



**Os efeitos da ordem dos exercícios de um programa de treino
multicomponente na composição corporal, força isométrica e aptidão
funcional em idosas**

Madalena Fernandes Pássaro

Dissertação apresentada à Escola Superior de Educação para a obtenção do grau
de mestre em Exercício e Saúde

Orientador: Professor Doutor António Miguel de Barros Monteiro

Bragança, 2020

Pássaro, M (2020). **Os efeitos de um programa de treino multicomponente na composição corporal, na força isométrica e aptidão funcional em idosas.** Dissertação de Mestrado em Exercício e Saúde. Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.

Palavras-chave: ENVELHECIMENTO, EXERCÍCIO FÍSICO, APTIDÃO FÍSICA, TREINO MULTICOMPONENTE

“Saber envelhecer é a grande sabedoria da vida.”

Henri Amiel

AGRADECIMENTOS

Os últimos anos têm sido verdadeiros desafios, onde várias vezes me coloquei à prova e, por várias vezes, me superei. Nada é fácil, mas com as pessoas certas e a motivação necessária tudo é possível. Esta tese envolveu a dedicação de muitas pessoas e por isso o meu agradecimento.

Ao Professor Doutor António Miguel de Barros Monteiro, pelas orientações, sugestões e acima de tudo por me incentivar a nunca desistir. Houve momentos em que acreditou mais do que eu.

Aos idosos do programa “mais idade, mais saúde”. Sem eles não teria sido possível! Agradeço a disponibilidade e compreensão durante as aulas e nos momentos das avaliações.

Aos estagiários de Desporto do “Mais idade mais saúde” pelo empenho, resistência e competência a lecionarem as aulas e a ajudarem na recolha de dados.

Aos meus pais, que me proporcionaram o acesso à educação e formação profissional. Sempre me ensinaram a lutar pelos meus objetivos independentemente das dificuldades, valorizando todas as minhas superações.

Ao Mário, pelo apoio e paciência incondicionais ao longo destes anos.

Aos meus filhos, por tudo aquilo que representam para mim e pelo muito que me têm ensinado.

ÍNDICE

Agradecimentos	VII
Índice de tabelas	XI
Índice de figuras.....	XIII
Índice de quadros.....	XV
Resumo	XVII
Abstract.....	XIX
Abreviaturas.....	XXI
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 – Envelhecimento	3
2.2 – Exercício físico e Envelhecimento	4
2.3 – Aptidão física e envelhecimento.....	7
2.3.2 – Aptidão aeróbia.....	9
2.3.3- Flexibilidade	11
2.3.4 - Equilíbrio	12
2.3.5 – Composição corporal	13
2.4 – Prescrição do exercício físico na população idosa	14
2.4.1 – Treino de força	15
2.4.2 – Treino aeróbio.....	17
2.4.3 – Treino multicomponente	19
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	23
3.1 – Problema	23
3.2 – Objetivo geral.....	23
3.3 – Objectivos específicos	24
3.4 – Hipóteses.....	24
3.4.1 – Hipótese geral	24
3.4.2 – Hipóteses secundárias.....	24
3.5 – Caracterização da amostra.....	25
3.6 – Métodos de Avaliação.....	26
3.6.1 Programa de treino multicomponente	28
3.7 – Tratamento estatístico	29
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS	31

4.1 – Composição corporal, Força isométrica E Aptidão funcional no momento inicial	31
4.2 – Variação da composição corporal, força isométrica e aptidão funcional no grupo A, B e C...	34
4.3 – Comparação da composição corporal, força isométrica e aptidão funcional dos três grupos no final do programa	39
CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	43
CAPITULO 6 - CONCLUSÃO.....	51
BIBLIOGRAFIA.....	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Caraterização amostra por grupos e média de idade	26
Tabela 2 – Comparação da composição corporal, força isométrica e aptidão funcional dos grupos no momento inicial do programa	32
Tabela 3 – Descrição da composição corporal, força isométrica e aptidão física em cada grupos nos três momentos do programa	35
Tabela 4 – Comparação da composição corporal, força isométrica e aptidão física em cada grupo nos três momentos de avaliação do programa, resultados teste Anova medidas repetidas	36
Tabela 5 – Comparação da composição corporal, força isométrica e da aptidão funcional dos grupos no momento final do programa	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Relação dos diversos fatores envolvidos na perda de massa muscular ao longo do aumento da idade (adaptado de Vandervoort, 2002).	8
Figura 2 - Esquema ilustrativo do estudo	29
Figura 3 - Resumo representativo da avaliação da composição corporal ao longo dos 3 momentos de avaliação	44
Figura 4 - Resumo representativo da força isométrica ao longo dos 3 momentos de avaliação.....	46
Figura 5 - Resumo representativo da aptidão funcional ao longo dos 3 momentos de avaliação.....	48

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1- Benefícios do exercício físico regular para a saúde do idoso (ACSM, 2011).....	6
---	---

RESUMO

Objetivo: verificar os efeitos da ordem de exercitação do treino multicomponente (TMC) na composição corporal (CC), na força isométrica (FI) e aptidão funcional (ApF) em idosas.

