausal status. *Metabolism*, 50:976-982.

Kardassis, D., Bech-Hanssen, O., Schönander, M., Sjöström, L. Petzold, M. and Karason, K. (2011). Impact of body composition, fat distribution and sustained weight loss on cardiac function in obesity. *Int J Cardiol* in press.

Katula, J. A., Sipe, M., Rejeski, W.J. and Focht, B.C. (2006) Strength training in older adults: an empowering intervention. *Med Sci Sports Exerc*, 38:106–111.

Kemmler, W., Stengel, S., Engelke, K., Haberle, L., Mayhew, J. and Kalender, W. (2010). Exercise, Body Composition, and Functional Ability: A Randomized Controlled. *American Journal of Preventive Medicine*, New York, 38(3): 279 – 287.

Khalil, N., Sutton-Tyrrell, K., Strotmeyer, E.S., Greendale, G.A., Vuga, M., Selzer, F., Crandall, C.J. and Cauley J.A. (2010). Menopausal bone changes and incident fractures in diabetic women: a cohort study. *Osteoporos Int*, 22: 1367-76.

Kuczmarski, M., Weddle, D. and Jones, E. (2010). Maintaining functionality in later years: a review of nutrition and physical activity interventions in postmenopausal women. *Journal of Nutrition for the Elderly*, Philadelphia, 29(3): 259-292.

Ley, C.J., Lees, B. and Stevenson, J.C. (1992). Sex- and menopause-associated changes in body-fat distribution. *Am J Clin Nutr*, 55:950-954.

Lohman, T.G. and Going, S.B. (1998). Assessment of body composition and energy balance. In: Lamb D, Murray R, eds. Exercise, Nutrition, and Control of Body Weight. Carmel: Cooper Publishing Group. 61-99.

Lovejoy, J.C., Champagne, C.M., Jonge, L., Xie, H. and Smith, S.R. (2008). Increased visceral fat and decreased energy expenditure during the menopausal transition. *International Journal of Obesity (Lond)*, 32(6): 949–958.

Lynch, N.A., Nicklas, B.J., Berman, D.M., Dennis, K.E. and Goldberg, R.P. (2001). Reductions in visceral fat during weight loss and walking are associated with improvements in  $VO_{2max}$ . *Journal of Applied Physiology*, 90: 99–104.

Lynch, N.A., Ryan, A.S., Berman, D.M., Sorkin, J.D., Nicklas, B.J. (2002). Comparison of  $VO_{2max}$  and disease risk factors between perimenopausal and postmenopausal women. *Menopause-the Journal of the North American Menopause Society*, 9(6): 456-462.

McArdle, W.D., Katch, F.I. and Katch, V.L. (2002). *Fundamentos da fisiologia do exercício*. Rio de Janeiro: Guanabara.

Malavolti, M., Mussi, C., Poli, M., Fantuzzi, A.L., salvioli, G., Battistini, N. and Bedogni, G. (2003). Cross-calibration of eight-polar bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of total and appendicular body composition in healthy subjects aged 21-82 years. *Ann Hum Biol*, 30: 380-91.

Maltais, M., Desroches, J. and Dionne, I. (2009). Changes in muscle mass and strength after menopause. *J Musculoskel Neuron*, 9(4): 186-197.

Mastorakos, G., Valsamakis, G., Paltoglou, G. and Creatsas, G. (2010). Management of obesity in menopause: Diet, exercise, pharmacotherapy and bariatric surgery. *Maturitas*, 65(3):219-224.

Matthews, K.A., Kuller, L.H., Suttontyrrell, K. and Chang, Y. (2001). Changes in cardiovascular risk factors during the perimenopause and postmenopause and carotid artery atherosclerosis in healthy women editorial comment: premenopausal risk continuum for carotid atherosclerosis after menopause. *Stroke Journal of Cerebral Circulation*, 32: 1104-1111.

Medici, G., Mussi, C., Fantuzzi, A.L., Malavolti, M., Albertazzi, A. and Bedogni, G. (2005). Accuracy of eight-polar bioelectrical impedance analysis for the assessment of total and appendicular body composition in peritoneal dialysis patients. *Eur J Clin Nutr*, 59: 932-37.

Mercuro, G., Saiu, F., Deidda, M., Mercuro, S., Vitale, C. and Rosano, G. (2007). Effect of hormone therapy on exercise capacity in early postmenopausal women. *Obstetrics and Gynecology*, 110(4):780-787.

