

**PAULO RICARDO PRADO NUNES**

**EFEITO DO VOLUME DE TREINAMENTO CONTRARRESISTÊNCIA  
(MUSCULAÇÃO) SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL, DESEMPENHO FÍSICO  
E PARÂMETRO BIOQUÍMICO, HORMONAL E INFLAMATÓRIO EM  
MULHERES NA PÓS-MENOPAUSA PRÉ-SARCOPÊNICAS**

**UBERABA**

**2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

Paulo Ricardo Prado Nunes

**EFEITO DO VOLUME DE TREINAMENTO CONTRARRESISTÊNCIA  
(MUSCULAÇÃO) SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL, DESEMPENHO FÍSICO  
E PARÂMETRO BIOQUÍMICO, HORMONAL E INFLAMATÓRIO EM  
MULHERES NA PÓS-MENOPAUSA PRÉ-SARCOPÊNICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, área de concentração “Esporte e Exercício” (Linha de pesquisa: Aspectos biodinâmicos e metabólicos do exercício físico e esporte), da Universidade do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Fábio Lera Orsatti

UBERABA

2014

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do  
Triângulo Mineiro**

N927e

Nunes, Paulo Ricardo Prado

Efeito do volume de treinamento contrarresistência (musculação) sobre a composição corporal, desempenho físico e parâmetro bioquímico, hormonal e inflamatório em mulheres na pós-menopausa pré-sarcopênicas / Paulo Ricardo Prado Nunes. -- 2014.

51 f. : il., fig., graf., tab.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2014.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Lera Orsatti

1. Saúde da mulher. 2. Treinamento de resistência. 3. Circunferência da cintura. 4. Hemoglobina A. 5. Glucose. 6. Testosterona. I. Orsatti, Fábio Lara. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 613.99

Paulo Ricardo Prado Nunes

**EFEITO DO VOLUME DE TREINAMENTO CONTRARRESISTÊNCIA  
(MUSCULAÇÃO) SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL, DESEMPENHO FÍSICO  
E PARÂMETRO BIOQUÍMICO, HORMONAL E INFLAMATÓRIO EM  
MULHERES NA PÓS-MENOPAUSA PRÉ-SARCOPÊNICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, área de concentração “Esporte e Exercício” (Linha de pesquisa: Aspectos biodinâmicos e metabólicos do exercício físico e esporte), da Universidade do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Aprovada em 19 de fevereiro de 2014

Banca Examinadora:

---

Dr. Fábio Lera Orsatti – Orientador

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

---

Dra. Elisabete Aparecida Mantovani Rodrigues de Resende

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

---

Dr. Roberto Carlos Burini

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela oportunidade, saúde e força na realização desta etapa. A toda minha família, em especial meus pais (Ana Sofia e Paulo Cesar) pelo amor, apoio, compreensão e dedicação por toda a minha vida, obrigado por sempre acreditarem em mim. À Fernanda Liporoni, pelo amor, companheirismo, atenção e incentivo durante a realização desta pesquisa. Por estar sempre ao meu lado, me ouvindo e aconselhando nos momentos mais difíceis.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Fábio Lera Orsatti, pela oportunidade de fazer parte do seu grupo de pesquisa, por acreditar e confiar no meu trabalho e contribuir com seus ensinamentos que ajudaram no meu amadurecimento profissional e pessoal.

Às agências de fomento CAPES, pela concessão de bolsa, e FAPEMIG e FUNEPU, pelo suporte financeiro ao Projeto.

Aos integrantes do BioEx, Larissa Corrêa Barcellos, Ricardo Benini, Anselmo Alves de Oliveira, Roberto Fulanetto Junior, Luanna Margato, Fernanda Martins, Cássio Souto, Tadeu Bordignon, Ricardo Silva, Antônio Ribeiro, Rhuan Victor, Izamara Vanessa, Bruno Teodoro Bilória e Aletéia de Paula pelas ajudas e momentos de descontração.

Ao técnico João Batista Pereira pelos ensinamentos e contribuições, com dedicação e paciência. Às biomédicas Camila Miguel Botelho e Kelly Cristina Paiva por realizarem as coletas de sangue ao longo da pesquisa.

À professora Dra. Elizabete Aparecida M. R. de Resende pela ajuda, confiança, paciência e orientação com a pesquisa e os exames realizados no hospital escola.

Aos professores Dr. Javier Emilio Lazo Chica e Dr. Guilherme Vannucchi Portari por concederem o espaço de seus laboratórios, Biologia Celular e Nutrição Experimental, respectivamente, e equipamentos.

Às funcionárias da Pós-Graduação Angélica Fatureto e Ana Lúcia de Figueiredo, obrigado pela atenção e eficiência.

As voluntárias da pesquisa, obrigado pela confiança, comprometimento e carinho com o estudo.

Aos funcionários do Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro pela ajuda na realização e leitura dos exames bioquímicos.

E por fim, mas não com menor importância, aos examinadores de qualificação, Dra. Elizabete Aparecida M. R. de Resende e Dr. Guilherme Vannucchi Portari, e de defesa, Dra. Elizabete Aparecida M. R. de Resende e Dr. Roberto Carlos Burini, pelas pertinentes contribuições para a elaboração desta pesquisa e dissertação.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram com a minha formação e amadurecimento profissional, para que eu pudesse me manter firme nesta jornada, para se encerrar mais uma fase da minha vida e ter início a uma nova, o meu muito obrigado!

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

"Se vi mais longe foi por estar de pé sobre ombros de gigantes."

Isaac Newton

## RESUMO

A sarcopenia e a menopausa contribuem para alterações negativas na composição corporal (CCp), desempenho físico (DF) e parâmetro bioquímico (BQ), hormonal (HM), inflamatório (INF) e metabólico (MET) reduzindo a qualidade de vida e aumentando o risco de mortalidade das mulheres. Em contrapartida, o treinamento contrarresistência (TR) é uma intervenção promissora para melhora desses aspectos. No entanto, a dosagem de exercício necessária para otimizar a melhora desses aspectos não tem sido totalmente elucidada em mulheres na pós-menopausa (PM). Portanto o objetivo do estudo foi avaliar o efeito do volume de TR sobre os parâmetros de CCp, DF, HM, MET, INF e BQ em mulheres na PM e pré-sarcopênicas. Finalizaram o estudo 34 mulheres na PM e pré-sarcopênicas distribuídas aleatoriamente em três grupos: controle (CT = sem exercício, n=12), baixo volume (BV = TR com três séries para cada exercício, n=10) e alto volume (AV= seis séries para cada exercício, n=12). As mulheres alocadas nos grupos BV e AV realizaram o TR três vezes por semana, oito exercícios a 70 % da força máxima para todo o corpo por 16 semanas. Avaliações da CCp, DF, HM, MET, INF e BQ foram realizadas no início e no final do estudo, com exceção do CCp e DF que foram avaliadas também na 8ª semana. Houve aumento da força muscular para ambos os grupos treinados e momentos avaliados. Para o teste de uma milha, houve redução do tempo de teste na 8ª semana somente para o grupo AV, mas não para 16ª semana. Após oito semanas de intervenção, somente o grupo BV aumentou a massa corporal magra (MCM). Porém, após 16 semanas, ambos os grupos treinados aumentaram a MCM sem diferença entre eles. A massa corporal gorda (MCG), circunferência da cintura (CC) e razão circunferência da cintura e quadril (RCQ) reduziram somente no grupo AV após 16 semanas. Houve redução da glicose e hemoglobina glicada (HbA1c) no grupo BV comparado ao grupo AV. Para a testosterona total e razão testosterona cortisol (T:C) houve redução no grupo AV comparado ao grupo CT e BV, respectivamente. Os achados sugerem que o TR foi eficiente para melhorar a força muscular e MCM independente do volume. O maior volume foi eficiente para melhorar a MCG, CC, RCQ e tempo no teste de caminhada sem benefícios para a glicose, HbA1c, mas exerceu efeito negativo na testosterona total e T:C, indicando precaução no seu uso.

**Palavras chave:** Treinamento de resistência. Circunferência da cintura. Hemoglobina A glicolisada. Glucose. Testosterona.



## ABSTRACT

Sarcopenia and menopause induce negative changes on body composition (BC), physical performance (PP) and biochemical (B), hormonal (H), inflammatory (INF) and metabolic (MET) profile worsening women quality of life. On the other hand, resistance exercise (RE) is a promising intervention which improves these aspects. However, the necessary exercise dosage to improve these aspects has not been completely elucidated. Thus the objective of the study was to evaluate the volume effect of RE on BC, PP, B, H, INF and MET in post menopause women (PM) with pre sarcopenia. 34 PM pre sarcopenic women were randomly allocated into three groups: control (CT = no RE, n=12), low volume (LV = RE with three sets for each exercise, n=10) and high volume (HV = RE with six sets for each exercise, n=12). The LV and HV groups performed total body RE, three times a week, eight exercises at 70 % of 1-RM for 16 weeks. Before and after the training program the BC, PP, B, HP, INF and MET were measured, except by BC and PP which were measured also at eighth week. After eight and 16 weeks of training, the muscle strength gains in HV e BV were greater than CT. After eight weeks of training, only the LV group increased lean body mass (LBM). After 16 weeks, LBM gains were not difference between trained groups. Only the HV group decreased fat body mass (FBM), one mile test time, waist circumference (WC), waist rip ratio (W:C) after 16 weeks. The BV induced a significant decrease above HV in glucose and glycated hemoglobin (HbA1c). Total testosterone (T) and testosterone cortisol ratio (T:C) in HV were reduced when compared to CT and BV respectively. The findings suggest that RE is efficient in increasing strength and LBM independently of volume. HV is more effective in improving FBM, one mile test time, WC and W:C than BV. However, HV induced possible negative effect on glucose, HbA1c, total testosterone and T:C.

**Key words:** Resistance training. Waist circumference. Hemoglobin A, glycosylated. Glucose. Testosterone.

## LISTA DE FIGURAS

### Figuras

1 – Fluxograma de seleção da amostra.....	25
2 – $\Delta\%$ Da massa corporal magra durante a oitava e após a 16 <sup>o</sup> semana de treinamento contrarresistência.....	37
3 – $\Delta\%$ Da massa corporal gorda durante a oitava e após a 16 <sup>o</sup> semana de treinamento contrarresistência.....	37
4 – $\Delta$ Do percentual de gordura durante a oitava e após a 16 <sup>o</sup> semana de treinamento contrarresistência.....	38
5 – $\Delta\%$ Da circunferência da cintura durante a oitava e após a 16 <sup>o</sup> semana de treinamento contrarresistência.....	38
6 – $\Delta\%$ Da razão cintura quadril durante a oitava e após a 16 <sup>o</sup> semana de treinamento contrarresistência.....	39

## LISTA DE TABELAS

### Tabelas

1 – Conceitos dos estágios da sarcopenia segundo o EWGSOP.....	21
2 – Características iniciais demográficas, composição corporal e bioquímicas das voluntárias.....	32
3 – Características iniciais hormonais e inflamatórias das voluntárias.....	33
4 – Características iniciais do desempenho físico das voluntárias.....	34
5 – Características de padrão alimentar das voluntárias antes a após o treinamento contrarresistência.....	34
6 – Características dos medicamentos dos grupos.....	35
7 – $\Delta\%$ Da força muscular máxima e teste de uma milha durante (oito semanas) e após (16 semanas) o treinamento contrarresistência.....	35
8 – $\Delta$ e $\Delta\%$ Das características bioquímicas após 16 semanas de treinamento contrarresistência.....	39
9 – $\Delta$ e $\Delta\%$ Das características hormonais após 16 semanas de treinamento contrarresistência.....	40
10 – $\Delta\%$ Das características inflamatórias após 16 semanas de treinamento contrarresistência.....	40

## LISTA DE SIGLAS

- 1-RM – Força máxima de uma repetição
- AC – Ácido úrico
- ALT – Alanina aminotransferase
- AMP – Adenosina monofosfato
- AST – Aspartato aminotransferase
- ATP – Adenosina trifosfato
- AV – Grupo alto volume
- BIA – Impedância bioelétrica
- BV – Grupo baixo volume
- CC – Circunferência da cintura
- CQ – Circunferência do quadril
- CT – Grupo controle
- DHEAS – Sulfato de deidroepiandrosterona
- DM – Diabetes mellitus
- E2 – Estradiol
- EWGSOP – Grupo de trabalho europeu sobre sarcopenia em idosos
- FSH – Hormônio folículo estimulante
- G% – Percentual de gordura
- GH – Hormônio do crescimento
- HbA1c – Hemoglobina glicada
- HDL-colesterol – Lipoproteína de densidade alta
- HOMA-IR – Modelo de avaliação homeostático da resistência insulínica
- IGF-1 – Fator de crescimento semelhante ao da insulina
- IL-1 – Interleucina
- IMC – Índice de massa corporal
- IMM – Índice de massa muscular
- LDL-colesterol – Lipoproteína de densidade baixa
- MCG – Massa corporal gorda
- MCM – Massa corporal magra
- CRP – Proteína C reativa
- PM – Pós-menopausa
- RCQ – Razão circunferência da cintura quadril

T:C – Razão testosterona cortisol

T4 – Tiroxina

TG – Triglicerídeos

TM – Tempo de menopausa

TNF- $\alpha$  – Fator de necrose tumoral alfa

TR – Treinamento contrarresistência

TSH– Hormônio estimulador da tireoide

VLDL-colesterol – Lipoproteína de densidade muito baixa

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

$\Delta$  – Delta, diferença entre os momentos.

\* – Diferença significativa em relação ao grupo CT,  $p \leq 0,05$ .

# – Diferença significativa em relação ao grupo AV,  $p \leq 0,05$ .

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
1.1 PÓS-MENOPAUSA E MASSA MUSCULAR .....	16
1.2 RELEVÂNCIA DA MASSA MUSCULAR .....	18
1.3 SARCOPENIA .....	19
1.4 PREVALÊNCIA E CUSTO DA BAIXA MASSA MUSCULAR .....	20
1.5 CLASSIFICAÇÕES DA SARCOPENIA .....	21
1.6 INTERVENÇÃO .....	22
1.7 OBJETIVOS .....	24
<b>1.7.1 Objetivo Geral</b> .....	24
<b>1.7.2 Objetivos Específicos</b> .....	24
<b>2 MÉTODOS</b> .....	24
2.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO .....	25
2.2 ANAMNESE E INVESTIGAÇÃO DOS HÁBITOS ALIMENTARES .....	26
2.3 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA E DA COMPOSIÇÃO CORPORAL .....	27
2.4 PRÉ-SARCOPENIA PELA ANTROPOMETRIA .....	28
2.5 TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA (1-RM) .....	28
2.6 TESTE DE UMA MILHA DE ROCKSPOT .....	29
2.7 PROCESSAMENTO E ANÁLISES DAS AMOSTRAS SANGUÍNEAS .....	29
2.8 MÉTODO COLORIMÉTRICO AUTOMATIZADO - ÁCIDO ÚRICO, UREIA, GLICOSE, FERRITINA, HEMOGLOBINA GLICADA, PROTEÍNA C REATIVA .....	30
2.9 MÉTODO CINÉTICO – ASPARTATO AMINOTRANSFERASE, ALANINA AMINOTRANSFERASE, PARÂMETRO LIPÍDICO E CREATININA .....	30
2.10 MÉTODO ELETROQUIMIOLUMINESCENCIA – HORMÔNIO ESTIMULADOR DA TIREOIDE, TIROXINA, INSULINA, SULFATO DE DEIDROEPIANDROSTERONA, ESTRADIOL, FOLÍCULO ESTIMULANTE .....	30

2.11 MÉTODO ELISA (IMUNOENSAIO ENZIMÁTICO) – HORMÔNIO ADRENALINA, CORTISOL, FATOR DE CRESCIMENTO SEMELHANTE AO DA INSULINA, NORADRENALINA, TESTOSTERONA E CITOCINAS INTERLEUCINA 1, 6 E FATOR DE NECROSE TUMORAL-ALPHA .....	30
2.12 RESISTÊNCIA INSULÍNICA.....	31
2.13 NÃO HDL-COLESTEROL .....	31
2.14 LDL-COLESTEROL .....	31
2.15 PROTOCOLO DE TREINAMENTO CONTRARRESISTÊNCIA .....	31
2.16 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	32
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O aumento na expectativa de vida proporcionou crescimento acentuado da população idosa, tanto nos países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento. Estimou-se no ano de 2000 que a população de idosos excederá 30 milhões até 2020, representando 13% da população total. Em 2012, estimou-se 20,9 milhões de pessoas acima de 60 anos, dos quais mais da metade foi composta por mulheres (55,5%) (DATASUS, 2009). Para indivíduos com idade igual ou superior a 60 anos, existem 80 homens para cada 100 mulheres e para idade igual ou superior a 80 anos, existem 67 homens para cada 100 mulheres (DATASUS, 2009). No século XVII, 28% das mulheres viviam o suficiente para alcançar a menopausa e somente 5% sobreviviam mais de 75 anos. Atualmente, em muitos países desenvolvidos, 95% atingem a menopausa e 50% delas ultrapassam 75 anos (PINTO-NETO; PAIVA; FOSENCHI-CARVASAN, 2003). Assim, com o crescente aumento da sobrevivência da mulher, existe a preocupação em proporcionar qualidade de vida cada vez melhor, na perspectiva primária de conservação da saúde e independência física.