Métodos: A amostra foi constituída por 91 idosas divididas aleatoriamente em três grupos: (i) grupo de controlo (GC; n=29; 69,84±5,95 anos) sem prática de exercício físico; (ii) grupo de TMC A (GA; n= 30; 69,46±5,63 anos) - aquecimento, seguido de treino aeróbio, treino de força e relaxamento; (iii) grupo de treino TMC B (GB; n=32; 70,29±5,28anos) - aquecimento, seguido de treino de força, treino aeróbio e relaxamento. Foi avaliada a CC: Índice de Massa Corporal (IMC), Metabolismo Basal (MB); Água (H₂O) Massa Magra (MM), Massa Gorda (MG), Densidade Mineral Óssea (DMO) e Gordura Visceral (GV) (Tanita, Illinois, USA®); a ApF (*Functional Fitness Test*®); a FI da extensão do joelho (EJ), flexão do joelho (FJ) e flexão do cotovelo (FC) (dinamómetro Globos®); e a força de preensão manual (PM) (dinamómetro Jamar ®). As avaliações foram feitas no início, após 16 semanas e após 32 semanas. Fez-se uma análise estatística em testes paramétricos: Anova a um fator para comparação entre grupos e Anova a medidas repetidas e/ou testes não paramétricos: Kruskal-Wallis (alternativo a Anova a um fator) e Friedman (alternativo a Anova a medidas repetidas). **Resultados:** Na CC houve diferenças significativas no MB entre o GA e GB (Z=-3,578; p=0,000), e entre o GB e GC (Z=-2,570; p=0,001); GV entre o GA e GB (Z=-3,169; p=0,006); DMO entre GA e GB (Z=-3,254; p=0,006); MM entre GA e GB (Z=-2,804; p=0,015) a MG entre o GA e GC (Z=-2,497; p=0,024). Na FI verificaram-se diferenças significativas na EJ entre o GA e GC (Z=-3,419; p=0,002) e entre o GB e GC (Z=-2,490; p=0,002); FJ entre o GA e GC (Z=-4,394;p=0,000) e entre o GB e GC (Z=-2,827;p=0,002); FC entre o GA e GB (Z=-3,438;p=0,000) e GA e GC (Z=-4,819;p=0,000); PM entre o GA e GB (Z=-2,796;p=0,004) e GA e GC (Z=-2,945;p=0,004). Na ApF verificaram-se, igualmente, diferenças significativas no Seat and reach entre o GB e GC (Z=-3,266; p=0,000; $\eta^2=11,3\%$); Time Up and Go entre o GB e GC ($\chi =-3,777$; p=0,000; r=13,0%) e GA e GC (ET=-4,297; p=0,000; r=14,8%); no Chair stand entre o GC e GA (p=0,014) e o GC e GB (p=0,002). **Conclusão:** o presente estudo sugere que o TMC apresenta, em geral, resultados significativos na CC, aumento da FI e melhorias na ApF, quando estruturado da seguinte forma: aquecimento, treino aeróbio, treino de força e relaxamento.

Palavras-chave: envelhecimento, exercício físico, força muscular, aptidão física, treino multicomponente

ABSTRACT

Objective: to verify the effects of the exercise order of multicomponent training (MCT) on body composition (BC), isometric strength (IS), and functional fitness (FF) in elderly women.

Methods: The sample consisted of 91 elderly women, randomly divided into three groups: (i) control group (GC; n=29, mean age=69.84±5.95 years) without physical exercise; (ii) MCT group A (GA; n=30, mean age=69.46±5.63 years) warming up, followed by aerobic training, strength training and relaxation, and (iii) MCT group B (GB; n=32, mean age=70.29±5.28 years) warming up, followed by strength training, aerobic training and relaxation. BC was assessed: the Body Mass Index (BMI), Lean body Mass (LBM), Fat Mass (FM), Bone Mineral Density (BMD) and Visceral Fat (VF) (Tanita, Illinois, USA®); the FF (*Functional Fitness Test*®); the IS of knee extension (KE), knee flexion (KF), elbow flexion (EF) (Globos® dynamometer); handgrip strength (HS) (Jamar® dynamometer). Assessments were made at the beginning, after 16 weeks, and after 32 weeks. A statistical analysis was performed in parametric tests: One-way Anova for comparison between groups, and Anova to repeated measures and/or non-parametric tests: Kruskal-Wallis (alternative to one-way Anova) and Friedman (alternative to Anova to repeated measures). **Results:** In BC, there were significant differences in BM between GA and GB ($Z=-3,578$; $p=0,000$), and between the GB and GC ($Z=-2,570$; $p=0,001$); VF between GA and GB ($Z=-3,169$; $p=0,006$); BMD between GA and GB ($Z=-3,254$; $p=0,006$); LBM between GA and GB ($Z=-2,804$; $p=0,015$) the FM between the GA and GC ($Z=-2,497$; $p=0,024$). In IS there were significant differences in KE between GA and GC ($Z=-3,419$; $p=0,002$) and between the GB and GC ($Z=-2,490$; $p=0,002$); KF between GA and GC ($Z=-4,394$; $p=0,000$) and between the GB and GC ($Z=-2,827$; $p=0,002$); EF between GA and GB ($Z=-3,438$; $p=0,000$) and GA and GC ($Z=-4,819$; $p=0,000$); handgrip between the GA and GB ($Z=-2,796$; $p=0,004$) and GA and GC ($Z=-2,945$; $p=0,004$). In FF, there were also significant differences in Seat and reach between GB and GC ($Z=-3,266$; $p=0,000$; $\eta^2=11,3\%$); Time Up and Go between GB and GC ($\chi =-3,777$; $p=0,000$; $r=13,0\%$) and GA and GC (ET=-4,297; $p=0,000$; $r=14,8\%$); on the Chair stand between the GC and GA ($p=0,014$) and the GC and GB ($p=0,002$). **Conclusion:** The present study suggests that MCT generally presents significant results in BC, increased IS and improvements in FF, when structured as follows: warming up, followed by aerobic training, strength training and relaxation.

Keywords: ageing, physical exercise, muscle strength, physical fitness, multi-component training.

ABREVIATURAS

% - Percentagem

> - Maior

< - Menor

2 ST – *2 minut step test*

AB – Abdutores

AC – *Arm curl*

ACSM – *American College of Sports Medicine*

ANOVA - *One-Way Analysis of Variance*

ApF – Aptidão Funcional

BS – *Back scratch*

CS – *Chair stand*

EJ – Extensores do joelho

FC – Flexores do cotovelo

FCmáx – Frequência cardíaca máxima

FD – Força de dedos

FJ – Flexores do joelho

FM – Força de mãos

GV – Gordura visceral

IMC – Índice de massa corporal

INE – Instituto Nacional de Estatística

IPB – Instituto Politécnico de Bragança

Kg – Quilograma

m² - Metro quadrado

M1 – primeiro momento de avaliação

M2 – segundo momento de avaliação

M3 – terceiro momento de avaliação

MB – Metabolismo basal

MCM – Massa corporal máxima

MG – Massa gorda

MLG – Massa livre de gordura

MM – Massa magra

MO – Massa óssea

O₂ – Oxigénio

PTM – Plano de treino Multicomponente

RM – Repetição máxima

s – Desvio padrão

SR – *Seat and reach*

TMC – Treino Multicomponente

TUG – *Time Up and Go*

VO_{2máx} – Consumo máximo de oxigénio

(\bar{X}) - Média

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Os indivíduos com idade igual ou superior a 65 anos representam a faixa etária com o maior crescimento nos últimos anos (Mazzeo & Tanaka, 2001; Tanaka & Seals, 2003), tendo aumentado manifestamente na maioria dos países desenvolvidos (Mota, Ribeiro, Carvalho & Matos, 2006) particularmente na população portuguesa que, de acordo com as projeções, será a maior fatia populacional em 2050 (INE, 2019). Enquanto no início do século XX, a proporção da população com mais de 65 anos de idade não era superior a 5,0%. Atualmente este segmento representa 11,0% da população mundial, estimada pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2011).