Moreira, M.H. and Sardinha, L.B. (2003). Exercício Físicos, Composição Corporal e Factores de Risco Cardiovascular na Mulher Pós-Menopáusica, Edições da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

Moreira, M. H. (2004). Influência do Exercício Físico no Risco Cardiovascular e na Aptidão Física e Funcional de Mulheres Pós-Menopáusicas (POCI/DES/59049/2004). Fundação para a Ciência e Tecnologia.

Moreira, M., Castro, R., Freitas, J., Gabriel, R., Monteiro, M. and Machado, M. (2008). Functional Fitness, Obesity and Sarcopenia in Postmenopausal Women. *Climacteric*. 11(S20).

Moreira, M.H., Aragão, F., Almeida, V., Monteiro, M., Mota, P. and Soares, J. (2009). The influence of adiposity, the muscular condition and the characteristics of menopause, in the maximum oxygen intake of postmenopausal women. *Maturitas*. 63, p. S27 DOI: 10.1016/S0378-5122(09)70101-X. ISSN: 0378-5122.

NAMS (2010). Estrogen and progestogen use in postmenopausal women: position statement of The North American Menopause Society. *Menopause*, 17(2): 242-255.

Poehlman, E., Toth, M. and Gardner, A.W. (1995). Changes in energy balance and body composition at menopause: a controlled longitudinal study. *Ann Intern Med*, 123: 673-75.

Poehlman, E. (2002). Menopause, energy expenditure, and body composition. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 81: 603–611.

Panatoulos, G., Ruiz, J.C., Raisonj, Guy-Grand, B. and Basdevant, A. (1996). Menopause, fat and lean distribution in women. *Maturitas*, 25: 11-19.

Pansini, F.M.D., Cervellati, C., Guariento, A., Stacchini, M.A., Castaldini, C., Bernardi, A., Pascale, G., Bonaccorsi, G., Patella, A., Bagni, B., Mollica, G. and Bergamini, C.M., (2008). Oxidative stress, body fat composition, and endocrine status in pre-and postmenopausal women. *Menopause*, 15: 112-18.

Piché, A.M., Lapointe, A., Weisnagel, S.J., Corneau, L., Nadeau, A., Bergeron, J. and Lemieux, S. (2008). Regional body fat distribution and metabolic profile in postmenopausal women. *Metab Clin Exper*, 57:1101–7.

Rolland, Y., Lauwers-Cances, V., Cristini, C., Kan van, G.A., Janssen, I., Morley, J.E. and Vellas, B. (2009). Difficulties with physical function associated with obesity, sarcopenia, and sarcopenic-obesity in community-dwelling elderly women: the EPIDOS (EPIDemiologie de l'OSteoporose) Study. *Am J Clin Nutr*, 89:1895-900.

Rolland, Y., Czerwinski, S., Van Kan, G., Morley, J.E., Cesari, M., Onder, G., Woo, J., Baumgartner, R., Pillard, F. and Boirie, Y. (2008). Sarcopenia: its

assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *The Journal of Nutrition Health & Aging*, 12(7): 433-450.

Ross, R. and Katzmarzyk, P.T. (2003). Cardiorespiratory fitness is associated with diminished total and abdominal obesity independent of body mass index. *International Journal of Obesity*, 27(2): 204-210.

Schrager, M.A., Metter, E.J., Simonsick, E., Ble, A., Bandinelli, S., Lauretani, F. and Ferrucci, L. (2007). Sarcopenic obesity and inflammation in the InCHIANTI study. *Journal of Applied Physiology*, 102 (3): 919-925.

Shuster, L., Rhodes, D., Goustout, B. and Rocca, W. (2010). Premature menopause or early menopause: long-term health consequences. *Menopause*, 65 (2):161-166.

Sites, C.K., Brochu, M., Tchernof, A. and Poehlman, E.T. (2001). Relationship between hormone replacement therapy use with body fat distribution and insulin sensitivity in obese postmenopausal women. *Metabolism*, 50 (7): 835-840.

Skinner, J.S., Jaskolski, A., Jaskolska, A., Krasnoff, J., Gagnon, J., Leon, A. S., Rao, D. C., Wilmore, J. H. and Bouchard, C. (2001). Age, sex, race, initial fitness, and response to training: the HERITAGE Family Study. *J Appl Physiol*, 90 (5), 1770–1776.

Sirola, J. and Rikkonen, T. (2005). Muscle performance after the menopause. *Journal of the British Menopause Society*, 11 (2):45–50

Sites, C., L'Hommedieu, G., Toth, M., Brochu, M., Cooper, B., and Fairhurst, P. (2005). The effect of hormone replacement therapy on body composition, body fat distribution, and insulin sensitivity in menopausal women: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90 (5): 2701-2707.