### 1.1 PÓS-MENOPAUSA E MASSA MUSCULAR

A menopausa é a cessação permanente da menstruação caracterizada por um intervalo mínimo de um ano da última menstruação, que é precedida, na maioria das mulheres, por um período de ciclos irregulares (climatério). O período pós-menopausa (PM) se refere ao tempo de vida após a menopausa (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1981).

A menopausa é acompanhada pela perda da função folicular ovariana e consequentemente redução dos níveis de estrogênios (estradiol, estriol e estrona). Alguns estudos mostram um complexo mecanismo de ação dos receptores de estrogênio (PFEILSCHIFTER et al., 2002). O estrogênio apresenta característica hidrofóbica e difunde-se na membrana da célula livremente, ligando-se nos receptores disponíveis no citoplasma, os quais são encontrados também no músculo esquelético humano (LEMOINE et al., 2003). No entanto, sua ação hipertrófica não está bem definida. Embora, teoricamente o estrogênio tem ação anabólica direta no músculo, esse inibe a produção de citocinas pró-inflamatórias, tais como interleucina (IL)-1 e IL-6, sugerindo que a perda desses hormônios com a idade pode ter efeitos catabólicos diretos ou indiretos no músculo (KAMEL; MAAS; DUTHIE, 2002; ORSATTI et al., 2006). A produção aumentada de citocinas pró-inflamatórias (IL-1, IL-6 e fator de necrose tumoral (TNF)- $\alpha$ ) induz a degradação e reduz a síntese de proteínas musculares (BUCK; CHOJKIER, 1996; CASTILLO et al., 2003; COSTELLI et al., 1993;

GRIMBLE, 2003), levando a redução da massa muscular. Além disso, há o efeito inibitório da IL-6 sobre o fator de crescimento semelhante ao da insulina (IGF)-1 muscular, que por sua vez estimula o crescimento muscular. Assim, altas concentrações de IL-6 e baixas de IGF-1 atuam sinergicamente para a redução da massa muscular (DE BENEDETTI et al., 1997; ORSATTI et al., 2012; SERRI et al., 1999).

O hormônio do crescimento (GH) é capaz de estimular o IGF-1 no fígado. Está bem documentado que os IGFs têm potente efeito na síntese de proteína e na proliferação e diferenciação de mioblastos que levam à hipertrofia (HAWKE; GARRY, 2001). Após os 65 anos, 50% é parcialmente ou totalmente deficientes em GH e, conseqüentemente, em IGF-1. Especificamente, a média dos níveis de GH das 24 horas é menor em mulheres na PM do que em pré-menopausadas. Essa diminuição é acompanhada pela queda do IGF-1 e muitos progridem para disfunção muscular (KAMEL et al., 2002; LAMBERTS; VAN DEN BELD; VAN DER LELY, 1997; MEINHARDT; HO, 2006; PAYETTE et al., 2003). Embora a diminuição do IGF-1 esteja relacionada com a idade, há evidências sugerindo que a síntese, liberação e atividade do IGF-1 são afetadas pelos esteroides gonadais e atividade física. (KAMEL et al., 2002).

A testosterona, principal hormônio androgênico em mulheres, convertida periféricamente da androstenediona e deidroepiandrosterona (DHEA) (HORTON, 1992; HORTON; TAIT, 1966), apresenta grande efeito anabólico, promovendo aumento da síntese proteica, ativação de células satélites e diminuição do catabolismo muscular (KADI, 2008). Além disso, estimula a secreção de GH e IGF-1 (MEINHARDT; HO, 2006), que estão envolvidos no crescimento muscular (HAMEED; HARRIDGE; GOLDSPIK, 2002). A testosterona sérica e as concentrações de esteroides adrenais diminuem entre 14 e 18% durante o primeiro ano da menopausa (SIPILA; POUTAMO, 2003), sendo fatores importantes na manutenção da massa muscular após a menopausa.

Os glicocorticóides, como o cortisol, participam do mecanismo de controle do metabolismo das proteínas, gorduras e carboidratos. O cortisol tem a capacidade de aumentar a produção hepática de glicose, via gliconeogênese, a partir dos aminoácidos mobilizados dos músculos. O hipercortisolismo provoca grandes desgastes musculares e é acompanhado de fraqueza e hipocinesia muscular. Com o avanço da idade, parece haver aumento na secreção do cortisol em condições não estressantes e maiores em mulheres na PM comparadas com homens idosos (DEUSCHLE et al., 1997; GUSENOFF et al., 2001). Em membros

imobilizados há aumento do número de receptores de glicocorticóides, influenciando, assim, a atrofia muscular (ALMON; DUBOIS, 1990; DUBOIS; ALMON, 1980). Especula-se que a diminuição da atividade física pode estimular receptores de glicocorticóides e, portanto, contribuir para a redução da massa muscular.

## 1.2 RELEVÂNCIA DA MASSA MUSCULAR

O músculo compõe a unidade funcional responsável pelo desempenho aos esforços físicos do indivíduo (BURINI; MAESTÁ, 2012; POWERS; EHOWLEY, 2000). Portanto, existe uma relação direta da integridade da função muscular com a saúde e qualidade de vida do indivíduo de tal modo que a dependência física com o envelhecimento está associada com a perda da massa e função musculares (BURINI; MAESTÁ, 2012; ROSENBERG, 1997; ROUBENOFF, 2003b). Além disso, a disfunção muscular potencialmente altera a biomecânica das atividades físicas, há instabilidade muscular e articular que em várias condições precipita ou agrava doenças articulares proporcionando risco de quedas e fraturas, importante causa de morbimortalidade em mulheres na PM (CARTER; KANNUS; KHAN, 2001). Adicionalmente, nos primeiros anos PM, em resposta ao hipoestrogenismo, ocorre rápida perda de massa óssea (RIGGS; KHOSLA; MELTON, 1998), desenvolvendo desordem caracterizada por comprometer a força óssea (qualidade e densidade mineral), predispondo ao risco de fratura (KANIS, 1994), denominada osteoporose. Como a massa muscular correlaciona-se positivamente com a densidade mineral óssea (ORSATTI et al., 2011), a quantidade de massa muscular torna-se potente sinergista na preservação da massa óssea nas mulheres PM (GJESDAL et al., 2008). Estes dados são importantes, pois no Brasil as fraturas do colo do fêmur atingem, anualmente, 70.000 indivíduos com mortalidade de 20% nos primeiros seis meses (PEREIRA et al., 2001).

A musculatura esquelética é o maior tecido do corpo humano, contendo, pois a maior massa celular e contingente proteico do organismo. O músculo compõe com fígado e cérebro os principais responsáveis pelo gasto energético de repouso e é o maior responsável pelo gasto energético voluntário do indivíduo (BURINI; MAESTÁ, 2012; WOLFE, 2006). O músculo esquelético é o único componente do gasto energético de repouso que poderia variar consideravelmente pela larga diferença na massa e na taxa de *turnover* proteico musculares (BURINI; MAESTÁ, 2012; WOLFE, 2006). Assim acredita-se que o custo da síntese proteica pode variar de aproximadamente 485 kcal/dia em um homem jovem, com boa quantidade de massa muscular, para 120 kcal/dia em uma mulher idosa. Se considerar que 1

kg da gordura estocado representa 7700 kcal, a diferença de aproximadamente 365 kcal/dia entre o homem e a idosa levaria um acúmulo de 47 g/dias, e conseqüentemente 1,4 kg de gordura/mês. Assim, torna-se evidente que mesmo a diferença relativamente pequena, por exemplo, 10 kg, pode ter efeito significativo no balanço energético, apresentando diferença de aproximadamente 100 kcal/dia traduzido para 4,7 kg de gordura por ano, contribuindo para obesidade (WOLFE, 2006).

Como a maior massa citosólica do corpo, o sarcoplasma constitui reserva de constituintes intracelulares orgânicos e inorgânicos importantes no tamponamento de desequilíbrios ácido-básico, hidroeletrólítico, pró-oxidantes e pró-inflamatórios. Assim, além dos prejuízos de força, equilíbrio nas atividades físicas diárias e densidade mineral óssea, a baixa massa muscular está associada à menor disponibilização de aminoácidos, menor cicatrização e imunocompetência, resistência a insulina e diabetes mellitus 2 (DM-2), menor gasto energético, hiperadiposidade e estado pró-inflamatório (BURINI; MAESTÁ, 2012; ROUBENOFF, 2003a;2003b; WOLFE, 2006). Portanto, a perda da massa muscular constitui fator de risco para incapacidade funcional, osteoporose, resistência insulínica, DM-2 e obesidade.

Pelas conseqüências mórbidas da redução da massa muscular, a identificação, prevenção e intervenção são consideradas essenciais para saúde, qualidade de vida e independência da mulher na PM.

### 1.3 SARCOPENIA

Williams & Rosemberg, em 1989, foram os primeiros a utilizar o termo sarcopenia para indicar a redução na massa muscular que ocorre com o envelhecimento (CRUZ-JENTOFT et al., 2010b; FIELDING et al., 2011). O termo é derivado das palavras sarco = músculo e penia = deficiência. A sarcopenia é um processo progressivo que ocorre independente da saúde do indivíduo e pode se manifestar sem a perda de peso, pelo ganho de tecido adiposo (ROSENBERG, 1997; ROUBENOFF, 2003b; WOLFE, 2006). A sarcopenia tem sido definida como a perda da massa e força musculares (CRUZ-JENTOFT et al., 2010b) e pode avançar até o momento em que a mulher fique impossibilitada de realizar atividades comuns da vida diária, tais como as tarefas domésticas, levantar-se de uma cadeira, varrer o chão ou jogar o lixo fora (BURINI; MAESTÁ, 2012; ROSENBERG, 1997; ROUBENOFF, 2003b).

Existem muitos fatores internos e externos que contribuem para o desenvolvimento da sarcopenia. Os fatores internos mais importantes são influenciados por reduções dos hormônios anabólicos (testosterona, estrogênios, GH e IGF-1), aumento de citocinas pró-inflamatórias (TNF- $\alpha$  e IL-6), estresse oxidativo pelo acúmulo de radicais livres e diminuição dos motoneurônios  $\alpha$  (BURINI; MAESTÁ, 2012; ORSATTI et al., 2012). Os fatores externos são a deficiência de ingestão energética e proteica e reduções da atividade física (BURINI; MAESTÁ, 2012; JOSEPH et al., 2005). Estes fatores levam a redução do tamanho e número das fibras musculares principalmente do tipo 2, desarranjo miofibrilar e linhas Z e diminuição do número de unidades motoras, resultado em diminuição da massa, força e potência musculares (KAMEL, 2003).

#### 1.4 PREVALÊNCIA E CUSTO DA BAIXA MASSA MUSCULAR

Um parâmetro comum para avaliar a quantidade de massa muscular é o Índice de Massa Muscular (IMM), definido como músculo esquelético total ou apendicular (kg) dividido pela altura<sup>2</sup> (m) (BURINI; MAESTÁ, 2012). Os indivíduos são considerados com baixa massa muscular quando o IMM apendicular for abaixo de dois desvios padrão da média do sexo específico da população jovem, estimado em 7,26 kg/m<sup>2</sup> e 5,45 kg/m<sup>2</sup> em homens e mulheres, respectivamente. O músculo esquelético apendicular é geralmente obtido pelo *dual energy X-ray absorptiometry* (DEXA). No entanto, no contexto populacional, a avaliação pelo DEXA torna-se inviável pelo custo e tempo elevados da avaliação. Com esse propósito, métodos duplamente indiretos, tais como antropometria e bioimpedância, têm sido usados (BAUMGARTNER et al., 1998; BURINI; MAESTÁ, 2012; JANSSEN et al., 2000).

Considerando a variabilidade existente entre os estudos, a prevalência de sarcopenia é aproximadamente 20% nas pessoas com idade superior a 60 anos (FIELDING et al., 2011). Provavelmente, essas estimativas são subestimadas, pois a participação de idosos debilitados e institucionalizados é limitada (MELTON et al., 2000).

As consequências da sarcopenia devem ser consideradas um aspecto importante no cenário da saúde pública (BURINI; MAESTÁ, 2012). A inabilidade física é a maior causa de utilização de atendimento domiciliar e hospitalização em idosos nos Estados Unidos, com custo aproximado de 50 bilhões de dólares no ano de 2001 (MORLEY et al., 2001). No estado de São Paulo, Brasil, analisando as mortes e internações hospitalares de pessoas com 60 anos ou mais, por causas externas, realizadas pelo Sistema Público de Saúde, ocorridas de 2005 a 2007, as quedas alcançaram a primeira posição em morte para idosos com 1.328 casos,

representando 31,8% do total, sendo as mulheres de 70 anos ou mais as mais afetadas (SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DE SÃO PAULO, 2010). O custo médio das hospitalizações por lesões relacionadas a quedas para pessoas com mais de 65 anos variam de US\$6.646 na Irlanda a US\$17.483 nos Estados Unidos (NURMI; LUTHJE, 2002; ROUDSARI et al., 2005) e projeções estimam que esse custo deva aumentar para US\$ 240 bilhões até 2040 (CUMMINGS; RUBIN; BLACK, 1990).

Isoladamente, a sarcopenia gera um custo de 18 bilhões de dólares por ano nos Estados Unidos. Cada indivíduo sarcopênico custa aos cofres públicos dos Estados Unidos aproximadamente 1.000 dólares (JANSSEN et al., 2004).

### 1.5 CLASSIFICAÇÕES DA SARCOPENIA

Recentemente, o Grupo de Trabalho Europeu sobre Sarcopenia em Idosos (EWGSOP), representando quatro organizações: *European Geriatric Medicine Society, the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism, the International Association of Gerontology and Geriatrics—European Region and the International Association of Nutrition and Aging*, sugeriram uma definição clínica prática e critérios de diagnósticos para sarcopenia relacionada à idade. O EWGSOP recomenda usar a presença tanto da baixa massa muscular quanto da baixa função muscular (força ou desempenho) para o diagnóstico da sarcopenia. (CRUZ-JENTOFT et al., 2010a).

Tabela 1 - Conceitos dos Estágios da Sarcopenia segundo EWGSOP

Estágio	Massa Muscular	Força Muscular	Desempenho
<b>Pré-Sarcopenia</b>	↓		
<b>Sarcopenia</b>	↓	↓	ou ↓
<b>Sarcopenia Severa</b>	↓	↓	↓

As classificações da sarcopenia estão baseadas na combinação dos itens abaixo:

- Baixa massa muscular, percentual de massa muscular  $\geq$  dois desvios padrões abaixo da média mensurados em adultos jovens do mesmo gênero e etnia;
- Baixa força muscular, prensão manual  $< 20$  kg para mulheres;
- Baixo desempenho muscular, velocidade de caminhada  $< 0,8$  m/s no teste de 4 m de caminhada ou somatório do teste de curta bateria de desempenho  $\leq$  seis.

São classificados enquanto ao estágio da sarcopenia: Pé-sarcopenia apenas o item “a”, sarcopenia os itens “a” e “b” ou “c” e sarcopenia severa todos os itens (CRUZ-JENTOFT et al., 2010a).