O envelhecimento tem sido definido como uma série de processos que ocorrem nos organismos vivos e que com o passar do tempo levam à perda de adaptabilidade, à alteração funcional e eventualmente à morte (Spirduso, Francis, & MacRae, 2004). O envelhecimento depende de um conjunto complexo de fatores fisiológicos, psicológicos e sociais específicos de cada indivíduo, sendo influenciado por fatores genéticos, hereditários, do meio ambiente e do estilo de vida, que interagem entre si e influenciam a forma como se envelhece (Finkel et al., 2003).

Os adultos idosos têm as maiores taxas de morbidade, incapacidade funcional, perda de independência e mortalidade. *Per capita* eles também utilizam, de longe, a maior percentagem dos recursos nos cuidados de saúde. Assim sendo, é imperativo que sejam identificadas estratégias para melhorar a saúde, capacidade funcional e independência dos adultos idosos até quase à idade natural da morte (Tanaka & Seals, 2003).

O sucesso do envelhecimento deve-se à melhoria de como envelhecemos e não do quando envelhecemos, sendo que uns acompanhamentos constantes e vigilantes permitirão um envelhecimento da população com maior e melhor qualidade de vida (Khaw, 1997).

É algo crítico para a sociedade reconhecer a importância de ajudar os idosos a manter a saúde, a capacidade física e as funções cognitivas assim como o comprometimento diário com a vida (Liffiton, Horton, Baker e Weir, 2012).

Uma boa saúde é essencial para as pessoas idosas se manterem independentes e para continuarem a ter uma vida ativa, na família e na comunidade (Koopman & van Loon, 2009).

A melhoria da qualidade de vida durante a velhice é um dos principais desafios do século XXI (Carvalho, 2006a). Os comportamentos de passividade, imobilidade e reduzida atividade física determinam o padrão de agir desta população, pois a maior responsabilidade é da própria pessoa e do seu estilo de vida. Spirduso, Francis & MacRae, (2004) referem que a senescência, associada ao declínio das diversas funções e órgãos, não deve ser atribuída exclusivamente ao envelhecimento *per si*, mas fundamentalmente à inatividade física e desuso. Deve-se assim, implementar uma mudança de educação para saúde, na qual apostamos numa prática regular de atividade física em todos os escalões etários da vida humana (Carvalho, 2006a).

Manter a aptidão física adequada nos anos finais é de suma importância para a prevenção da debilidade e perda de independência (Rikli & Jones, 2001). A diminuição da aptidão funcional nos anos finais está principalmente relacionada com inatividade física, mas se implementado um programa de treino de força e resistência aeróbica com volume e resistência adequado é possível retardar o envelhecimento motor e o decréscimo da função neuromuscular (Baker, Atlantis & Fiatarone Singh, 2007; Hakkinen et al., 1998).

Na realidade, diferentes estudos têm demonstrado que o declínio físico-funcional associado aos idosos pode ser revertido, ou pelo menos, minimizado através do exercício físico (Rikli & Jones, 1999). A investigação tem demonstrado o benefício do treino de força nesta faixa etária, com o aumento da força e da massa muscular, atenuando a sarcopénia (Connelly & Vandervoort, 1997; Freiburger, Haberle, Spirduso & Zijlstra, 2012; Martins et al., 2013; Nouchi et al., 2012; Pereira, Izquierdo, Silva, Costa, Bastos, et al., 2012; Peterson, Rhea, Sen & Gordon, 2010; Romero-Arenas, Martinez-Pascual & Alcaraz, 2013). Ultimamente as principais recomendações aconselham que se combine o treino aeróbio, com treino de força, flexibilidade e equilíbrio (ACSM, 2006; Nelson et al., 2007). Muitos autores têm encontrado resultados positivos (Carvalho, Marques, & Mota, 2009; Monteiro, Bartolomeu, Forte, & Carvalho, 2019; Toraman & Sahin, 2004).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito de um programa de treino multicomponente, com alteração da ordem e tipologia dos exercícios utilizados na parte fundamental da aula, na composição corporal, força isométrica e aptidão funcional em idosos, ao longo de 32 semanas.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – ENVELHECIMENTO

Nos últimos dois séculos a melhoria das condições de saúde motivaram um crescimento populacional importante. Uma das maiores marcas desse progresso é o aumento da esperança média de vida. Com a continuação das medidas promocionais de saúde, estima-se que a esperança média de vida continue a aumentar. Neste sentido, o aumento do número de indivíduos que viverá até mais tarde faz antever uma sociedade cada vez mais envelhecida (Paúl & Ribeiro, 2012)

O conjunto de pessoas mais idosas ocupa, nos dias de hoje, uma percentagem elevada no gráfico da população portuguesa e mundial, pois segundo dados do INE, a esperança média de vida de cada recém-nascido em Portugal situa-se nos 80,80 anos, sendo 77,78 para os homens e 83,43 anos para mulheres no período de 2016-2018. (INE, 2019). Dado que a esperança de vida aos 65 anos atingiu 19,49 anos para a população total, aos 65 anos os homens podem esperar viver mais 17,58 anos e as mulheres mais 20,88 anos, o que representa ganhos de 1,23 anos e de 1,18 anos, respetivamente, nos últimos dez anos (INE, 2019). Muito embora o aumento da esperança média de vida seja um aspeto positivo, esta tendência baseia-se mais em fatores de natureza quantitativa do que em fatores de natureza qualitativa, pois o aumento de longevidade nem sempre se faz acompanhar por uma vida salutar, autónoma e com qualidade (Carvalho, 2006b).