Speroff, L. (1994). A signal for the future. In: Lobo RA, ed. *Treatment of the Postmenopausal Woman: Basic and Clinical Aspects*. New York, NY: Raven Press, 1-8.

Stephen, W.C. and Janssen, I (2009). Sarcopenic-obesity and cardiovascular disease risk in the elderly. *J Nutr Health Aging*, 13 (5):460-466.

Sturdee, D.W., and Pines, A. (2011). IMSWG. Updated IMS recommendations on postmenopausal hormone therapy and preventive strategies for midlife health. *Climacteric*, 14: 302-20.

Sui, X., LaMonte, M. J., Laditka, J. N., Hardin, J. W., Chase, N., Hooker, S. P. and Blair, S. N. (2007). Cardiorespiratory fitness and adiposity as mortality predictors in older adults. *The Journal of the American Medical Association*, 298(21): 2507-2516.

Svendsen, O.L., Hassager, C. and Christiansen, C. (1995). Age- and menopause associated variations in body composition and fat distribution in healthy women as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, *Metabolism*, 44:369-373.

Tchernof, A. and Poehlman, E.T. (1998). Effects of the menopause transition on body fatness and body fat distribution. *Obes Res*, 6:246-254.

Tchernof, A., Poehlman, E.T. and Deprés, J.P. (2000). Body fat distribution, the menopause transition, and hormone replacement therapy. *Diabetes Metabolism*, 26, 12-20.

Teixeira, P.J., Going, S. B., Houtkooper, L.B., Metcalfe, L.L., Blew, R.M., Flint-Wagner, H.G., Cussler, E.C., Sardinha, L.B. and Lohman, T.G. (2003) Resistance Training in Postmenopausal Women with and without Hormone Therapy. *Med SciSports Exerc*, 35:555–562.

Teed, H.J., Lombard, C. and Deeks, A.A. (2010). Obesity Metabolic Complications and the menopause: an opportunity for prevention. *Climacteric*, 13(3):203-9.

Teucher, B., Rohrmann, S. and Kaaks., R. (2010). Obesity: focus on all-cause mortality and cancer. *Maturitas*, 65 (2): 112-6.

Toth, M.J., Gardner, A.W., Ades, P.A., and Poehlman, E.T. (1994). Contribution of body-composition and physical-activity to age-related decline in peak Vo<sub>2</sub> in men and women. *Journal of Applied Physiology*, 77 (2): 647-652.

Toth, M.J., Gardner, A.W., Ades, P.A. and Poehlman, A.T. (1994) Contribution of Body-Composition and Physical-Activity to Age-Related Decline in Peak Vo<sub>2</sub> in Men and Women. *Journal of Applied Physiology*. 1994, 77 (2): 647-652.

Turcato, E., Zamboni, M., De Pergola, G., Armellini, F., Zivelonghi, A., Bergamo-Andreis, I.A., Giorgino, R. and Bosello, O. (1997). Interrelationships between weight loss, body fat distribution and sex hormones in pre- and postmenopausal obese women, *Journal of Internal Medicine*, 241: 363-372.

Utian, W. H. (1999). The Internacional Menopause-related terminology definitions. *Climacteric*, 2(4): 284-286.

Volgyi, E., Tylavsky, F.A., Lyytikainen, A., Suominen, H., Alén, M., and Chenq, S. (2008). Assessing body composition with DXA and bioimpedance: effects of obesity, physical activity, and age. *Obesity*, 16: 700-5.

Waters, D.L., Hale, L., Grant, A.M., Herbison, P. and Goulding, A. (2010). Osteoporosis and gait and balance disturbances in older sarcopenic obese New Zealanders. *Osteoporosis International*, 21(2):351-357.

Williams, M.J., G. R. Hunter, G.R. KekesSzabo, T. Trueth, M.S., Snyder, S. and Berland, L. and Blaudeau, T. (1996). Intra-abdominal adipose tissue cut-points related to elevated cardiovascular risk in women. *Int J Obes*, 20: 613-7.

Yu, R., Yau, F., Ho, S. C., and Woo, J. 2011. Cardiorespiratory fitness and its association with body composition and physical activity in Hong Kong Chinese women aged from 55 to 94 years. *Maturitas*. In Press, Corrected Proof.

Zamboni, M., Mazzali, G., Fantin, F., Rossi, A., and Di Francesco, V. (2008). Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutr Metab Cardiovas*, 18 (5):388-395.