## 1.6 INTERVENÇÃO

A diversidade endócrina (PEDERSEN, 2013), mecânica e metabólica dos tipos de fibras permite ao músculo esquelético realizar uma variedade de demandas funcionais (CAMPOS et al., 2002; SPIERING et al., 2008). Além disso, a alta plasticidade do músculo permite alterar suas características estruturais e funcionais em consequência de estímulos metabólicos (ex. hipóxia, cálcio, adenosina monofosfato e estresse térmico), hormonais (ex. IGF-1 e miocinas), nutricionais (ex. fornecimento de substrato) e/ou mecânicos (ex. tensão) (FLUCK; HOPPELER, 2003; PEDERSEN, 2013; PETTE; STARON, 2001). Neste contexto, o treinamento contrarresistência (TR) é um potente estímulo capaz de promover a hipertrofia mediante a maior taxa de síntese protéica muscular, que promove um acréscimo de novos miofilamentos contráteis (proteínas mio fibrilares) às fibras já existentes (BICKEL et al., 2005) e ativação, proliferação e diferenciação das células satélites (células progenitoras do músculo), que fornecem mionúcleos para a regeneração da microlesão muscular, contribuindo para a hipertrofia compensatória da miofibra (CHARGÉ; RUDNICK, 2004; HAWKE; GARRY, 2001).

O TR é uma importante intervenção para aumentar a massa e força musculares em mulheres na PM (MAESTA et al., 2007; ORSATTI et al., 2008). A utilização do protocolo de TR recomendados pelo *American College Sport Medicine* (ACSM), com frequência de duas a três vezes na semana, três séries de 8-12 repetições com carga entre 60-80% de uma repetição máxima (1-RM) e oito a 10 exercícios (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009) por 16 semanas, é efetiva para aumentar a massa muscular em, aproximadamente, 10% e a força muscular entre 9% a 40% em mulheres na PM (MAESTA et al., 2007; ORSATTI et al., 2008). No entanto, este protocolo de TR apresenta efeitos modestos sobre a redução da gordura corporal e abdominal nessas mulheres (MAESTA et al., 2007; ORSATTI et al., 2008; ORSATTI et al., 2010). Este mesmo TR apenas atenua o ganho de gordura total e localizada no tronco em mulheres na PM após nove meses de intervenção (ORSATTI et al., 2010). Porém, outros estudos utilizando esse mesmo protocolo de TR mostraram redução (MAESTA et al., 2007) ou não alteração (ORSATTI et al., 2008; ORSATTI et al., 2014) da gordura total ou abdominal em mulheres na PM. Portanto, há uma

variabilidade na resposta de mudança na gordura corporal em virtude do TR em mulheres na PM. Interessantemente, parece existir associação entre variabilidade na resposta da gordura e a resposta hipertrófica após o TR em mulheres na PM. O aumento na gordura, principalmente abdominal, está associado ao aumento de marcadores inflamatórios, que induz o catabolismo muscular, impedindo o ganho de massa muscular durante o TR (ORSATTI et al., 2012). Assim, atenuar o ganho ou reduzir a gordura corporal durante o TR parece ser um fator essencial para proporcionar aumento da massa muscular em mulheres na PM (ORSATTI et al., 2012). Além disso, a manutenção e redução da gordura corporal podem trazer outros benefícios além do aumento da massa muscular, pois o excesso de gordura corporal, principalmente abdominal, contribui para o desenvolvimento da resistência insulínica, DM-2 e dislipidemias, importantes fatores de risco para doença cardiovascular, principal causa de mortalidade em mulheres na PM (MOSCA et al., 2007; ORSATTI et al., 2010; PETRI NAHAS et al., 2009).

A redução da gordura corporal não resulta apenas do comer em moderação, mas sim no desequilíbrio aritmético entre a ingestão e o gasto de energia. Assim, aumentar o gasto de energia pela atividade física é uma estratégia eficiente para perder gordura corporal (DONNELLY et al., 2009). Porém, o programa de TR convencional, duas vezes por semana (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; CHODZKO-ZAJKO et al., 2009), possui gasto energético relativamente baixo (PHILLIPS; ZIURAITIS, 2004), podendo não proporcionar benefícios metabólicos (DONNELLY et al., 2009), tais como alteração na gordura corporal em mulheres na PM (MAESTA et al., 2007; ORSATTI et al., 2008; ORSATTI et al., 2010; ORSATTI et al., 2012). Embora o TR possa aumentar o consumo de oxigênio pós-exercício e aumentar o gasto energético total (DONNELLY et al., 2009), o protocolo de TR tradicional não tem proporcionado benefícios claros sobre a redução da gordura corporal em mulheres na PM (MAESTA et al., 2007; ORSATTI et al., 2008; ORSATTI et al., 2010; ORSATTI et al., 2014). Assim, uma estratégia para aumentar o gasto energético do TR é aumentar o volume (quantidade de exercício). Recentemente, ORSATTI et al., (2014) mostraram que o TR realizado três vezes por semana, comparados à uma e duas vezes na semana, impediu o aumento da glicose de jejum e proteína c reativa (CRP) em mulheres na PM com excesso de peso (ORSATTI et al., 2014). Assim, parece que aumentar o volume do TR e conseqüentemente o gasto de energia na semana proporciona benefícios metabólicos e inflamatórios moderados para estas mulheres. No entanto, no mesmo estudo, a



realização de três dias na semana de TR convencional não foi suficiente para reduzir os valores basais (comparados aos valores pré) dos indicadores metabólicos (glicemia, lipídios e inflamatório) e da gordura corporal. Portanto, manter somente a frequência de três vezes por semana de TR convencional parece não ser suficiente para encontrar o gasto energético ideal (PHILLIPS; ZIURAITIS, 2004) para induzir a redução na gordura corporal (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; DONNELLY et al., 2009; GARBER et al., 2011) e/ou de indicadores metabólicos relacionados de doenças crônicas (MAESTA et al., 2007; ORSATTI et al., 2008; ORSATTI et al., 2010). Como o TR proporciona dano muscular, denominado microtraumas adaptativos, há a necessidade de um intervalo de descanso (mínimo de 48h) entre os dias da semana para proporcionar uma recuperação adequada (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Assim, uma alternativa para aumentar o gasto energético semanal, e consequentemente proporcionar melhora na gordura corporal e nos indicadores metabólicos em mulheres na PM, sem diminuir o tempo de descanso entre as sessões de treinamento, seria aumentar o número de séries realizadas por exercício no dia do TR.

## 1.7 OBJETIVOS

### 1.7.1 Objetivo Geral

Verificar o efeito do volume do TR sobre a composição corporal, desempenho físico e parâmetros bioquímicos, hormonais e inflamatórios em mulheres na PM pré-sarcopênicas.

### 1.7.2 Objetivos Específicos

- a) Verificar o efeito do volume de TR sobre a massa corporal magra (MCM), percentual de gordura (G%), massa corporal gorda (MCG), circunferência da cintura (CC) e razão circunferência cintura quadril (RCQ);
- b) Verificar o efeito do volume de TR sobre a força muscular e teste de uma milha;
- c) Verificar o efeito do volume de TR sobre a glicemia, lipídios, hemoglobina glicada (HbA1c), modelo de avaliação homeostático da resistência insulínica (HOMA-IR), aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), CRP, ácido úrico e ureia;
- d) Verificar o efeito do volume de TR sobre a adrenalina, noradrenalina, insulina, IGF-1, DHEAS, cortisol, testosterona total e razão testosterona: cortisol (T:C).
- e) Verificar o efeito do volume de TR sobre as citocinas: IL-1, IL-6 e TNF- $\alpha$ .

## 2 MÉTODOS

## 2.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

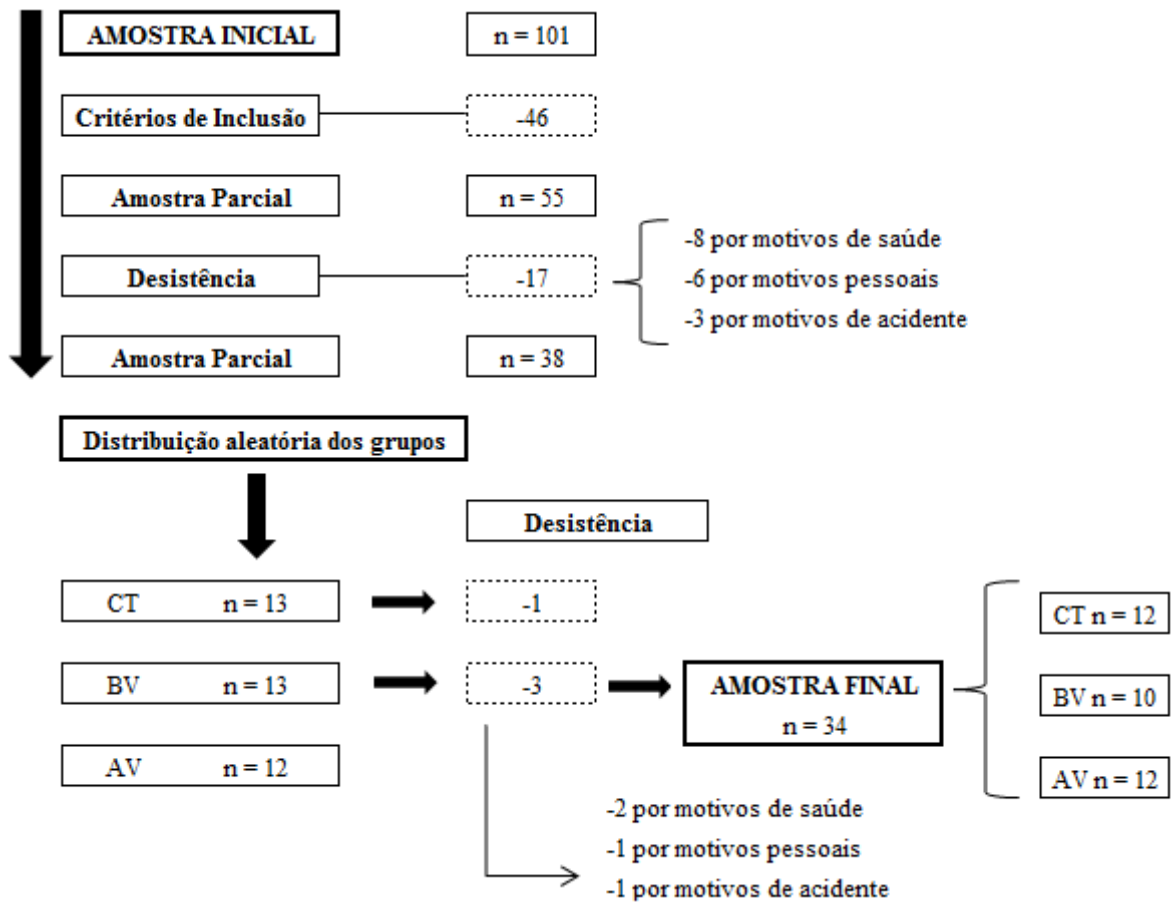


Figura 1 – Fluxograma da seleção da amostra  
CT - controle, BV - baixo volume, AV - alto volume.

O estudo clínico, randomizado e controlado foi concluído com 34, das 101 mulheres da Associação de Moradores do Bairro Tutunas de Uberaba, Minas Gerais, que se interessaram em participar do estudo (Figura 1). Todas as mulheres foram pós-menopausadas, pela ausência de menstruação por no mínimo um ano, com boa saúde geral aparente, com idade superior a 50 anos e sedentárias. O critério de inclusão constituiu: não uso de terapia hormonal; pressão arterial e glicemia controlada; ausência histórica de miopatias, artropatias, neuropatias, desordem músculo-tendínea-esquelética, tromboembólica e gastrointestinais; doenças cardiovasculares e infecciosas; alcoolismo e tabagismo. As mulheres selecionadas foram esclarecidas quanto aos objetivos e procedimentos que seriam submetidas. Concordando com os procedimentos, as mulheres assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, exigência da resolução nº 196/outubro/1996 do Conselho Nacional de Saúde, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro sob o número 1685.

No início do estudo foi realizada entrevista com questionários para avaliação dos hábitos saudáveis, comportamento, histórico de doenças e uso de medicamentos, hábitos nutricionais e atividades físicas. As avaliações de desempenho físico (preensão manual e curta bateria de desempenho físico, testes de força máxima e cardiorrespiratório), medidas antropométricas (circunferências da cintura, quadril e dobras cutâneas), laboratorial (bioquímicas, hormonais e inflamatórias) e nutricional (registro alimentar de três dias) foram realizadas nos momentos inicial e final (16 semanas) do estudo, exceto para desempenho físico e medidas antropométricas que foram avaliadas também entre os momentos (na oitava semana). As avaliações finais do estudo foram realizadas 72 horas após a última sessão de treinamento com o intuito de evitar o efeito residual da última sessão de exercício sobre os parâmetros avaliados.

Após a avaliação inicial, as mulheres foram aleatoriamente separadas nos seguintes grupos: 13 mulheres no grupo controle (CT), 13 no grupo baixo volume (BV) e 12 no alto volume (AV). Porém, quatro mulheres deixaram o estudo por problemas de saúde, pessoais e acidente, configurando 34 mulheres ao final do estudo da seguinte maneira: CT com n=12, BV com n=10 e AV com n=12. O grupo CT não realizou qualquer tipo de exercício, somente atividades de alongamento duas vezes por semana. O grupo BV realizou oito exercícios contrarresistência com volume de três séries de 8-12 repetições a 70% de 1-RM por 16 semanas. O grupo AV realizou o mesmo protocolo do grupo BV, exceto pelo volume que foi seis séries.

Foram identificadas 23 mulheres medicadas no estudo. Cinco usavam hipoglicemiantes (duas no grupo controle e BV, e uma no grupo AV), sete usavam medicamentos para redução dos lipídios (quatro no controle, duas no BV e uma no AV), quatro usavam anti-inflamatórios (uma no controle, duas no BV e uma no AV) e 19 usavam medicamentos para redução da pressão arterial (sete no controle e seis no BV e AV). Estes dados foram inseridos na planilha e utilizados para controle estatísticos (ANCOVA).

O estudo foi conduzido no Ginásio Poliesportivo da Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

## 2.2 ANAMNESE E INVESTIGAÇÃO DOS HÁBITOS ALIMENTARES

Preliminarmente, todos os participantes do estudo realizaram a anamnese para obtenção dos seguintes dados: idade, situação laboral, indicadores de saúde e relatos de doenças atuais e pregressas, atividade física, tempo de menopausa, hábito alimentares.

Todos os participantes preencheram registro alimentar de três dias, sendo dois no meio e um no final da semana (CINTRA et al., 1997). Foi reconhecido consumo alimentar e a quantificação de energia e macronutrientes (proteína, gorduras e carboidratos). Os dados foram corrigidos pelo peso corporal para diminuir a diferença interindividuais. Estes dados foram calculados por uma nutricionista por meio de programa de nutrição “Dietpro” versão 5i.

### 2.3 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA E DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Para mensuração da massa corporal foi utilizada balança antropométrica tipo plataforma digital (Lider<sup>®</sup>, Brasil), capacidade até 300 kg, com precisão de 0,05 kg, com o indivíduo descalço e com mínimo de roupa. A estatura foi determinada por estadiômetro acoplado a balança com precisão de 0,5 cm. Após a avaliação desses componentes antropométricos foi calculado o índice de massa corporal ( $IMC = \text{massa corporal (kg)} / \text{estatura}^2 (\text{m}^2)$ )

As circunferências da cintura (CC) e do quadril (CQ) foram mensuradas com fita milimétrica inextensível e inelástica, com precisão de 0,5 cm. A medida da CC foi realizada no ponto médio entre o último arco intercostal e a crista ilíaca (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1981). O valor de referência para a CC foi estabelecido como alterado para valores acima de 80 cm (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003). A CQ foi realizada na máxima protuberância da nádega (BAUMGARTNER et al., 1998).

As dobras cutâneas (DC) foram avaliadas com adipômetro da marca Lange<sup>®</sup>, no lado direito do corpo, realizadas em quatro locais (bicipital, tricipital, subescapular e supra-ilíaca). Foram realizadas três medidas em cada dobra e adotando-se a média. Todas as padronizações seguiram as normas descritas por Queiroga (QUEIROGA, 2005).