O envelhecimento populacional é uma realidade cada vez mais crescente. Os indivíduos com idade igual ou superior a 65 anos representam a faixa etária com o maior crescimento (Mazzeo & Tanaka, 2001; Monteiro, Bartolomeu, et al., 2019), tendo aumentado notoriamente na maioria dos países desenvolvidos (Mota, Ribeiro, Carvalho & Matos, 2006) e em particular na população portuguesa, que, de acordo com as projeções, será maior em 2050.

O termo envelhecimento é usado para referir um processo ou um conjunto de processos que ocorrem nos seres vivos e que com a passagem do tempo levam à perda da capacidade de adaptação, diminuição da funcionalidade, alterações físicas e fisiológicas, culminando na incapacidade de cuidar de si próprio e por fim na morte do indivíduo (Spiriduso et al., 2005). O envelhecimento é um processo normal e que está geneticamente programado (Taylor & Johnson, 2008) e cada um de nós experimenta uma forma de

envelhecer diferente (Spirduso et al, 2005). Este processo biológico do envelhecimento e as suas manifestações clínicas refletem a interação entre a herança genética e o meio ambiente (Taylor & Johnson, 2008). De facto, sabe-se que existe uma grande variação no fenótipo em pessoas com os mesmos genes e que a expressão genética e a função são profundamente modificadas por fatores ambientais. Por essa razão, a dimensão física e o significado de tempo dependem totalmente do significado biológico, psicológico e social. (Spirduso et al, 2005)

De acordo com Khaw (1997), a longevidade é, provavelmente, determinada geneticamente, enquanto que, a probabilidade de alcançar uma boa saúde durante a vida parece ser amplamente determinada por fatores ambientais e de estilo de vida. O autor refere ainda que, o aumento da idade é associado ao aumento de incapacidade e perda de independência, com enfraquecimento funcional, tal como perda de mobilidade, visão e audição.

Barreiros (2006) considera que o envelhecimento é deteriorante, e que são apontadas duas razões fundamentais para este facto: o desuso e a degeneração. Taylor & Johnson (2008), referem a doença em si como um outro fator a ter em conta. Isto revela que a esperança de vida continua a aumentar, e de igual modo a convivência com as doenças metabólicas e incapacidade funcional, o que vai comprometendo o dia-a-dia desta população idosa. Para manter a qualidade de vida e lidar com as atividades quotidianas, é importante para o idoso permanecer com a melhor aptidão física possível (Carvalho & Soares, 2004). Todas as atividades diárias realizadas pelos idosos, como ir às compras, levantar-se de uma cadeira, vestir-se, etc., requerem um nível mínimo de força muscular, coordenação, flexibilidade e equilíbrio. Neste sentido, para além dos aspetos diretamente relacionados com a saúde, hoje a tarefa prioritária é o desenvolvimento de competências que permitam ao idoso realizar as suas tarefas básicas diárias de forma independente, sem o auxílio de terceiros (Kenney, 2012; Spirduso et al, 2005; Taylor & Johnson, 2008). Assim, e dado que a qualidade de vida está intimamente associada a um bom desempenho motor, a prática regular de atividade física torna-se fundamental para este escalão etário (Carvalho & Soares, 2004).

2.2 – EXERCÍCIO FÍSICO E ENVELHECIMENTO

A idade está associada a uma variedade de mudanças fisiológicas e cognitivas (Taylor & Johnson, 2008). Os estudos provam que a atividade física promove a melhoria da qualidade

de vida nos idosos, sendo que o denominador comum neste processo de envelhecimento é o declínio funcional e estrutural do ser humano (Cauza et al., 2005; Spirduso, Francis & MacRae, 2004). As implicações com o acréscimo dos anos manifestam-se nas limitações físicas e de performance funcional, verificando-se particularmente na realização de tarefas do dia-a-dia (Seguin & Nelson, 2003). Considerando a importância do exercício na manutenção das capacidades muscular e cardiorrespiratória, não surpreende que a inatividade possa levar à deterioração da capacidade de realizar esforços (Kenney, Wilmore & Costill, 2012). Deste modo, o treino físico regular, para Sillanpaa, Hakkinen, Holviala & Hakkinen (2012) é uma ferramenta eficaz na prevenção das mudanças fisiológicas relacionadas com a idade, tais como a perda de massa muscular, a performance física e funcional ou as diversas doenças associadas à idade. De acordo com McDermott & Mernitz (2006), a combinação de atividades aeróbias, treino de força, exercícios de flexibilidade, e o aumento da atividade ao longo do dia-a-dia podem reduzir a dependência de medicação e os custos com a manutenção da saúde, melhorando assim a independência funcional e a qualidade de vida do idoso. A importância que esta população atribui ao exercício na sua saúde é mais sentida no dia-a-dia, revelando-se um fator de motivação pelos programas de exercício (Matsudo, Matsudo, Neto & Araújo, 2003).

No quadro 1 apresentam-se os principais benefícios evidenciados pelo *American College of Sport Medicine* (2009, 2011) nas suas recomendações de 30 minutos diários de atividade física para a população idosa.

Quadro 1- Benefícios do exercício físico regular para a saúde do idoso (ACSM, 2011)

SAÚDE CARDIOVASCULAR	Melhora a resistência;
	Melhora a performance do miocárdio;
	Aumenta o volume diastólico;
	Reduz a tensão diastólica;
	Aumenta a contractilidade do músculo cardíaco;
	Reduz as contrações ventriculares prematuras;
	Melhora o perfil lipídico do sangue;
Aumenta a capacidade aeróbica.	
OBESIDADE	Diminuição do tecido adiposo abdominal;
	Aumenta a massa muscular magra;
	Reduz a percentagem de gordura corporal.
LIPOPROTEINAS/INTOLERÂNCIA	Reduz as lipoproteínas de baixa densidade de glicose;
	Reduz colesterol/lipoproteína de densidade muito baixa;
	Reduz os triglicerídeos;
	Aumenta as lipoproteínas de alta densidade;
	Aumenta a tolerância de glicose.
OSTEOPOROSE	Desacelera o declínio em densidade óssea mineral;
	Aumenta a densidade óssea.
BEM-ESTAR PSICOLÓGICO	Melhora a percepção de bem-estar e felicidade,
	Aumenta os níveis de catecolaminas, noradrenalina e serotonina.
CAPACIDADE FUNCIONAL	Reduz o risco de invalidez músculo-esquelética;
	Melhora a força e flexibilidade;
	Reduz o risco de quedas devido à força aumentada;
	Reduz o risco de fraturas;
	Aumenta a perfusão cerebral e cognitiva.