O somatório das dobras (mm) foi interpretado através da equação de Durnin e Womersley (1974) para estimar a densidade corporal (DC) das mulheres.

$$DC = 1,1567 - 0,0717 \times \log (\text{bicipital} + \text{tricipital} + \text{subescapular} + \text{supra-ilíaca})$$

Para a estimativa do G% foi utilizada a equação de Ortiz et al., 1992.

$$G\% = (501/DC) - 457$$

Para a estimativa da massa muscular do esqueleto apendicular (MMEA) foi utilizada a equação proposta por Baumgartner para determinar a pré-sarcopenia (BAUMGARTNER et al., 1998).

$$\text{MMEA} = 0,2487 (\text{peso (kg)}) + (0,0483 \times (\text{estatura (m)})) - (0,1584 \times (\text{CQ (cm)})) + (0,0732 \times (\text{FPM (kg)})) + 5,8828$$

#### 2.4 PRÉ-SARCOPENIA PELA ANTROPOMETRIA

A partir do resultado da MMEA, as mulheres foram avaliadas quanto à massa muscular, pelo IMM (BAUMGARTNER et al., 1998). Para a função muscular, as mulheres foram avaliadas no teste de preensão manual por dinamômetro, velocidade da marcha em quatro metros e curta bateria de testes físicos (CRUZ-JENTOFT et al., 2010a). Foram consideradas pré-sarcopênicas as mulheres que apresentaram valores inferiores  $5,45 \text{ kg/m}^2$  de IMM, valores de preensão  $> 20 \text{ kg}$ , velocidade de caminhada  $> 0,8 \text{ m/s}$  no teste de 4 m e somatório da bateria de teste físico  $> 6$  (BAUMGARTNER et al., 1998; CRUZ-JENTOFT et al., 2010a; GURALNIK et al., 1994).

#### 2.5 TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA (1-RM)

O teste de 1- RM foi realizado para avaliar força máxima em cada exercício. Antes do teste de 1-RM as mulheres foram submetidas a uma semana de aprendizado dos movimentos nos exercícios contrarresistência (musculação). Durante este período, as mulheres realizaram o TR com cargas baixas e subjetivas e intervalo de recuperação entre as séries de 60 a 90 segundos. Após este período, as mulheres participaram de três sessões, em dias alternados, com o intuito de familiarização do teste de 1-RM e identificar cargas subjetivas. Na semana seguinte, as mulheres realizaram o teste de 1-RM. No dia do teste foi estipulada para o aquecimento de cinco a 10 repetições com carga subjetiva entre 40 a 60% de 1-RM e 1 minuto de descanso. Em seguida, a carga subjetiva foi aumentada para 60 a 80% de 1-RM e solicitado às mulheres a realização de três a cinco repetições. Após este procedimento, a carga foi aumentada consideravelmente e realizada a primeira tentativa de 1-RM. Se a voluntária fosse capaz de realizar duas repetições ou incapaz de realizar uma repetição a carga era ajustada (aumentado ou diminuindo, respectivamente) e uma nova tentativa era solicitada após 3 a 5 minutos de descanso. Foram realizadas no máximo de três a cinco tentativas para determinar a carga máxima (DWYER GB, 2005). A carga máxima foi determinada como sendo a última tentativa executada com sucesso. O teste de 1-RM foi realizado em todos os exercícios e os indivíduos foram orientados a evitar a apneia durante o teste.

## 2.6 TESTE DE UMA MILHA DE ROCKSPOT

As voluntárias foram orientadas a caminhar a distância de uma milha no menor tempo possível. O teste original (DWYER GB, 2005) recomenda a mensuração da frequência cardíaca no final do teste para cálculo da capacidade cardiorrespiratória. No entanto, algumas voluntárias faziam uso de betabloqueadores que, conseqüentemente, afetaria o resultado final. Portanto, para determinar o desempenho das mulheres no teste de caminhada foi utilizado somente o tempo.

## 2.7 PROCESSAMENTO E ANÁLISES DAS AMOSTRAS SANGUÍNEAS

As amostras sanguíneas foram colhidas por profissional qualificado, às oito horas da manhã, após 12 horas de jejum, sendo as últimas amostras (pós) colhidas após 48 horas a última sessão de TR.

A punção venosa foi realizada em sistema fechado a vácuo (Vacutainer®, England), na fossa antecubital, obtendo-se 16 ml de sangue, diretamente em tubo seco com gel separador de soro e tubo com EDTA (anticoagulante) para o plasma, dividido em quatro amostras. Ao final de cada coleta, o sangue foi centrifugado por 10 minutos (3.000 rpm) e o soro e plasma separado. Uma parte foi encaminhada para análise bioquímica imediata e outra armazenada a -20°C. As avaliações bioquímicas, hormonais e inflamatórias foram realizadas no Hospital Escola e Laboratório de Pesquisa em Biologia do Exercício (BioEx) ambos da Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

Os bioquímicos (entre parênteses, valores de referência do KIT): glicemia (60 a 99 mg/dL), colesterol (< 200 mg/dL), HDL-colesterol (> 35 mg/dL), VLDL-colesterol (< 40 mg/dL), triglicerídeos (< 150 mg/dL), HbA1c (4,8 a 5,9 %), AST (até 32 U/L), ALT (até 33 U/L), CRP (< 0,5 mg/dL), ácido úrico (< 5,7 mg/dL), ureia (< 50 mg/dL), ferritina (10 a 280 ng/mL), creatinina (0,4 a 1,4 mg/dL) e os hormônios TSH (0,27 a 4,2 mUI/L), T4 (0,93 a 1,7 ng/mL), insulina (2,6 a 24,9 mU/mL), DHEAS (18,9 a 205 µg/dL), E<sub>2</sub> (até 54,7 pg/mL) e FSH (25,8 a 134,8 mUI/mL) foram avaliados pelo cassete de reação da Roche® (USA) específico para cada marcador biológico através de métodos automatizados no aparelho Cobas 6000.

Os demais hormônios (entre parênteses, valores de referência do KIT): adrenalina (< 100 pg/mL), cortisol (50 a 230 ng/mL), IGF-1 (150 a 350 ng/mL), noradrenalina (< 600 pg/mL), testosterona (0,2 a 1,2 ng/mL) e citocinas IL-1 (0 a 5 pg/mL), IL-6 (0 a 50 pg/mL) e TNF-α (< 15 pg/mL) foram avaliados pelos KITS da DRG® (DRG International, USA) e R&D Systems® (Minneapolis, USA) em aparelho *Readwell Touch* (Robonik®, Índia).

Os valores de referência do KIT das citocinas IL-1 e TNF-  $\alpha$  foram abaixo da média dos valores encontrados para a literatura que variam de 0 a 5 pg/mL (NARBUTT et al., 2005) e < 15 pg/mL (YOM et al., 2003) respectivamente. As amostras utilizadas para estimar o valor de referência do KIT representavam uma população jovem saudável, por isso adotamos os valores da literatura que representam uma população mais próxima do nosso estudo.

#### 2.8 MÉTODO COLORIMÉTRICO AUTOMATIZADO - ÁCIDO ÚRICO, UREIA, GLICOSE, FERRITINA, HEMOGLOBINA GLICADA, PROTEÍNA C REATIVA

Método de análise quantitativa que se baseia na comparação da cor produzida por uma reação química com uma cor padrão. De acordo com a intensidade da cor produzida, infere-se a concentração do determinado analito (substância que se quer analisar).

#### 2.9 MÉTODO CINÉTICO – ASPARTATO AMINOTRANSFERASE, ALANINA AMINOTRANSFERASE, PARÂMETRO LIPÍDICO E CREATININA.

Geralmente utilizado em reações em que o analito é uma enzima. A atividade da enzima é analisada por meio da reação dela com um composto químico denominado substrato. Essa reação gera um produto. Em geral, a reação é acoplada a uma reação colorimétrica: à medida que a conversão enzimática se processa e o produto é gerado, há mudança de cor.

#### 2.10 MÉTODO ELETROQUIMIOLUMINESCENCIA – HORMÔNIO ESTIMULADOR DA TIREOIDE, TIROXINA, INSULINA, SULFATO DE DEIDROEPIANDROSTERONA, ESTRADIOL, FOLÍCULO ESTIMULANTE

Utiliza a emissão de luz através da aplicação de potenciais de oxidação ou redução a um eletrodo imerso em soluções que emitem radiação. A mistura é fixada magneticamente na superfície do eletrodo e o que não se fixar é removido. Por fim, há uma aplicação de corrente elétrica no eletrodo que induz uma emissão quimioluminescente, medida por um fotomultiplicador.

#### 2.11 MÉTODO ELISA (IMUNOENSAIO ENZIMÁTICO) – HORMÔNIO ADRENALINA, CORTISOL, FATOR DE CRESCIMENTO SEMELHANTE AO DA INSULINA, NORADRENALINA, TESTOSTERONA E CITOCINAS INTERLEUCINA 1, 6 E FATOR DE NECROSE TUMORAL-ALPHA

Consiste num anticorpo conjugado a uma enzima capaz de modificar um cromógeno, através da reação com seu substrato específico, gerando colorações diferentes de acordo com o cromógeno.

## 2.12 RESISTÊNCIA INSULÍNICA

Foi utilizado o HOMA-IR como indicador de resistência insulínica com o valor de referência maior que 2,7 (GELONEZE et al., 2006).

$HOMA-IR = \text{Insulina um/ml} \times (\text{glicemia mg/dl} \times 0,05551) / 22,5$  (LEVY; MATTHEWS; HERMANS, 1998; MATTHEWS et al., 1985).

## 2.13 NÃO HDL-COLESTEROL

Foi calculado a partir da fórmula abaixo (valor de referência < 160 mg/dL):

Não HDL-colesterol = Colesterol total – HDL-colesterol (VIRANI, 2011).

## 2.14 LDL-COLESTEROL

A fórmula abaixo foi empregada para detectar o LDL-colesterol (valor de referência < 130 mg/dL)

$LDL\text{-colesterol} = \text{Colesterol total} - \text{HDL-colesterol} - \text{TG}/5$  (FRIEDEWALD; LEVY; FREDRICKSON, 1972).

## 2.15 PROTOCOLO DE TREINAMENTO CONTRARRESISTÊNCIA

O protocolo de TR foi aplicado por professor de Educação Física, durante 16 semanas. O protocolo seguiu as recomendações do *American College of Sports Medicine* e teve como objetivo a hipertrofia muscular (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Ambos os grupos (AV e BV) treinaram com frequência de três dias semana, intervalo entre as sessões de no mínimo 48 horas e exercícios dinâmicos para membros superiores e inferiores para o corpo todo. Foram realizados oito exercícios: agachamento guiado, mesa flexora, cadeira extensora, supino barra livre, remada máquina, *pull down*, tríceps *pulley*, rosca direta com barra. Foi utilizada carga a 70% de 1-RM para ambos os grupos, mas volumes diferenciados. O grupo BV realizou três séries de oito a 12 repetições, enquanto o grupo AV utilizou seis séries para o mesmo número de repetições e carga. Foi estipulado intervalo de recuperação entre as séries e exercícios de 60 a 90 segundos. O grupo AV realizou volume progressivo, iniciando com três séries na primeira semana e aumentando uma série por semana até atingir seis séries para todos os exercícios. A respiração foi controlada de forma que as mulheres expiraram durante a ação concêntrica e inspiraram na ação excêntrica do exercício, com o intuito de evitar apneia. Durante as sessões de treinamento os indivíduos foram orientados a realizar a ação excêntrica em um segundo e a ação concêntrica em um segundo.



## 2.16 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados são apresentados em média e intervalo de confiança de 95%. Utilizou-se a ANOVA *one way* e *post-hoc Student-Newman-Keuls* ou *Kruskal-Wallis* e *post-hoc* de *rank* para comparação entre os grupos de todas variáveis do momento inicial e  $\Delta$  ( $\Delta$  = variação entre os momentos) e  $\Delta$  percentuais ( $\Delta\%$ ), exceto para os  $\Delta$  e  $\Delta\%$  das variáveis sanguíneas. Os  $\Delta$ s das variáveis sanguíneas foram comparados utilizando ANCOVA com covariância para os medicamentos utilizados (classificados como zero e um, representando a não utilização ou utilização, respectivamente). Para comparação da quantidade de medicamentos entre os grupos foi utilizado o teste Chi-Quadrado. O nível de significância foi estabelecido em  $p \leq 0,05$ .

## 3 RESULTADOS

Referente ao parâmetro demográfico, as mulheres encontravam-se no final da vida adulta e com elevado tempo de pós-menopausa. O tempo da menopausa foi maior para grupo BV em relação ao AV (Tabela 2).

Inicialmente, os grupos estudados foram classificados, em média, como hiperlipidêmicas, com excesso de peso e gordura corporal, circunferência da cintura acima do recomendado e baixa massa muscular apendicular (Tabela 2). Os grupos não mostraram valores alterados para insulina e glicose, porém, os grupos foram limítrofes para HbA1c e alterados para o HOMA-IR nos grupos CT e BV, mas sem diferença entre todos os grupos. A comparação no momento inicial do estudo mostrou diferença entre os grupos para os parâmetros bioquímicos. Os valores de ácido úrico foram superiores para BV e AV comparados ao grupo CT. A creatinina foi superior no grupo BV comparado ao grupo CT. O colesterol total e LDL-colesterol mostraram valores superiores no grupo AV comparado ao CT. O Não HDL-colesterol foi superior no grupo AV comparado ao BV e CT (Tabela 2). Os demais valores do parâmetro bioquímico, hormonal, inflamatório e físico não mostram diferença entre os grupos (Tabelas 2, 3 e 4).

Tabela 2 - Características iniciais demográficas, composição corporal e bioquímicas das voluntárias

	CT	BV	AV	P
	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	
<i>Parâmetro</i>				
<i>Demográfico:</i>				
Idade (anos)	59,0 (55,4 a 62,5)	64,2 (58,4 a 69,9)	59,7 (55,9 a 63,5)	0,159
TM (anos)	12,5 (8,7 a 16,3)	19,7 (11,2 a 28,1)* #	9,4 (6,2 a 12,6)	0,015

**Composição Corporal:**

IMC (kg/m <sup>2</sup> )	30,7 (27,2 a 34,2)	27,4 (24,3 a 30,5)	28,5 (25,3 a 31,7)	0,306
IMM (kg/m <sup>2</sup> )	3,9 (3,4 a 4,4)	3,4 (3 a 3,8)	3,6 (3,1 a 4,2)	0,369
MCM (kg)	45,6 (40,9 a 50,2)	40,5 (37,3 a 43,6)	41,2 (37,2 a 45,2)	0,121
MCG (kg)	28,4 2 (3,5 a 33,3)	23,6 (19,2 a 28)	25,4 (20,6 a 30,2)	0,292
G%	37,9 (35,6 a 40,3)	36,2 (32,8 a 39,6)	37,6 (34,9 a 40,2)	0,779
CC (cm)	94,3 (86,2 a 102,3)	87,7 (79,5 a 95,9)	87,4 (81,2 a 93,6)	0,388
RCQ	0,8 (0,8 a 0,9)	0,9 (0,8 a 0,9)	0,8 (0,8 a 0,9)	0,875

**Parâmetro Bioquímico:**

AC (mg/dL)	4,0 (3,5 a 4,4)	5,1 (4,2 a 6,1)*	4,8 (4,4 a 5,2)*	0,018
Ureia (mg/dL)	31,8 (27,3 a 36,3)	29,9 (26,6 a 33,1)	27,2 (23,6 a 30,8)	0,182
Creatinina (mg/dL)	0,7 (0,6 a 0,7)	0,8 (0,7 a 0,9)*	0,7 (0,7 a 0,8)	0,045
AST U/L	17,3 (14,8 a 19,8)	23,5 (16,2 a 30,7)	17,2 (14,5 a 19,8)	0,153
ALT U/L	19 (13,7 a 24,4)	24,9 (13,9 a 35,9)	18,6 (14,2 a 22,9)	0,626
Ferritina (ng/mL)	174 (130,8 a 217,3)	131,8 (88 a 175,5)	164,5 (105,9 a 223)	0,344
Glicose (mg/dL)	96,2 (89 a 103,3)	96,3 (77,8 a 114,9)	90,9 (82,9 a 98,9)	0,689
HOMA-IR	3,1 (1,6 a 4,6)	2,8 (1,5 a 4,1)	2,4 (1,3 a 3,4)	0,559
HbA1c %	6 (5,6 a 6,4)	6 (5,6 a 6,4)	5,9 (5,7 a 6,1)	0,763
Colesterol (mg/dL)	213,4 (195,4 a 231,5)	236,1 (198,6 a 273,6)	247,4 (228,4 a 266,4)	0,094
HDL-colesterol (mg/dL)	58 (52,5 a 63,6)	72 (53,3 a 90,6)	57,2 (50,5 a 63,9)	0,385
LDL-colesterol (mg/dL)	129,3 (112,9 a 145,7)	134 (104,1 a 164)	161,7 (141,6 a 181,8)*	0,051
VLDL-colesterol (mg/dL)	26 (18,4 a 33,6)	25,8 (15,4 a 36,2)	28,4 (17,9 a 38,8)	0,768
Não HDL-colesterol (mg/dL)	155,3 (137 a 173,7)	164,1 (123,6 a 204,7)#	190,1 (170,9 a 209,4)*	0,017
TG (mg/dL)	130,1 (92 a 168,2)	150,5 (59,3 a 241,6)	142 (89,8 a 194,1)	0,791

CT - controle, BV - baixo volume, AV - alto volume, IC 95% - intervalo de confiança. TM - tempo de menopausa, IMC - índice de massa corporal, IMM - índice de massa muscular, MCM - massa corporal magra, MCG - massa corporal gorda, G% - percentual de gordura, CC - circunferência da cintura, RCQ - razão cintura/quadril, AC - ácido úrico, AST - aspartato aminotransferase, ALT - alanina aminotransferase, HOMA-IR - modelo de avaliação homeostático da resistência insulínica, HbA1c % - hemoglobina glicada, HDL-colesterol - lipoproteína de densidade alta, LDL-colesterol - lipoproteína de densidade baixa, VLDL-colesterol - lipoproteína de densidade muito baixa, TG - triglicérido. \* Diferença significativa do CT,  $p \leq 0,05$ . # Diferença significativa do AV,  $p \leq 0,05$ .

Tabela 3 - Características iniciais hormonais e inflamatórias das voluntárias

	CT	BV	AV	P
	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	
<b>Parâmetro Hormonal:</b>				
TSH (mUI/L)	2,9 (1,9 a 4)	2,1 (1,4 a 2,9)	3,3 (1,7 a 4,9)	0,437
T4 (ng/dL)	1,1 (1,1 a 1,2)	1,1 (1 a 1,2)	1,1 (1 a 1,2)	0,912
FSH (mUI/mL)	66,34 (50 a 82,5)	91,3 (65,2 a 117,3)	77,7 (58,7 a 96,7)	0,179
E2 (pg/mL)	9,5 (4,8 a 14,2)	6,8 (4 a 9,5)	8,7 (5,5 a 12)	0,516
Adrenalina (ng/mL)	0,4 (0,3 a 0,6)	0,5 (0,4 a 0,6)	0,3 (0,2 a 0,4)	0,100
Noradrenalina (ng/mL)	3,0 (2,6 a 3,4)	3,2 (2,7 a 3,7)	3,3 (2,9 a 3,6)	0,503
Cortisol (ng/mL)	141,8 (91,9 a 191,7)	151,7 (103 a 200,5)	163,1 (123,1 a 203,2)	0,483

DHEAS ( $\mu\text{g/dL}$ )	53,7 (35,5 a 71,9)	35,7 (25,9 a 45,4)	69,2 (39,7 a 98,7)	0,105
IGF-1 (ng/mL)	138,3 (104,1 a 172,4)	113,8 (85,4 a 142,3)	134,2 (111,2 a 157,2)	0,451
Insulina (mU/mL)	12,5 (7,6 a 17,4)	10,9 (7 a 14,9)	10,3 (6,7 a 14)	0,533
Testosterona (ng/mL)	0,4 (0,1 a 0,7)	0,2 (0,1 a 0,4)	0,4 (0,3 a 0,6)	0,143
T:C x 1000	2,81 (1,8 a 3,82)	2,58 (4,53 a 4,71)	3,51 (2,05 a 4,96)	0,330
<b>Parâmetro Inflamatório:</b>				
IL-1 (pg/mL)	0,8 (0,2 a 1,4)	1 (-0,3 a 2,4)	2 (-1,8 a 5,8)	0,626
IL-6 (pg/mL)	15,647 (-1,8 a 33,1)	13,9 (9,2 a 18,5)	15 (11,6 a 18,3)	0,256
TNF- $\alpha$ (pg/mL)	3,689 (1,8 a 5,5)	4,5 (3,3 a 5,7)	5,2 (3,7 a 6,8)	0,278
CRP (mg/dL)	0,6 (0,01 a 1,1)	0,4 (-0,1 a 0,9)	0,2 (0,09 a 0,4)	0,370

CT - controle, BV - baixo volume, AV - alto volume, IC 95% - intervalo de confiança. TSH - hormônio estimulador da tireoide, T4 - tiroxina, FSH - hormônio folículo estimulante, E2 - estradiol, DHEAS - sulfato de deidroepiandrosterona, IGF-1 - fator de crescimento semelhante ao da insulina, T:C - razão testosterona/cortisol, IL- interleucina, TNF- $\alpha$  - fator de necrose tumoral alpha, CRP - proteína C reativa. \* Diferença significativa do CT,  $p \leq 0,05$ . # Diferença significativa do AV,  $p \leq 0,05$ .

Tabela 4 - Características iniciais do desempenho físico das voluntárias

	CT	BV	AV	P
	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	
<b>Desempenho Físico:</b>				
Agachamento Guiado (kg)	66,1 (55 a 77,1)	68,4 (58,8 a 77,9)	71 (61,5 a 80,5)	0,734
Mesa Flexora (kg)	26 (22,4 a 29,6)	24,6 (19,7 a 29,4)	28,3 (23,5 a 33,1)	0,414
Cadeira Extensora (kg)	65,5 (54,5 a 76,4)	62,6 (53,2 a 72)	59,8 (48 a 71,5)	0,708
Supino Barra Livre (kg)	24,5 (21,9 a 27)	23,5 (19,6 a 27,3)	27,1 (22,9 a 31,2)	0,284
Remada Máquina (kg)	38 (33 a 43)	35,9 (30,4 a 41,3)	38,9 (32,6 a 45,2)	0,782
Pull Down (kg)	31,8 (29,4 a 34,3)	28,5 (24,3 a 32,7)	29,5 (26,1 a 32,9)	0,290
Rosca Direta Barra (kg)	17,1 (15,4 a 18,9)	15,5 (13,9 a 17,1)	17,6 (16 a 19,2)	0,165
Tríceps Pulley (kg)	28,1 (25,5 a 30,7)	25,5 (21,9 a 29,1)	28 (24,1 a 32)	0,430
Tempo uma milha (min)	16,7 (15,5 a 18)	15,8 (15 a 16,6)	15,2 (14,5 a 16)	0,094

CT - controle, BV - baixo volume, AV - alto volume, IC 95% - intervalo de confiança.

A análise do parâmetro alimentar mostrou diferença na ingestão de proteína por quilo de peso no momento inicial do estudo. O grupo BV apresentou valor menor em relação ao grupo AV (Tabela 5). Os demais dados nutricionais do momento inicial e  $\Delta\%$  não apresentaram diferença entre os grupos. Todas as variáveis nutricionais analisadas estavam dentro das recomendações para as mulheres do presente estudo.

Tabela 5 - Características de padrão alimentar das voluntárias antes e após o treinamento contrarresistência

	CT	BV	AV	P
	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	
<b>Parâmetro Alimentar Inicial:</b>				

Energia kcal/kg	22,6 (17,7 a 27,5)	23,4 (19,1 a 27,7)	28,5 (23,1 a 34)	0,102
Carboidratos g/kg	3,4 (2,5 a 4,2)	3,4 (2,7 a 4,2)	3,9 (2,9 a 4,9)	0,577
Lipídios g/kg	0,6 (0,5 a 0,7)	0,6 (0,5 a 0,8)	0,7 (0,5 a 0,9)	0,333
Proteínas g/kg	1,04 (0,7 a 1,2)	0,9 (0,7 a 1,1) #	1,4 (1,1 a 1,6)	0,011
<b><i>Δ% Após TR:</i></b>				
Δ% Energia	-0,8 (-35,8 a 34,1)	4,6 (-16,1 a 25,5)	-7,1 (-8 a 22,2)	0,264
Δ% Carboidratos	-6,6 (-27,8 a 14,4)	6 (-15,9 a 28,1)	27,8 (-17 a 72,8)	0,289
Δ% Lipídios	3,4 (-21,1 a 28)	2,5 (-36,2 a 41,4)	2,3 (-31,9 a 36,6)	0,863
Δ% Proteínas	1,7 (-35 a 38,5)	-3,2 (-23,6 a 17,1)	-6 (-20,7 a 8,6)	0,886

CT - controle, BV - baixo volume, AV - alto volume, IC 95% - intervalo de confiança. Δ% - diferença percentual entre os momentos, TR – treinamento contrarresistência. # Diferença significativa em relação ao grupo AV,  $p \leq 0,05$ .

A quantidade de usuários e as classes de medicamentos estão expressas na tabela 6, e não houve diferença no número de usuários entre os grupos.

Tabela 6 - Características dos Medicamentos dos Grupos

	CT	BV	AV	P
<b>Anti-inflamatório</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	0,629
<b>Metabolismo da Glicose</b>	2	2	1	0,629
<b>Metabolismo de Lipídeos</b>	4	2	1	0,548
<b>Hipotensores:</b>	7	6	6	0,940
β-bloqueadores	3	3	2	
Outros	4	3	4	

A força muscular aumentou nos grupos que realizaram o TR após oito e 16 semanas, em todos os exercícios, exceto para remada máquina e rosca direta na barra. No exercício remada máquina, a força muscular aumentou nos grupos AV e BV somente na 16<sup>a</sup> semana. No exercício rosca direta na barra, a força muscular aumentou somente para o grupo BV na 16<sup>a</sup> semana. Nos exercícios agachamento guiado, mesa flexora e supino barra livre foi detectado maior incremento na força muscular no grupo BV comparado ao grupo AV após oito semanas de TR. Porém, este efeito se perdeu após 16 semanas de TR e ambos os grupos BV e AV mostraram aumentos semelhantes na força muscular (Tabela 7).

Para o teste de uma milha, houve redução no tempo do teste somente para o grupo AV em comparação ao CT após oito semanas de TR. Após 16<sup>o</sup> semana, os resultados mostraram tendência ( $P = 0,086$ ) a manter esta diferença (Tabela 7).

Tabela 7 – Δ% da força muscular máxima e teste de uma milha durante (oito semanas) e após (16 semanas) o treinamento contrarresistência

	<b>CT</b>	<b>BV</b>	<b>AV</b>	<b>P</b>
	<b>Média (IC 95%)</b>	<b>Média (IC 95%)</b>	<b>Média (IC 95%)</b>	
<b>Agachamento Guiado</b> ( $\Delta\%$ após oito semanas)	0,9 (-5,3 a 7,1)	35,5 (27,3 a 43,7) *#	19,8 (9,5 a 30) *	p < 0,001
<b>Agachamento Guiado</b> ( $\Delta\%$ após 16 semanas)	1,2 (-6,5 a 9)	61,6 (49 a 74,2) *	51,9 (41,6 a 61,9) *	p < 0,001
<b>Mesa Flexora</b> ( $\Delta\%$ após oito semanas)	-0,9 (-14,8 a 13)	27,7 (16,7 a 38,8) *#	12,7 (6,5 a 18,9)	0,001
<b>Mesa Flexora</b> ( $\Delta\%$ após 16 semanas)	8,4 (-10,9 a 27,8)	36 (24,8 a 47,1) *	29,6 (18,1 a 41,1) *	0,004
<b>Cadeira Extensora</b> ( $\Delta\%$ após oito semanas)	-1,6 (-12,7 a 9,5)	23,2 (14,9 a 31,5) *	16,2 (4,7 a 27,6) *	0,004
<b>Cadeira Extensora</b> ( $\Delta\%$ após 16 semanas)	5,84 (-4,6 a 16,3)	43,3 (26,5 a 60,1) *	40,7 (19,4 a 62) *	p < 0,001
<b>Supino Barra Livre</b> ( $\Delta\%$ após oito semanas)	-2,6 (-7,8 a 2,4)	17 (7,2 a 26,8) *#	7,1 (3,4 a 10,9) *	p < 0,001
<b>Supino Barra Livre</b> ( $\Delta\%$ após 16 semanas)	-4,6 (-10,6 a 1,3)	16,2 (8,7 a 23,8) *	22,1 (15,9 a 28,4) *	p < 0,001
<b>Remada Máquina</b> ( $\Delta\%$ após oito semanas)	2,6 (-7,2 a 12,4)	11,9 (3,7 a 20,1)	11,8 (4,1 a 19,5)	0,166
<b>Remada Máquina</b> ( $\Delta\%$ após 16 semanas)	1,3 (-9,4 a 12,2)	26,1 (17 a 35,2) *	26,2 (17,9 a 34,4) *	p < 0,001
<b>Pull Down</b> ( $\Delta\%$ após oito semanas)	3,1 (-6,1 a 12,4)	18,5 (11,2 a 25,7) *	16,8 (9,9 a 23,7) *	0,009
<b>Pull Down</b> ( $\Delta\%$ após 16 semanas)	2,5 (-4,3 a 9,4)	31,8 (21,6 a 42) *	31 (21,5 a 40,6) *	p < 0,001
<b>Rosca Direta Barra</b> ( $\Delta\%$ após oito semanas)	1,7 (-8,7 a 12,3)	12,7 (-0,8 a 26,4)	5,5 (-0,8 a 11,9)	0,099
<b>Rosca Direta Barra</b> ( $\Delta\%$ após 16 semanas)	-3,5 (-13,6 a 6,5)	16,4 (2,5 a 30,3) *	7,2 (-0,8 a 15,2)	0,022
<b>Tríceps Pulley</b> ( $\Delta\%$ após oito semanas)	-1,7 (-7,6 a 4,1)	14,6 (10,3 a 18,9) *	19,2 (11,5 a 26,9) *	p < 0,001
<b>Tríceps Pulley</b> ( $\Delta\%$ após 16 semanas)	5,6 (-1,7 a 12,9)	25,7 (20,5 a 30,8) *	28,4 (20,3 a 36,5) *	p < 0,001
<b>Teste de uma milha</b> ( $\Delta\%$ após oito semanas)	0,5 (-2,9 a 4)	-2,5 (-4,8 a -0,3)	-6 (-9,1 a -2,8) *	0,007
<b>Teste de uma milha</b> ( $\Delta\%$ após 16 semanas)	-1,3 (-4,4 a 1,7)	-1,7 (-4,9 a 1,4)	-5,5 (-8,7 a -2,2)	0,086

CT - controle, BV - baixo volume, AV - alto volume, IC 95% - intervalo de confiança,  $\Delta\%$  após oito semanas - diferença percentual do valor final em relação ao valor inicial na 8ª semana de treinamento,  $\Delta\%$  após 16 semanas - diferença percentual do valor final em relação ao valor inicial na 16ª semana de treinamento, TR - treinamento contrarresistência. \* Diferença significativa em relação ao grupo CT,  $p \leq 0,05$ . # Diferença significativa em relação ao grupo AV,  $p \leq 0,05$ .

Os  $\Delta\%$  da MCM estão representados nas figuras 2. Foi detectado aumento na MCM somente para grupo BV após oito semanas de TR (Figura 2-A). Porém, este efeito se perdeu após 16 semanas e ambos os grupos BV e AV mostraram aumentos semelhantes na MCM (Figura 2-B).