2.3 – APTIDÃO FÍSICA E ENVELHECIMENTO

Aptidão física é definida como um conjunto de atributos relacionados a saúde ou a desempenho desportivo (Caspersen et al., 1985). Para a população em geral, a aptidão física relacionada com a saúde integra os componentes composição corporal, aptidão cardiorrespiratória, força muscular e flexibilidade (Caspersen et al., 1985). No idoso, em particular, a aptidão física deve ainda incluir as componentes coordenação e equilíbrio (Rikli & Jones, 2001).

2.3.1 – Aptidão muscular

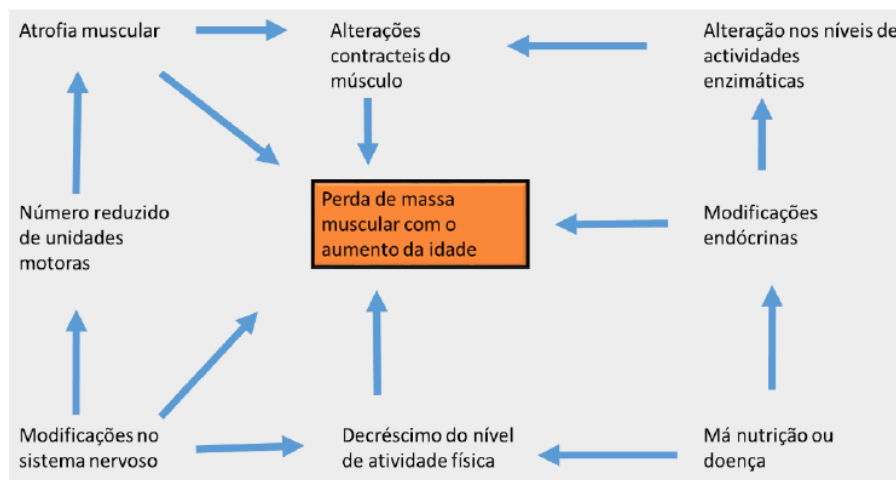
O envelhecimento também é associado a atrofia muscular. Por volta dos 40 anos inicia-se uma perda progressiva de massa muscular em torno de 8% por década até os 70 anos, após isso, esse percentual aumenta para 15% por década (Kim & Choi, 2013). Com o avançar da idade também ocorre uma redução na área de secção transversa do músculo, podendo sofrer uma redução de 30% da segunda para a sétima década de vida, além da redução no número e atividade das unidades motoras, prejudicando o controle motor e conseqüentemente a capacidade funcional de idosos (Faulkner, Larkin, Claflin & Brooks, 2007). O músculo desta população parece ser mais resistente à fadiga isométrica, que pode ser atribuída à atrofia seletiva das fibras musculares de contração rápida, lentidão das propriedades contráteis e diminuição do pico de ligação da unidade motora (Macaluso & De Vito, 2004).

Correia, Mil-Homens, Silva e Espanha (2006), referem que, o fator mais importante do envelhecimento muscular é a redução no número das unidades motoras funcionais, já que a perda de fibras nervosas ocorre particularmente a partir dos 70 anos. Também Faulkner, Larkin, Claflin & Brooks (2007), apontam que, a maior causa adjacente da perda de fibras musculares poderá ser devida à perda de unidades motoras. As unidades motoras das fibras musculares de contração rápida são mais afetadas pelo processo degenerativo, levando as fibras de contração lenta a incorporar as unidades motoras perdidas. Correia, Mil-Homens, Silva e Espanha (2006) indicam que as unidades motoras mais lentas passariam a assumir um papel proporcionalmente mais importante na atividade muscular do idoso, determinando a redução da potência muscular.

Estas mudanças do sistema neuromuscular que ocorrem com a idade induzem alterações nas propriedades contráteis, nomeadamente do aumento do tempo contração; aumento do limiar

de excitação muscular e aumento da contração-tensão (Frontera et al., 2008). Com o envelhecimento, todo este sistema irá funcionar muito mais lentamente devido à diminuição destes componentes, seja em consequência do processo de envelhecimento *per si* ou da inatividade, doença, má nutrição ou a combinação destes fatores (Campbell, McComas & Petito, 1973; Kemper, 2006).

Figura 1 - Relação dos diversos fatores envolvidos na perda de massa muscular ao longo do aumento da idade (adaptado de Vandervoort, 2002).



Na população idosa, a progressiva perda de força e potência é um fator importante na incapacidade assim como a perda da sua independência (Ibanez et al., 2008). A atrofia muscular é algo inevitável, uma perda gradual de fibras musculares começa por volta dos 50 anos de idade e contínua, até que por volta dos 80 anos perde-se cerca de 50% das fibras nos músculos dos membros (Faulkner, Larkin, Claflin & Brooks, 2007). Para Evans (1997), a redução na força é desde os 24% aos 36% nas idades situadas entre os 50 e os 70 anos, e esta perda é mais dramática a partir dos 70 anos de idade. Segundo Carvalho & Soares (2004) a diminuição da força não é apenas específica de cada indivíduo, mas está relacionada também com cada grupo muscular, com o tipo de contração, estando já demonstrado que a força dos membros inferiores tem uma diminuição mais acentuada do que a dos membros superiores. Ao nível da potência esta redução situa-se entre 6% a 11% por década (Spirduso et al., 2005). Correia, Mil-Homens, Silva & Espanha (2006) comentam que mais importante do que a perda de força máxima no idoso é, do ponto de vista funcional, a perda de potência muscular, já que a força de contração das fibras musculares rápidas, é a modalidade de força mais utilizada nas atividades quotidianas (andar, subir escadas, levantar objetos).