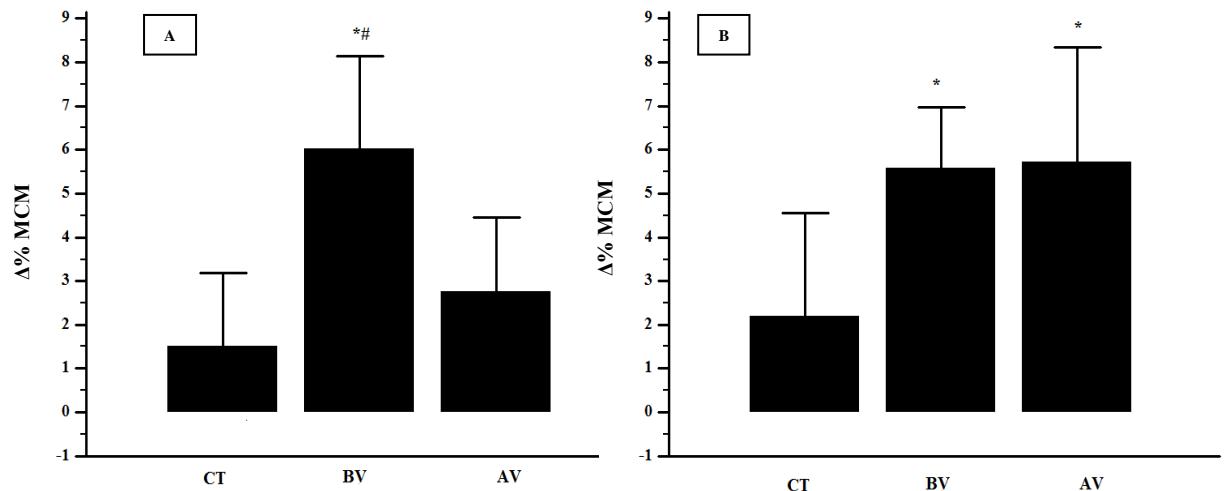


Figura 2 - Δ% da MCM durante a oitava e após a 16<sup>o</sup> semana de TR.

Legenda: A = Δ% na oitava semana de TR, *Kruskal Wallis*,  $P = 0,005$ . B = Δ% na 16<sup>o</sup> semana de TR, ANOVA *one way*,  $P = 0,037$ . \* Diferença significativa em relação ao grupo CT,  $P \leq 0,05$ . # Diferença significativa em relação ao grupo AV,  $P \leq 0,05$ . Δ = Diferença entre os momentos, CT = Controle, BV = Baixo volume, AV = Alto volume, MCM = Massa corporal magra, TR = Treinamento contrarresistência.

A figura 3 representa o Δ% da MCG após oito e 16 semanas de TR. Não houve diferença entre os grupos para as alterações da MCG após oito semanas de TR (Figura 3-A). Porém, após 16 semanas, somente o grupo AV mostrou redução na massa gorda (Figura 3-B).

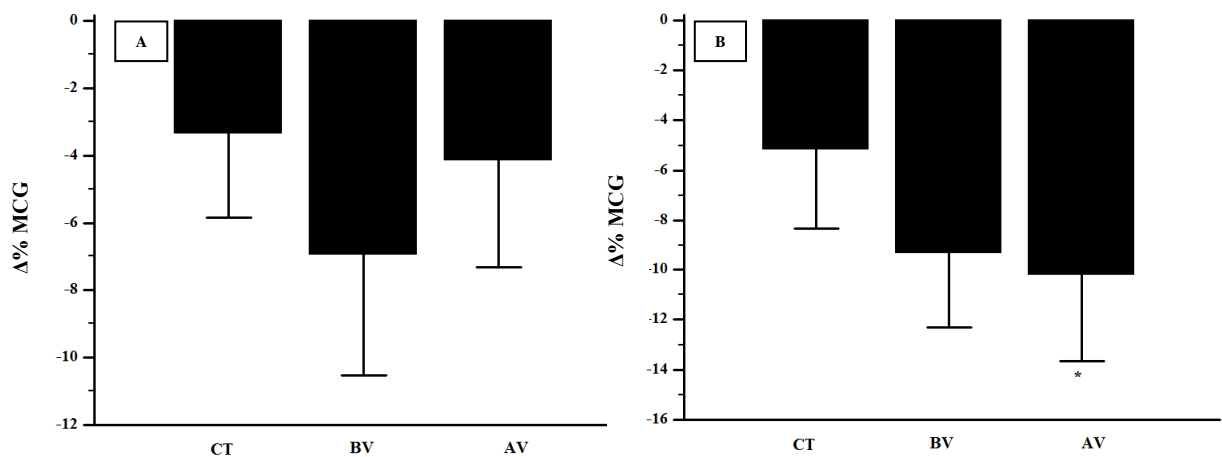


Figura 3 - Δ% da MCG durante a oitava e após a 16<sup>o</sup> semana de TR.

Legenda: A = Δ% na oitava semana de TR. B = Δ% na 16<sup>o</sup> semana de TR, ANOVA *one way*,  $P = 0,04$ . \* Diferença significativa em relação ao grupo CT,  $P \leq 0,05$ . Δ = Diferença entre os momentos, CT = Controle, BV = Baixo volume, AV = Alto volume, MCG = Massa corporal gorda, TR = Treinamento contrarresistência.

A figura 4 mostra o  $\Delta$  do G% após oito e 16 semanas de TR. Na oitava semana somente o grupo BV reduziu o G% (Figura 4-A). Após as 16 semanas de TR ambos os grupos BV e AV reduziram o G%, sem diferença entre eles (Figura 4-B).

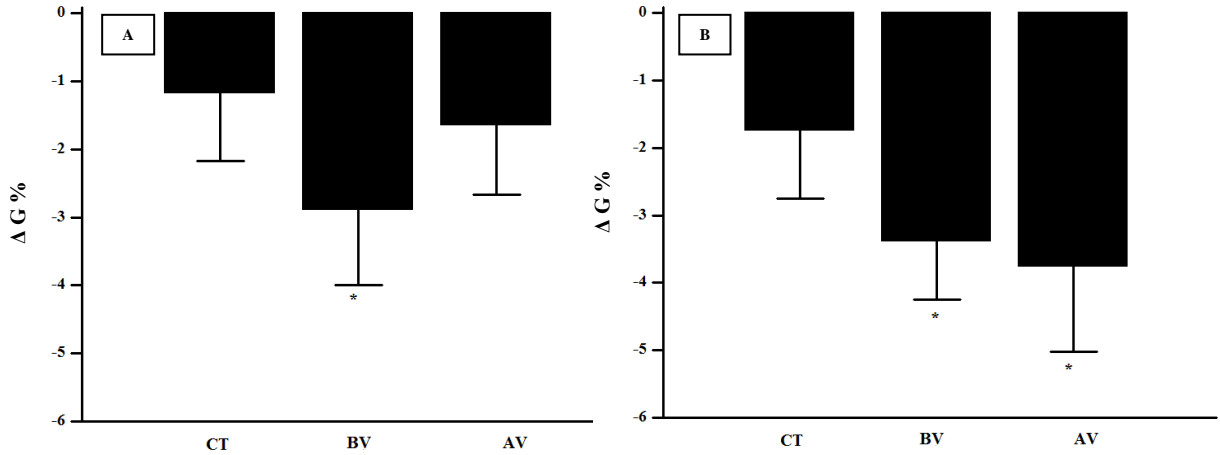


Figura 4 –  $\Delta$  do G % durante a oitava e após a 16<sup>o</sup> semana de TR.

Legenda: A =  $\Delta\%$  na oitava semana de TR, *Kruskal Wallis*,  $P = 0,046$ . B =  $\Delta\%$  na 16<sup>o</sup> semana de TR, ANOVA *one way*,  $P = 0,012$ . \* Diferença significativa em relação ao grupo CT,  $P \leq 0,05$ .  $\Delta$  = Diferença entre os momentos, CT = Controle, BV = Baixo volume, AV = Alto volume, G % = Percentual de gordura, TR = Treinamento contrarresistência.

Para as alterações da CC e RCQ não houve diferença entre os grupos após oito semanas de TR (Figura 5-A e 6-A). Porém, após 16 semanas, houve redução na CC e RCQ para grupo AV comparado ao CT e BV, sem diferença entre os dois últimos (Figura 5-B e 6-B).

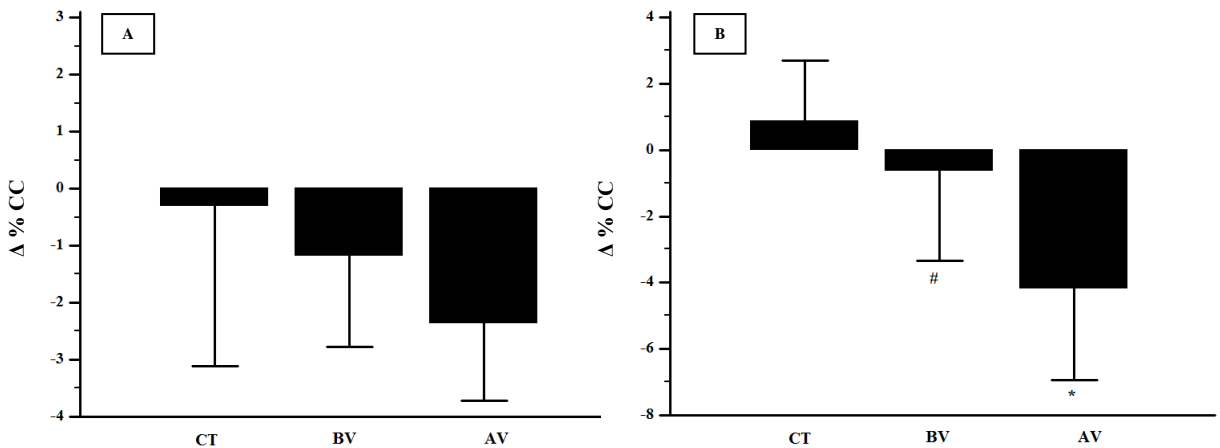


Figura 5 -  $\Delta\%$  da CC durante a oitava e após a 16<sup>o</sup> semana de TR

Legenda: A =  $\Delta\%$  na oitava semana de TR. B =  $\Delta\%$  na 16<sup>o</sup> semana de TR, ANOVA *one way*,  $P = 0,007$ . \* Diferença significativa em relação ao grupo CT,  $P \leq 0,05$ . # Diferença significativa em relação ao grupo

AV,  $P \leq 0,05$ .  $\Delta$  = Diferença entre os momentos, CT = Controle, BV = Baixo volume, AV = Alto volume, CC = Circunferência da cintura, TR = Treinamento contrarresistência.

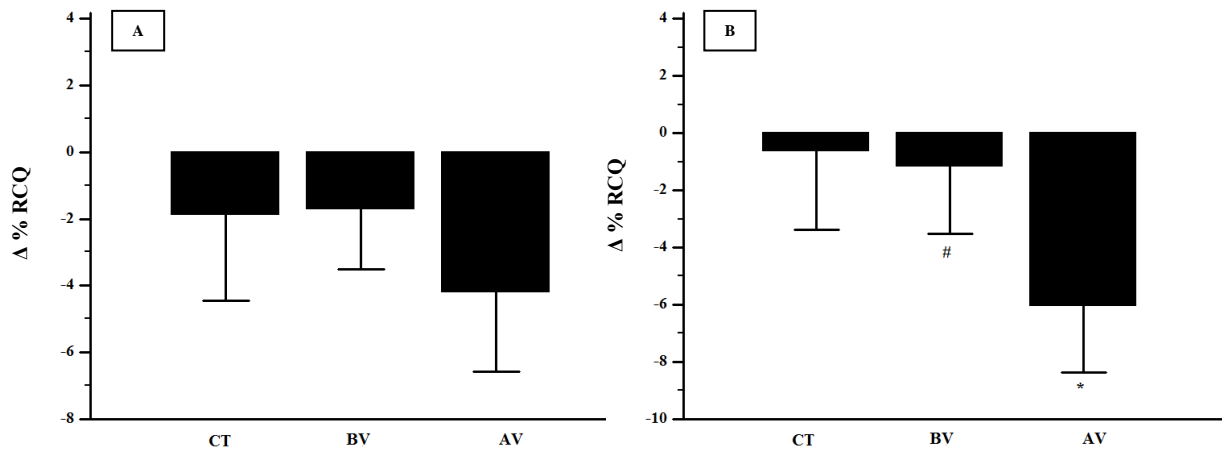


Figura 6 –  $\Delta\%$  da RCQ durante a oitava e após a 16ª semana de TR.

Legenda: A =  $\Delta\%$  na oitava semana de TR. B =  $\Delta\%$  na 16ª semana de TR, ANOVA *one way*,  $P = 0,002$ . \* Diferença significativa em relação ao grupo CT,  $P \leq 0,05$ . # Diferença significativa em relação ao grupo AV,  $P \leq 0,05$ .  $\Delta$  = Diferença entre os momentos, CT = Controle, BV = Baixo volume, AV = Alto volume, RCQ = Razão cintura quadril, TR = Treinamento contrarresistência.

Para as alterações dos indicadores bioquímicos houve redução da HbA1c e glicose para o grupo BV comparado ao AV após 16 semanas de TR (Tabela 8), entretanto não houve diferença para os demais marcadores entre os grupos.

Tabela 8 –  $\Delta$  e  $\Delta\%$  das características bioquímicas após 16 semanas de treinamento contrarresistência

	CT	BV	AV	P
	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	
$\Delta\%$ AC	-6,5 (-16,3 a 3,2)	0,3 (-10,4 a 11,2)	3,4 (-6,3 a 13,2)	0,341
$\Delta\%$ Ureia	-1,7 (-14,3 a 10,7)	0,1 (-13,6 a 14)	15,1 (2,5 a 27,6)	0,130
$\Delta\%$ Creatinina	2,4 (-2,6 a 7,4)	0,8 (-4,8 a 6,4)	4,2 (-0,8 a 9,3)	0,656
$\Delta\%$ Ferritina	-12,1 (-22,3 a -1,9)	-13,3 (-24,5 a -2)	-14,9 (-25,1 a -4,7)	0,927
$\Delta\%$ AST	-6,2 (-18,6 a 6)	2,8 (-10,7 a 16,5)	10,8 (-1,4 a 23,2)	0,153
$\Delta\%$ ALT	-13,5 (-28,7 a 1,5)	-15,1 (-31,8 a 1,6)	-7,1 (-22,2 a 8)	0,739
$\Delta$ HbA1c	-0,1 (-0,3 a 0,2)	-0,3 (-0,6 a -0,1) #	0,1 (-0,1 a 0,4)	0,048
$\Delta\%$ Glicose	1,7 (-2,9 a 6,4)	-3,1 (-8,2 a 2) #	9,4 (4,7 a 14,1)	0,004
$\Delta\%$ HOMA-IR	1,4 (-25,6 a 28,4)	8,6 (-21,3 a 38,5)	29,4 (2,3 a 56,4)	0,319
$\Delta\%$ Colesterol	-2,6 (-9,3 a 4,1)	-6,2 (-13,7 a 1,2)	-5,3 (-12 a 1,4)	0,745
$\Delta\%$ HDL-colesterol	6 (-2,9 a 15)	-3,3 (-13,3 a 6,5)	2,6 (-6,3 a 11,7)	0,371
$\Delta\%$ LDL- colesterol	-4,7 (-13,4 a 4)	-4,9 (-14,6 a 4,6)	-8,1 (-16,8 a 0,6)	0,828
$\Delta\%$ VLDL-colesterol	6,5 (-18,1 a 31,3)	0,2 (-27 a 27,6)	0,6 (-24 a 25,4)	0,922
$\Delta\%$ Não HDL-	-5,5 (-14,1 a 2,9)	-6,2 (-15,6 a 3,1)	-7,3 (-15,9 a 1,1)	0,955



**colesterol**

**Δ% TG** 6,6 (-18,7 a 32) -2,9 (-31 a 25,1) 0,9 (-24,5 a 26,3) 0,873

CT - controle, BV - baixo volume, AV - ala volume, IC 95% - intervalo de confiança. Δ - diferença entre os momentos, AC - ácido úrico, AST - aspartato aminotransferase, ALT - alanina aminotransferase, HbA1c % - hemoglobina glicada, HOMA-IR - modelo de acesso homeostático, HDL-colesterol - lipoproteína de densidade alta, LDL-colesterol - lipoproteína de densidade baixa, VLDL-colesterol - lipoproteína de densidade muito baixa, TG - triglicérido, TR - treinamento contrarresistência. # Diferença significativa do AV,  $p \leq 0,05$ .

Referente aos hormônios, observou-se reduções da testosterona e razão testosterona/cortisol (T:C) no grupo AV comparado aos grupos CT e BV, respectivamente (Tabela 9), mas os demais hormônios não se diferiram entre os grupos.

Tabela 9 – Δ e Δ% das características hormonais após 16 semanas de treinamento contrarresistência

	CT	BV	AV	P
	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	
Δ% Adrenalina	-2,1 (-40,5 a 36,2)	-36,4 (-76,9 a 4,1)	29,6 (-5,7 a 65,1)	0,063
Δ% Cortisol	19,5 (-38,2 a 77,4)	60,7 (-0,2 a 121,8)	44,07 (-11,4 a 99,5)	0,606
Δ% DHEAS	-6 (-22,1 a 10,1)	-0,2 (-18,1 a 17,6)	-5 (-21,2 a 11,1)	0,878
Δ% IGF-1	4,4 (-13,3 a 22,3)	6,3 (-11,4 a 24,1)	7,4 (-8,8 a 23,7)	0,969
Δ% Insulina	-1,2 (-26,9 a 24,3)	9,6 (-18,6 a 37,9)	19,3 (-6,3 a 45)	0,517
Δ% Noradrenalina	-2,6 (-18,4 a 13)	-1,8 (-18,4 a 14,7)	6,9 (-7,5 a 21,4)	0,606
Δ% T:C	6 (-45 a 57)	40,5 (-13,3 a 94,4) #	-62,1 (-111,1 a -13)	0,023
Δ Testosterona	0,03 (-0,08 a 0,1)	0,03 (-0,09 a 0,1)	-0,1 (-0,2 a -0,04)*	0,043

CT - controle, BV - baixo volume, AV - ala volume, IC 95% - intervalo de confiança. Δ - diferença entre os momentos, DHEAS - sulfato de deidroepiandrosterona, IGF-1 - fator de crescimento semelhante ao da insulina, T:C - razão testosterona/cortisol, TR - treinamento contrarresistência. \* Diferença significativa do CT,  $p \leq 0,05$ . # Diferença significativa do AV,  $p \leq 0,05$ .

Não foi observado diferença nas alterações do parâmetro inflamatório entre os grupos (Tabela 10).

Tabela 10 - Δ das características inflamatórias após 16 semanas de treinamento contrarresistência

	CT	BV	AV	P
	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	
Δ % IL-1	118,9 (-52 a 289,9)	58,5 (-112,1 a 229,2)	124,3 (-38,8 a 287,6)	0,823
Δ% IL-6	-59,8 (-189,5 a 69,8)	24 (-105,6 a 153,8)	11,2 (-112,3 a 134,8)	0,605
Δ CRP	-0,1 (-0,5 a 0,2)	-0,1 (-0,5 a 0,2)	0,07 (-0,2 a 0,4)	0,597
Δ TNF-α	0,9 (-1,7 a 3,5)	0,3 (-2,2 a 3)	-0,2 (-2,6 a 2,1)	0,807

CT - controle, BV - baixo volume, AV - ala volume, IC 95% - intervalo de confiança.  $\Delta$  – diferença entre os momentos, IL- interleucina, CRP - proteína C reativa, TNF- $\alpha$  - fator de necrose tumoral alpha.

#### 4 DISCUSSÃO

A perda de massa muscular e aumento de gordura corporal com a PM traz prejuízos para a qualidade de vida das mulheres (CRUZ-JENTOFT et al., 2010b; FIELDING et al., 2011; PIERINE et al., 2010). Uma intervenção promissora para aumentar a massa muscular é o TR (MAESTA et al., 2007; ORSATTI et al., 2008). No entanto, o protocolo de TR recomendado pelo ACSM (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; CHODZKO-ZAJKO et al., 2009) é pouco eficiente para reduzir a gordura corporal em mulheres na PM (MAESTA et al., 2007; ORSATTI et al., 2008; ORSATTI et al., 2010; ORSATTI et al., 2012). Reduzir a gordura corporal está diretamente relacionada ao desequilíbrio energético entre o consumo e gasto de energia. Como o programa de TR convencional, realizado duas a três vezes por semana (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; CHODZKO-ZAJKO et al., 2009), possui gasto energético relativamente baixo (PHILLIPS; ZIURAITIS, 2004), pode não proporcionar benefícios na redução da gordura corporal e metabólicos em mulheres na PM (MAESTA et al., 2007; ORSATTI et al., 2008; ORSATTI et al., 2010; ORSATTI et al., 2012). O aumento no número de dias TR na mesma semana, com o objetivo de aumentar o gasto energético, pode trazer malefícios para a saúde dos indivíduos por não proporcionar recuperação adequada entre sessões de exercício. Então, uma alternativa promissora é aumentar o número de séries no TR, sem aumentar o número de dias de treinamento nas semanas, como forma de aumentar o gasto energético. Assim, o presente estudo avaliou o efeito do volume (três e seis séries) do TR durante 16 semanas nas repostas da composição corporal, desempenho físico e parâmetro bioquímico, hormonal e inflamatório em mulheres na PM. Os achados do presente estudo mostraram que o TR é eficiente para aumentar a força muscular e MCM em mulheres com baixa massa muscular (pré-sarcopenia), independente do volume do TR. Mas, TR com o volume maior foi eficiente para melhorar o tempo no teste de caminhada e reduzir a MCG, CC e RCQ. No entanto, o BV foi eficiente para melhorar a glicose de jejum e HbA1c comparado ao AV. Além disso, o AV reduziu a testosterona total e razão T:C.

Os dados do presente estudo indicam que aumento na força muscular e MCM podem ser obtidos após 16 semanas de TR, sem diferença entre os volumes (Tabela 7 e Figura 2-B). Além disso, o exercício de agachamento, mesa flexora, supino barra livre e MCM aumentaram precocemente (na oitava semana) no grupo BV comparado ao AV (Tabela 7 e

Figura 2-A). Portanto, esses dados podem indicar que o aumento no volume não é vantajoso para aumentar a força muscular e MCM em mulheres na PM pré-sarcopênicas. Esses resultados são semelhantes aos observados por outros estudos em jovens atletas. Gonzalez-Badillo et al. mostraram que um volume moderado foi superior aos volumes baixo e alto durante um período de tempo curto (10 semanas) de treinamento (GONZALEZ-BADILLO et al., 2005; GONZALEZ-BADILLO; IZQUIERDO; GOROSTIAGA, 2006). Esses e outros autores têm sugerido que quando é alcançado um determinado limiar de volume, para uma determinada carga, as adaptações fisiológicas são maximizadas e, portanto, acréscimos de volume não são vantajosos (GONZALEZ-BADILLO et al., 2005; GONZALEZ-BADILLO et al., 2006; LOENNEKE et al., 2011; MARTIN-HERNAN10 et al., 2013). Ainda, outros estudos têm mostrado que é possível aumentar a força e massa musculares em mulheres na PM realizando o TR com apenas uma série ou uma vez na semana (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; ORSATTI et al., 2014). Assim, parece haver um limiar baixo de volume para mulheres na PM, não sendo necessário utilizar volume elevado durante o TR para aumentar a massa e força musculares. Estes dados tornam-se importantes, pois o baixo volume otimiza o tempo de treinamento, tornando o exercício físico mais atraente para o mundo moderno onde não há muito tempo para se exercitar.

Por outro lado, os dados do presente estudo indicam que o AV pode ser vantajoso para o desempenho no teste de uma milha. O nosso estudo é uma extensão de outros que tem mostrado os efeitos benéficos do TR sobre o desempenho físico em pessoas idosas (VINCENT et al., 2002a; VINCENT et al., 2002b). Porém, o nosso estudo parece ser o primeiro a mostrar o efeito de diferentes volumes do TR sobre o desempenho de *endurance* em mulheres na PM. A melhora nesse indicador de capacidade cardiorrespiratória está associada com a menor chance de mortalidade para doença cardiovascular (BLAIR et al., 1996; LAMONTE et al., 2005). Além disso, a velocidade da marcha tem sido usada como indicador do aspecto funcional em pessoas idosas, estando diretamente associado com a sarcopenia. Recentemente, a sarcopenia tem sido definida como a perda da massa e função muscular (CRUZ-JENTOFT et al., 2010b; FIELDING et al., 2011). Assim, pela melhora no desempenho de *endurance* combinado com a melhora na força muscular e MCM, o TR de alto volume parece ser uma intervenção efetiva contra a sarcopenia em curto período de tempo de treinamento (oito semanas) em mulheres na PM pré-sarcopênicas.

Embora ambos os grupos AV e BV reduziram a gordura corporal, o TR com maior volume foi o único grupo que apresentou redução na CC e RCQ (Figura 5-B e 6-B). A CC e RCQ são medidas de fácil aplicabilidade e custo reduzido. Suas aplicações na prática clínica e em estudos científicos são justificadas por constituir principal fator de risco para doenças cardiovasculares em mulheres na PM (ORSATTI et al., 2010; PETRI NAHAS et al., 2009). Além disso, a obesidade está diretamente associada com o aumento no risco de mortalidade cardiovascular e por todas as causas em 10 anos, independentemente de alterações metabólicas (KRAMER; ZINMAN; RETNAKARAN, 2013). Portanto, a redução da gordura corporal e principalmente da CC e RCQ estão associadas à redução de chance de mortalidade (FOLSOM et al., 1993; ZHANG et al., 2008). Poucos estudos têm observado a redução da CC e RCQ após TR convencional em mulheres na PM (HUNTER et al., 2002; MAESTA et al., 2007). Uma grande quantidade de estudos não tem encontrado esse efeito, mesmo após nove meses de TR convencional (ELLIOTT; SALE; CABLE, 2002; HUNTER et al., 2002; ORSATTI et al., 2008; ORSATTI et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2003; TREUTH et al., 1995). No entanto, o volume de treinamento utilizado por estes estudos foram inferiores ao utilizado pelo grupo AV do nosso estudo. Como as alterações na gordura corporal estão diretamente associadas com o desequilíbrio energético (DONNELLY et al., 2009), o volume elevado do TR pode encontrar um gasto energético suficiente para proporcionar alterações na gordura corporal.

Está bem estabelecido que CC e RCQ elevadas estão associadas a alterações metabólicas e inflamatórias (colocar referência neste parágrafo). Contrariamente a isto, a maior redução da CC e RCQ no grupo AV não influenciou as alterações nos indicadores metabólicos e inflamatórios (Tabela 8 e 10). Interessantemente, os dados do presente estudo indicam que as alterações na glicose e na HbA1c foram mais favoráveis no grupo BV comparadas ao grupo AV. Agudamente, o exercício é um fator estressante para o corpo. Durante o exercício contrarresistência, o estresse faz com que ocorra a liberação de hormônios que contribuem com a neoglicogênese hepática, elevando a glicose sanguínea (DUNGAN; BRAITHWAITE; PREISER, 2009). O excesso de volume pode ter potencializado a liberação aguda, mas não crônica, destes hormônios (KRAEMER; RATAMESS, 2005), contribuindo para o impedimento da melhora no metabolismo da glicose. Porém, as respostas agudas não foram avaliadas no presente estudo, sendo necessários mais estudos para comprovar esta hipótese.

Por outro lado, a quantidade e variedade de medicamentos utilizada no nosso estudo contribuíram para sua limitação em relação às respostas metabólicas citadas, apesar de que as interferências foram corrigidas para cada medicamento. No entanto, a utilização de medicamento para controle das alterações metabólicas é comum em mulheres mais velhas, tornando nossa população mais próxima da realidade prática. Também, o controle dietético pode apresentar sua limitação devido ao método de avaliação que compôs de registro alimentar autorreferido pelas voluntárias do estudo e divergências podem existir para o consumo real dos alimentos, podendo interferir nas respostas metabólicas.

O aumento crônico do volume ou intensidade do treinamento, resultando em redução do desempenho, é denominado de *overtrainig* (KRAEMER; RATAMESS, 2005). Tem sido observada redução das concentrações de testosterona e razão T:C em atletas submetidos a aumentos crônicos de volume. Esta redução tem sido associada com a diminuição na força muscular. No presente estudo foi observada redução da testosterona total e T:C, mas não na força muscular e nenhum relato de redução de desempenho, cansaço ou lesão musculoesquelética. No entanto, observamos um atraso (comparação na 8ª semana) no aumento da força muscular e MCM no grupo alto volume comparado ao BV (Tabela 7 e Figuras 2-A). Também, observamos a perda de significância na melhora do tempo do teste de uma milha. Estes dados sugerem que o volume de seis séries para uma carga de 70% de um RM foi excessivo para mulheres na PM pré-sarcopênicas.

Embora o TR tenha sido utilizado em mulheres na PM em diversas situações, tais como para evitar a sarcopenia e osteoporose, notavelmente, para o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que investiga os efeitos do volume do TR em mulheres na PM com baixa massa muscular. Nossos resultados oferecem evidências convincentes que embora o TR de alto volume apresente suas vantagens na redução da gordura corporal, as alterações metabólicas e hormonais proporcionadas por este volume de TR indicam precaução no seu uso para mulheres na PM, pré-sarcopênicas ou diabéticas. Este estudo torna-se importante nos dias atuais, pois a evidências dos benefícios do TR de baixo volume torna-o mais atraente para as pessoas que não tem muito tempo para se exercitar. Além disso, tem sido evidente o crescente interesse em modalidade de exercícios com alto volume por parte da população (THOMPSON, 2013). Portanto, evidências do prejuízo do alto volume são importantes para profissionais que atuam com exercício e populações especiais (idosos, diabéticos e etc.).

## 5 CONCLUSÃO

Os achados do presente estudo mostraram que o TR é eficiente para aumentar a força muscular e MCM em mulheres com baixa massa muscular (pré-sarcopenia), independente do volume do TR. Porém, o maior volume do TR foi eficiente para melhorar o tempo no teste de caminhada e reduzir a MCG, CC e RCQ, enquanto que o baixo volume foi eficiente para melhorar a glicose de jejum e HbA1c. Além disso, o AV reduz a testosterona total e razão T:C. Portanto, as alterações metabólicas e hormonais proporcionadas pelo alto volume de TR indicam precaução no seu uso.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 3, p. 687-708, Mar 2009.
- ALMON, R. R.; DUBOIS, D. C. Fiber-type discrimination in disuse and glucocorticoid-induced atrophy. **Med Sci Sports Exerc**, v. 22, n. 3, p. 304-11, Jun 1990.
- BAUMGARTNER, R. N. et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. **Am J Epidemiol**, v. 147, n. 8, p. 755-63, Apr 15 1998.
- BICKEL, C. S. et al. Time course of molecular responses of human skeletal muscle to acute bouts of resistance exercise. **J Appl Physiol**, v. 98, n. 2, p. 482-8, Feb 2005.
- BLAIR, S. N. et al. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. **JAMA**, v. 276, n. 3, p. 205-10, Jul 17 1996.
- BUCK, M.; CHOJKIER, M. Muscle wasting and dedifferentiation induced by oxidative stress in a murine model of cachexia is prevented by inhibitors of nitric oxide synthesis and antioxidants. **Embo J**, v. 15, n. 8, p. 1753-65, Apr 15 1996.
- BURINI, R. C.; MAESTÁ, N. The Meaning of Muscle Mass for Health, Disease, and Strength Exercises. In: (Ed.). **Handbook of Anthropometry**: Springer, 2012. p.1747-1759. ISBN 144191787X.
- CAMPOS, G. E. et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **Eur J Appl Physiol**, v. 88, n. 1-2, p. 50-60, Nov 2002.
- CARTER, N. D.; KANNUS, P.; KHAN, K. M. Exercise in the prevention of falls in older people: a systematic literature review examining the rationale and the evidence. **Sports Med**, v. 31, n. 6, p. 427-38, 2001.
- CASTILLO, E. M. et al. Sarcopenia in elderly men and women: the Rancho Bernardo study. **Am J Prev Med**, v. 25, n. 3, p. 226-31, Oct 2003.

CHARGÉ, S. B. P.; RUDNICK, M. A. Cellular and molecular regulation of muscle regeneration. **Physiol Rev**, v. 84, p. 209-238, 2004.

CHODZKO-ZAJKO, W. J. et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 7, p. 1510-30, Jul 2009.

CINTRA, I. P. et al. Métodos de inquéritos dietéticos. **Cadernos de Nutrição**, v. 13, p. 11-23, 1997.

COSTELLI, P. et al. Tumor necrosis factor-alpha mediates changes in tissue protein turnover in a rat cancer cachexia model. **J Clin Invest**, v. 92, n. 6, p. 2783-9, Dec 1993.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. **Age Ageing**, May 6 2010a.

\_\_\_\_\_. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. **Age Ageing**, v. 39, n. 4, p. 412-23, Jul 2010b.

CUMMINGS, S. R.; RUBIN, S. M.; BLACK, D. The future of hip fractures in the United States. Numbers, costs, and potential effects of postmenopausal estrogen. **Clin Orthop Relat Res**, n. 252, p. 163-6, Mar 1990.