Existe a recomendação de que são necessárias intervenções eficazes para prevenir ou reverter a diminuição de massa muscular (Roie et al., 2013). De acordo com Trombetti, et al, (2016), o declínio da massa muscular, força, potência e desempenho físico são fatores que contribuem para aumentar o medo de cair em idosos. Neste sentido vários autores se têm debruçado sobre os benefícios e a importância do exercício na terceira idade. Para Seguin & Nelson (2003), o treino de força tem a capacidade de combater a fragilidade e fraqueza muscular assim como as conseqüentes debilidades, diminuindo o risco de osteoporose, sinais e sintomas de numerosas doenças crônicas, como por exemplo: doenças cardíacas, artrite e diabetes tipo 2, melhorar o ritmo do sono e diminuir a depressão. Davis et al, (2013) e Liu-Ambrose et al, (2010) reforçam os benefícios do treino de força quando referem que é uma estratégia promissora na alteração da trajetória do declínio cognitivo. Evans (1997) refere que é um meio eficaz para requerer o aumento de energia, diminuir a massa gorda corporal e manter metabolicamente ativos os tecidos de massa magra em idosos saudáveis. Aagaard et al., (2010), mencionam ainda que, o treino de força parece extrair efetivamente contramedidas em indivíduos idosos mesmo quando em idade muito avançada com mudanças substanciais nas funções neuromusculares juntamente com a hipertrofia muscular. De maneira notável, o treino induz mudanças na massa muscular e na função do sistema nervoso, conduzindo à melhoria da capacidade funcional durante as atividades da vida diária.

2.3.2 – Aptidão aeróbia

A definição de consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) foi descrita por Hill e Lupton (1923). O $VO_{2máx}$ é o consumo de oxigênio atingido numa dada intensidade de exercício físico, a partir da qual o seu valor não é modificado mesmo que haja um aumento na intensidade de esforço (Hawkins et al, 2007; Hill & Lupton, 1923). De acordo com Shephard (1997), se ao longo da vida a resistência aeróbia não for treinada, esta tende a decrescer, e a partir dos 70 anos, a taxa de perda é de cerca de 8% por década nos homens e 10% por década nas mulheres. Segundo Foss & Keteyain (1998), esta perda é mais frequentemente observada em pessoas sedentárias do que em pessoas mais ativas. Em pessoas treinadas a perda de capacidade aeróbica é mais baixa, indo dos 5% aos 7% por década.

Segundo Spirduso et al., (2005), as alterações verificadas no sistema respiratório incluem: alterações no volume pulmonar, na estrutura dos pulmões e das vias respiratórias, nas trocas

gasosas e na ventilação com rigidez dos músculos respiratórios. Tanto a capacidade vital como o volume expiratório forçado decrescem com a idade, mas o volume residual aumenta, pelo que a capacidade pulmonar permanece inalterada. (Kenney, Wilmore & Costill, 2012). Para Shoemaker (2007) e Silva (2006), o benefício de um estilo de vida ativo em idosos é inegável, sendo que o treino aeróbio tem um impacto positivo nesta faixa etária, não só em performances máximas e submáximas, mas também ao nível da prevenção da doença ou do seu agravamento, contribuindo para a melhoria da capacidade funcional e autonomia do idoso.

Por sua vez, o débito cardíaco máximo (produto do volume sistólico máximo pela frequência cardíaca máxima) diminui ao longo do processo de envelhecimento (Carvalho & Mota, 2002). A redução importante do volume sistólico máximo (quantidade de sangue ejetada pelo ventrículo esquerdo a cada contração ventricular) somada à redução da frequência cardíaca máxima, representam a combinação de modificações centrais resultantes do processo de envelhecimento e destreino, implicadas na diminuição do VO_{2max} (Lipsitz, 1989). No seu conjunto, as alterações estruturais e mecânicas do coração condicionam um menor débito cardíaco máximo e conseqüentemente, uma diminuída capacidade de transporte de sangue e de oxigénio para os músculos em atividade (Astrand et al., 2003). A aptidão cardiorrespiratória, para além de ser um indicador de funcionalidade, é também considerada como um fator de risco cardiovascular (Williams, 2001), deste modo, a preservação do $VO_{2máx}$ e, se possível, o seu incremento é fundamental para a saúde e qualidade de vida dos idosos.

De acordo com Borst, Vincent, Lowenthal & Braith (2002) sugerem que o aumento da força como consequência do treino de exercícios de resistência permite aos idosos alcançar ou melhorar a sua capacidade aeróbia. Os programas com recomendações aeróbias podem melhorar as capacidades de autocuidado e bem-estar geral; melhorar a condição cardiovascular e resistência geral; melhorar a força muscular; manter ou melhorar a flexibilidade, a coordenação e o equilíbrio; maximizar o contacto social; melhorar o controlo de peso; ajudar o sistema digestivo; promover o relaxamento; aliviar a ansiedade, insónias e depressão (Shoemaker, 2007). Segundo Kenney, Wilmore & Costill, (2012), quando os indivíduos idosos treinam a intensidades relativamente altas conseguem aumentar a capacidade de resistência e de força. O aumento de $VO_{2máx}$ nos idosos resulta sobretudo do aumento das atividades enzimáticas musculares oxidativas. Este treino de resistência produz

ganhos similares em pessoas saudáveis independentemente da idade, sexo, ou nível inicial de aptidão física.

2.3.3- Flexibilidade

A flexibilidade pode ser definida como a capacidade de uma estrutura muscular esquelética, sem restrições, e com uma amplitude máxima fisiológica de uma determinada articulação ou conjunto de articulações, que executam um dado movimento num plano em função do eixo (Dantas et al., 2002). Cada indivíduo tem o seu grau de flexibilidade que depende de fatores internos (como a genética, idade, composição corporal e sexo) e externos (como condições climáticas, treino) (Alter, 1996; Holland et al, 2002). Segundo Carvalho & Mota (2002), a capacidade da flexibilidade desenvolve-se até aos 20 - 25 anos, ponto a partir do qual tende a diminuir progressivamente. No entanto, esta diminuição é mais marcada a partir dos 55 anos. A sua perda compromete a amplitude do movimento e parece estar relacionada com equilíbrios em situações do quotidiano (Dantas et al., 2002). Deste modo, a preservação da flexibilidade parece ser fundamental sobretudo na manutenção do padrão de locomoção (Wood et al., 1999). Do ponto de vista da manutenção da independência física, o treino de flexibilidade deve ser incorporado em programas de exercício físico (Buchner et al., 1997).