DATASUS. **Estimativas elaboradas no âmbito do Projeto UNFPA/IBGE (BRA/4/P31A) - População e Desenvolvimento. Coordenação de População e Indicadores Sociais.**: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [S.l.], 2009.

DE BENEDETTI, F. et al. Interleukin 6 causes growth impairment in transgenic mice through a decrease in insulin-like growth factor-I. A model for stunted growth in children with chronic inflammation. **J Clin Invest**, v. 99, n. 4, p. 643-50, Feb 15 1997.

DEUSCHLE, M. et al. With aging in humans the activity of the hypothalamus-pituitary-adrenal system increases and its diurnal amplitude flattens. **Life Sci**, v. 61, n. 22, p. 2239-46, 1997.

DONNELLY, J. E. et al. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 2, p. 459-71, Feb 2009.

DUBOIS, D. C.; ALMON, R. R. Disuse atrophy of skeletal muscle is associated with an increase in number of glucocorticoid receptors. **Endocrinology**, v. 107, n. 5, p. 1649-51, Nov 1980.

DUNGAN, K. M.; BRAITHWAITE, S. S.; PREISER, J. C. Stress hyperglycaemia. **Lancet**, v. 373, n. 9677, p. 1798-807, May 23 2009.

DWYER GB, D., SE. **ACSM'S HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS ASSESSMENT MANUAL**. [S.l.: s.n.], 2005. 175 p.

ELLIOTT, K. J.; SALE, C.; CABLE, N. T. Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. **Br J Sports Med**, v. 36, n. 5, p. 340-4, Oct 2002.

FIELDING, R. A. et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. **J Am Med Dir Assoc**, v. 12, n. 4, p. 249-56, May 2011.

FLUCK, M.; HOPPELER, H. Molecular basis of skeletal muscle plasticity--from gene to form and function. **Rev Physiol Biochem Pharmacol**, v. 146, p. 159-216, 2003.

FOLSOM, A. R. et al. Body fat distribution and 5-year risk of death in older women. **JAMA**, v. 269, n. 4, p. 483-7, Jan 27 1993.

FRIEDEWALD, W. T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clin Chem**, v. 18, n. 6, p. 499-502, Jun 1972.

GARBER, C. E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 7, p. 1334-59, Jul 2011.

GELONEZE, B. et al. The threshold value for insulin resistance (HOMA-IR) in an admixed population IR in the Brazilian Metabolic Syndrome Study. **Diabetes Res Clin Pract**, v. 72, n. 2, p. 219-20, May 2006.

GJESDAL, C. G. et al. Impact of lean mass and fat mass on bone mineral density: The Hordaland Health Study. **Maturitas**, v. 59, n. 2, p. 191-200, Feb 20 2008.

GONZALEZ-BADILLO, J. J. et al. Moderate resistance training volume produces more favorable strength gains than high or low volumes during a short-term training cycle. **J Strength Cond Res**, v. 19, n. 3, p. 689-97, Aug 2005.

GONZALEZ-BADILLO, J. J.; IZQUIERDO, M.; GOROSTIAGA, E. M. Moderate volume of high relative training intensity produces greater strength gains compared with low and high volumes in competitive weightlifters. **J Strength Cond Res**, v. 20, n. 1, p. 73-81, Feb 2006.

GRIMBLE, R. F. Inflammatory response in the elderly. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, v. 6, n. 1, p. 21-9, Jan 2003.

GURALNIK, J. M. et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. **J Gerontol**, v. 49, n. 2, p. M85-94, Mar 1994.



- GUSENOFF, J. A. et al. Cortisol and GH secretory dynamics, and their interrelationships, in healthy aged women and men. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, v. 280, n. 4, p. E616-25, Apr 2001.
- HAMEED, M.; HARRIDGE, S. D.; GOLDSPIK, G. Sarcopenia and hypertrophy: a role for insulin-like growth factor-1 in aged muscle? **Exerc Sport Sci Rev**, v. 30, n. 1, p. 15-9, Jan 2002.
- HAWKE, T. J.; GARRY, D. J. Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology. **J Appl Physiol**, v. 91, n. 2, p. 534-51, Aug 2001.
- HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. São Paulo: Barueri, 2000.
- HORTON, R. Dihydrotestosterone is a peripheral paracrine hormone. **J Androl**, v. 13, n. 1, p. 23-7, Jan-Feb 1992.
- HORTON, R.; TAIT, J. F. Androstenedione production and interconversion rates measured in peripheral blood and studies on the possible site of its conversion to testosterone. **J Clin Invest**, v. 45, n. 3, p. 301-13, Mar 1966.
- HUNTER, G. R. et al. Resistance training and intra-abdominal adipose tissue in older men and women. **Med Sci Sports Exerc**, v. 34, n. 6, p. 1023-8, Jun 2002.
- JANSSEN, I. et al. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. **Am J Epidemiol**, v. 159, n. 4, p. 413-21, Feb 15 2004.
- \_\_\_\_\_. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. **J Appl Physiol (1985)**, v. 89, n. 2, p. 465-71, Aug 2000.
- JOSEPH, C. et al. Role of endocrine-immune dysregulation in osteoporosis, sarcopenia, frailty and fracture risk. **Mol Aspects Med**, v. 26, n. 3, p. 181-201, Jun 2005.
- KADI, F. Cellular and molecular mechanisms responsible for the action of testosterone on human skeletal muscle. A basis for illegal performance enhancement. **Br J Pharmacol**, v. 154, n. 3, p. 522-8, Jun 2008.
- KAMEL, H. K. Sarcopenia and aging. **Nutr Rev**, v. 61, n. 5 Pt 1, p. 157-67, May 2003.
- KAMEL, H. K.; MAAS, D.; DUTHIE, E. H., JR. Role of hormones in the pathogenesis and management of sarcopenia. **Drugs Aging**, v. 19, n. 11, p. 865-77, 2002.
- KANIS, J. A. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report. WHO Study Group. **Osteoporos Int**, v. 4, n. 6, p. 368-81, Nov 1994.

- KRAMER, C. K.; ZINMAN, B.; RETNAKARAN, R. Are metabolically healthy overweight and obesity benign conditions?: A systematic review and meta-analysis. **Ann Intern Med**, v. 159, n. 11, p. 758-69, Dec 3 2013.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. **Sports Med**, v. 35, n. 4, p. 339-61, 2005.
- LAMBERTS, S. W.; VAN DEN BELD, A. W.; VAN DER LELY, A. J. The endocrinology of aging. **Science**, v. 278, n. 5337, p. 419-24, Oct 17 1997.
- LAMONTE, M. J. et al. Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome: a prospective study of men and women. **Circulation**, v. 112, n. 4, p. 505-12, Jul 26 2005.
- LEMOINE, S. et al. Estrogen receptor alpha mRNA in human skeletal muscles. **Med Sci Sports Exerc**, v. 35, n. 3, p. 439-43, Mar 2003.
- LEVY, J. C.; MATTHEWS, D. R.; HERMANS, M. P. Correct homeostasis model assessment (HOMA) evaluation uses the computer program. **Diabetes Care**, v. 21, n. 12, p. 2191-2, Dec 1998.
- LOENNEKE, J. P. et al. Blood flow restriction: the metabolite/volume threshold theory. **Med Hypotheses**, v. 77, n. 5, p. 748-52, Nov 2011.
- MAESTA, N. et al. Effects of soy protein and resistance exercise on body composition and blood lipids in postmenopausal women. **Maturitas**, v. 56, n. 4, p. 350-8, Apr 20 2007.
- MARTIN-HERNAN10, J. et al. Muscular adaptations after two different volumes of blood flow-restricted training. **Scand J Med Sci Sports**, v. 23, n. 2, p. e114-20, Mar 2013.
- MATTHEWS, D. R. et al. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. **Diabetologia**, v. 28, n. 7, p. 412-9, Jul 1985.
- MEINHARDT, U. J.; HO, K. K. Modulation of growth hormone action by sex steroids. **Clin Endocrinol (Oxf)**, v. 65, n. 4, p. 413-22, Oct 2006.
- MELTON, L. J., 3RD et al. Epidemiology of sarcopenia. **J Am Geriatr Soc**, v. 48, n. 6, p. 625-30, Jun 2000.
- MORLEY, J. E. et al. Sarcopenia. **J Lab Clin Med**, v. 137, n. 4, p. 231-43, Apr 2001.
- MOSCA, L. et al. Evidence-based guidelines for cardiovascular disease prevention in women: 2007 update. **Circulation**, v. 115, n. 11, p. 1481-501, Mar 20 2007.
- NARBUTT, J. et al. Repeated doses of UVR cause minor alteration in cytokine serum levels in humans. **Mediators Inflamm**, v. 2005, n. 5, p. 298-303, Oct 24 2005.

NURMI, I.; LUTHJE, P. Incidence and costs of falls and fall injuries among elderly in institutional care. **Scand J Prim Health Care**, v. 20, n. 2, p. 118-22, Jun 2002.

ORSATTI, F. L.; DE OLIVEIRA, E. P.; BURINI, R. C. Relationship Between Plasma Hormones and Anthropometric Measures of Muscle Mass in Postmenopausal Women. In: (Ed.). **Handbook of Anthropometry**: Springer, 2012. p.1481-1490. ISBN 144191787X.

ORSATTI, F. L. et al. Plasma hormones, muscle mass and strength in resistance-trained postmenopausal women. **Maturitas**, v. 59, n. 4, p. 394-404, Apr 20 2008.

\_\_\_\_\_. Effects of resistance training and soy isoflavone on body composition in postmenopausal women. **Obstet Gynecol Int**, v. 2010, p. 156037, 2010.

\_\_\_\_\_. Association between anthropometric indicators of body fat and metabolic risk markers in post-menopausal women. **Gynecol Endocrinol**, v. 26, n. 1, p. 16-22, Jan 2010.

\_\_\_\_\_. Low appendicular muscle mass is correlated with femoral neck bone mineral density loss in postmenopausal women. **BMC Musculoskelet Disord**, v. 12, p. 225, 2011.

\_\_\_\_\_. Muscle mass gain after resistance training is inversely correlated with trunk adiposity gain in postmenopausal women. **J Strength Cond Res**, v. 26, n. 8, p. 2130-9, Aug 2012.

\_\_\_\_\_. Redução na Massa Muscular de Mulheres na Pós-Menopausa: Efeito do Treinamento Hipertrófico. **Femina**, v. 34, n. 12, p. 815-820, 2006.

\_\_\_\_\_. Effects of resistance training frequency on body composition and metabolics and inflammatory markers in overweight postmenopausal women. **Journal Sports Medicine Physical Fitness**, v. 53, p. 1-9, 2014.

PAYETTE, H. et al. Insulin-like growth factor-1 and interleukin 6 predict sarcopenia in very old community-living men and women: the Framingham Heart Study. **J Am Geriatr Soc**, v. 51, n. 9, p. 1237-43, Sep 2003.

PEDERSEN, B. K. Muscle as a secretory organ. **Compr Physiol**, v. 3, n. 3, p. 1337-62, Jul 2013.

PEREIRA, S. E. M. et al. Quedas em idosos. **Sociedade Brasileira de geriatria e gerontologia**, 2001.

PETRI NAHAS, E. A. et al. Metabolic syndrome and its associated risk factors in Brazilian postmenopausal women. **Climacteric**, v. 12, n. 5, p. 431-8, Oct 2009.

PETTE, D.; STARON, R. S. Transitions of muscle fiber phenotypic profiles. **Histochem Cell Biol**, v. 115, n. 5, p. 359-72, May 2001.

PFEILSCHIFTER, J. et al. Changes in proinflammatory cytokine activity after menopause. **Endocr Rev**, v. 23, n. 1, p. 90-119, Feb 2002.

PHILLIPS, W. T.; ZIURAITIS, J. R. Energy cost of single-set resistance training in older adults. **J Strength Cond Res**, v. 18, n. 3, p. 606-9, Aug 2004.

PIERINE, D. T. et al. Consequências cardiorrespiratórias e antropométricas da redução da massa muscular pelo envelhecimento em mulheres. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 17, n. 4, p. 72-77, 2010.

PINTO-NETO, A. M.; PAIVA, L. H. S. C.; FOSENCHI-CARVASAN, G. Epidemiologia. In: FERNANDES, C. E. (Ed.). **Menopausa, Diagnóstico e Tratamento**. São Paulo: Segmento, 2003. p.21-30.

POWERS, S. K.; EHOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e aplicações ao condicionamento e ao desempenho**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2000. 527 p. ISBN 85-204-1046-4.

QUEIROGA, M. R. **Testes e medidas para avaliação da aptidão física relacionada à saúde em adultos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. 202 p.

RIGGS, B. L.; KHOSLA, S.; MELTON, L. J., 3RD. A unitary model for involuntional osteoporosis: estrogen deficiency causes both type I and type II osteoporosis in postmenopausal women and contributes to bone loss in aging men. **J Bone Miner Res**, v. 13, n. 5, p. 763-73, May 1998.

ROSENBERG, I. H. Sarcopenia: origins and clinical relevance. **J Nutr**, v. 127, n. 5 Suppl, p. 990S-991S, May 1997.

ROUBENOFF, R. Catabolism of aging: is it an inflammatory process? **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, v. 6, n. 3, p. 295-9, May 2003a.

\_\_\_\_\_. Sarcopenia: effects on body composition and function. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 58, n. 11, p. 1012-7, Nov 2003b.

ROUDSARI, B. S. et al. The acute medical care costs of fall-related injuries among the U.S. older adults. **Injury**, v. 36, n. 11, p. 1316-22, Nov 2005.

SERRI, O. et al. Alterations of monocyte function in patients with growth hormone (GH) deficiency: effect of substitutive GH therapy. **J Clin Endocrinol Metab**, v. 84, n. 1, p. 58-63, Jan 1999.

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DE SÃO PAULO. **VIGILÂNCIA E PREVENÇÃO DE QUEDAS EM PESSOAS IDOSAS**. São Paulo, Brasil: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2010.

SIPILA, S.; POUTAMO, J. Muscle performance, sex hormones and training in peri-menopausal and post-menopausal women. **Scand J Med Sci Sports**, v. 13, n. 1, p. 19-25, Feb 2003.

SPIERING, B. A. et al. Resistance exercise biology: manipulation of resistance exercise programme variables determines the responses of cellular and molecular signalling pathways. **Sports Med**, v. 38, n. 7, p. 527-40, 2008.

TEIXEIRA, P. J. et al. Resistance training in postmenopausal women with and without hormone therapy. **Med Sci Sports Exerc**, v. 35, n. 4, p. 555-62, Apr 2003.

THOMPSON, W. R. Now trending: worldwide survey of fitness trends for 2014. **ACSM's Health & Fitness Journal**, v. 17, n. 6, p. 10-20, 2013.

TREUTH, M. S. et al. Reduction in intra-abdominal adipose tissue after strength training in older women. **J Appl Physiol (1985)**, v. 78, n. 4, p. 1425-31, Apr 1995.

VINCENT, K. R. et al. Improved cardiorespiratory endurance following 6 months of resistance exercise in elderly men and women. **Arch Intern Med**, v. 162, n. 6, p. 673-8, Mar 25 2002a.

\_\_\_\_\_. Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. **J Am Geriatr Soc**, v. 50, n. 6, p. 1100-7, Jun 2002b.

VIRANI, S. S. Non-HDL cholesterol as a metric of good quality of care: opportunities and challenges. **Tex Heart Inst J**, v. 38, n. 2, p. 160-2, 2011.

World Health Organization. Research on menopause. **WHO Technical Report Series**, p. 670, 1981.

\_\_\_\_\_. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. **World Health Organ Tech Rep Ser**, v. 916, p. i-viii, 1-149, backcover, 2003.

WOLFE, R. R. The underappreciated role of muscle in health and disease. **Am J Clin Nutr**, v. 84, n. 3, p. 475-82, Sep 2006.

YOM, S. S. et al. Elevated serum cytokine levels in mesothelioma patients who have undergone pleurectomy or extrapleural pneumonectomy and adjuvant intraoperative photodynamic therapy. **Photochem Photobiol**, v. 78, n. 1, p. 75-81, Jul 2003.

ZHANG, C. et al. Abdominal obesity and the risk of all-cause, cardiovascular, and cancer mortality: sixteen years of follow-up in US women. **Circulation**, v. 117, n. 13, p. 1658-67, Apr 1 2008.