Segundo Shephard et al., (1990), entre os 20 e os 70 anos a flexibilidade decresce 20% a 30%. Diminuição que tem sido associada a múltiplos fatores relacionados com as alterações musculares decorrentes da idade, em particular com a substituição de grande parte do tecido muscular por colagénio provocando uma limitação da elasticidade (Amesen & Lawson, 2006), com as alterações articulares, nomeadamente ao nível da cápsula articular (Holland et al., 2002) e fundamentalmente com o desuso (Fatouros et al., 2006).

A falta de flexibilidade pode prejudicar a mobilidade, quer da parte inferior do corpo (Felson et al., 2000), quer da parte superior (Jette et al., 1990). Adicionalmente, baixos níveis de flexibilidade têm sido associados ao aparecimento de lesões, particularmente da coluna vertebral e à maior dificuldade de caminhar e de realizar tarefas quotidianas de forma autónoma (Farinatti & Lopes, 2004; Kerrigan et al., 2003).

2.3.4 - Equilíbrio

Define-se equilíbrio como “a habilidade de manter a posição do corpo (do centro de massa) dentro dos limites de estabilidade através da inter-relação das várias forças que atuam sobre o corpo, incluindo a força de gravidade, dos músculos e inércia, ou seja, pode considerar-se como tarefa básica do equilíbrio a manutenção da estabilidade corporal tanto em condições estáticas quanto dinâmicas” (Teixeira, 2013). De forma similar ao que ocorre nas outras componentes da aptidão física, o envelhecimento está associado a uma perda no equilíbrio, que afeta, sobretudo, a deslocação e aumenta o risco de quedas (Ruwer et al., 2005). Estes episódios condicionam uma redução importante do movimento corporal, mesmo para a realização de atividades da vida diária simples (Messier et al., 2000). As alterações no equilíbrio são resultantes das perdas conjuntas na função articular, óssea e muscular, mas também na degenerescência dos sistemas: sensorial, visual e vestibular (Rose, 2010). A hipocinesia resultante tende a culminar em maiores perdas de força muscular, flexibilidade e degenerescência dos sistemas sensoriais acentuando o desequilíbrio (Ruwer et al., 2005).

O equilíbrio, a manutenção e controlo da postura, são requisitos essenciais para a independência na realização de muitas atividades da vida diária (Pajala et al., 2004). Tarefas simples do dia-a-dia como transportar objetos, abrir portas, tocar à campainha, caminhar, descer e subir escadas, provocam nos idosos alterações no seu centro de gravidade, apelando sucessivamente à manutenção do equilíbrio (Perracini, 2005). Se esta capacidade estiver diminuída, estas ações podem tornar-se um verdadeiro desafio.

Ao nível do equilíbrio, Ferguson, (2014); Riebe et al., (2018), recomendam que esta capacidade seja incluída em programas de força e/ou resistência aeróbia. Os exercícios devem ser seguros e contemplar mudança de direção e ritmo, com complexidade progressiva (Chodzko-Zajko et al., 2009). Embora a evidência não seja robusta, o treino de equilíbrio e do controlo postural parece contribuir para a manutenção da mobilidade (den Ouden et al., 2011) e para a prevenção das quedas (Allison et al., 2013). As quedas constituem um problema crescente de saúde pública, sendo particularmente evidente nos idosos, resultando, na maior parte dos casos, em consequências físicas e psicológicas que levam à perda de independência (Roe et al., 2013). O medo decorrente da queda, afeta, não raras vezes, a autoconfiança do idoso para a realização das atividades da vida diária, repercutindo-se negativamente na quantidade de atividade física diária, nos níveis de aptidão física, o que, por

sua vez, contribui para o maior isolamento social e para o aumento da dependência de outrem (Carter et al., 2001).

Assim sendo, e tendo em consideração que, as quedas são cada vez mais um problema de saúde pública, podendo originar lesões graves e complicações como a dependência funcional por aumento da incapacidade e a diminuição da qualidade de vida no idoso (Fuller, 2000; Tinetti et al., 1995; Voermans et al., 2007), é cada vez mais determinante investir em formas de diminuir a instabilidade corporal e atenuar o medo de cair.

2.3.5 – Composição corporal

A composição corporal (CC) refere-se à divisão do corpo em dois grandes componentes: (i) massa magra (MM), que engloba todos os tecidos corporais não gordos, incluindo o esqueleto, a água, o músculo, o tecido conjuntivo, os tecidos orgânicos e os dentes, e (ii) Massa Gorda (MG), incluindo a gordura essencial incorporada nos órgãos e tecidos e a gordura não essencial no tecido adiposo (Heyward, 2010). Porque as alterações na CC estão associadas a várias condições de morbidade e mortalidade, a sua avaliação constitui-se como um componente comum e importante da avaliação da aptidão física global (ACSM, 2009).

Adultos com a mesma altura e o mesmo peso podem ter composições corporais muito distintas. Clinicamente, a composição corporal é vista sob dois aspetos: a MG e a massa livre de gordura (MLG) (Spiriduso et al., 2005). A MLG engloba todos os tecidos corporais não gordos, incluindo o esqueleto, a água, o músculo, o tecido conjuntivo, os tecidos orgânicos e os dentes (ACSM, 2006). Estima-se, subtraindo a MG da massa corporal total. A massa corporal magra (MCM) é um termo muitas vezes usado de forma permutável com a MLG, embora a MCM inclua a gordura essencial (necessária para a função normal do sistema nervoso central e outros órgãos do corpo) (Spiriduso et al., 2005). Segundo Leite et al., (2012), estima-se que por volta dos 70 anos de idade, os idosos possuem mais 25 a 40% de MG.

A evidência científica é clara no que diz respeito à diminuição da massa muscular e ao aumento da massa gorda total ao longo do envelhecimento, mesmo na ausência de modificações significativas no peso corporal (Baumgartner et al., 1998; Carvalho & Soares,

2004). Matsudo, Matsudo, Neto & Araújo (2003) definem sarcopenia como um termo genérico que indica a perda de massa, força e qualidade do músculo-esquelético, que tem impacto significativo na saúde pública, pelas suas reconhecidas consequências funcionais no andar e no equilíbrio, aumentando o risco de queda e perda da independência física funcional. A sarcopenia está ainda associada à perda de qualidade da função contrátil na massa muscular esquelética, que resulta na perda de força e de capacidade aeróbia, assim como de capacidade funcional. Está ainda relacionada intimamente com a diminuição de massa mineral óssea, índice metabólico basal e aumento do conteúdo de massa gorda corporal (Evans & Campbell, 1993; Taylor & Johnson, 2008). Surge também uma perda de massa óssea, que é caracterizada pelo desequilíbrio entre os osteoblastos e osteoclastos, por consequência verifica-se uma maior ocupação do espaço medular por células lipídicas e adipócitos, clinicamente manifesta-se pelo maior risco de fratura (Giordano, et al., 2016).

A osteoporose é um grande problema de saúde pública, responsável por mais de 1,5 milhões de fraturas todos os anos (Bailey et al., 2000). As do colo do fêmur são o tipo mais grave de fratura osteoporótica. Estudos epidemiológicos afirmam que 30% das mulheres que sofrem fraturas osteoporóticas do colo do fêmur acabam por morrer após um ano de lesão e outros 25% permanecem incapacitados (Bennett, 1995; Lamichhane, 2005). Um relatório técnico sobre a prevenção e tratamento da osteoporose, publicado pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2002), afirmou que o risco de vida para fraturas do colo do fêmur e das vértebras é semelhante à doença cardíaca coronária, ou seja, de aproximadamente 40%.

2.4 – PRESCRIÇÃO DO EXERCÍCIO FÍSICO NA POPULAÇÃO IDOSA

Segundo as guias de prescrição da ACSM (2006), indivíduos idosos com a mesma idade cronológica podem diferir drasticamente na sua idade fisiológica e responder aos estímulos do exercício de forma diferenciada, dificultando a distinção dos efeitos da idade por si na função fisiológica. Os benefícios da atividade física pressupõem uma prática racional, adaptada e controlada ao estado de saúde e de condição física de cada um, por forma a não sobrecarregar excessivamente os diferentes sistemas orgânicos (Carvalho & Soares, 2004). O declínio da atividade funcional e a perda de independência estão associados ao avançar da idade. Deste modo, os idosos que permanecem ativos durante toda a vida mostram sinais

menores deste declínio comparativamente com os mais sedentários (Swain & Leutholtz, 2007).

2.4.1 – Treino de força

Vários estudos concluíram que, existe um decréscimo de massa muscular tanto em homens como em mulheres de cerca de 30 a 50% entre os 40 a 80 anos de idade e este decréscimo é acompanhado de uma diminuição da força e da potência muscular, um aumento da fraqueza e fadiga muscular, e que o somatório destes efeitos mostra que ao nível do sistema músculo-esquelético têm um impacto significativo nas atividades do dia-a-dia dos idosos (Faulkner, Larkin, Claflin & Brooks (2007).

Peterson, Rhea, Sen, & Gordon (2010), afirmam que o treino de força é uma modalidade eficaz para idosos, tanto para os homens como para mulheres, e poderá significar um aumento na capacidade de produção de força muscular, pelo que sugerem uma associação positiva entre a intensidade do treino de força e o grau de melhoria da força (Macaluso & De Vito, 2004). O trabalho de força deve ser orientado no sentido de existir um equilíbrio entre os músculos flexores e extensores (Carvalho & Soares, 2004). O treino regular da força parece não apenas estimular a força e a hipertrofia muscular em idosos, como também induzir alterações nas suas propriedades contráteis, como referem os autores Carvalho & Soares (2004) na sua revisão.

O treino de força, segundo Peterson, Rhea, Sen, & Gordon (2010), é eficaz no aumento de força entre os idosos, particularmente se for realizado treino com alta intensidade, pelo que os mesmos autores sugeriram que o exercício de força é algo viável, estratégico para prevenir a fraqueza muscular generalizada que está associada ao envelhecimento. Neste quadro os autores sugerem que programas de treino de força intensos são melhores para o aumento da força muscular, em particular o treino com intensidades de aproximadamente 40-90% de 1RM. Baseando-se numa classificação *à priori*, de baixa intensidade <60% de 1RM, baixa/moderada intensidade (60-69%), moderada/alta intensidade (70- 79%) e alta intensidade >80% de 1RM, a média da alteração da força relativa (percentagens de pré e pós intervenção), nesta revisão Peterson, Rhea, Sen, & Gordon (2010) demonstram que as altas intensidades de treino estão associadas aos grandes aumentos de força, quando comparadas com treinos de baixa a moderadas intensidades de treino, nas populações idosas.

No estudo de Orr et al., (2006), participaram 112 idosos saudáveis, com média de idades de 69 anos, realizaram treino de potência a 20% (baixo), a 50% (médio) e a 80% (alta) da força máxima, durante 8-12 semanas, em máquinas de resistência ajustável, em que o treino de potência aumenta o equilíbrio. Observaram ainda que o treino de potência aumenta a média da força muscular e resistência como resposta ao tipo de dose aplicada com a intensidade do treino, aumentando da mesma maneira a potência nos grupos de treino. Romero-Arenas, Martinez-Pascual & Alcaraz (2013), recomendam o treino de força em circuito como sendo uma modalidade que estimula os benefícios de ambos os sistemas cardiovascular e muscular, consideram que estes programas devem ter 10 a 15 exercícios de diferentes partes do corpo, com 12-15 repetições, uso de peso moderado (40%-60% do 1RM), com 15-30 segundos de descanso entre estações. Este tipo de circuito deverá ser repetido 1 a 3 vezes, dependendo do nível físico do idoso.

Os programas de atividade física para os idosos devem incluir exercícios de treino de força para membros superiores e inferiores, particularmente em idades mais avançadas, para combater as mudanças das fibras tipo II, redução das áreas transversais musculares e limitação nas atividades (Sions et al., 2012). Na população idosa a preservação da coordenação e da potência muscular pode diminuir significativamente o risco de queda e aumentar a independência funcional (Carvalho & Soares, 2004; Earles, Judge, & Gunnarsson, 2000). Os aumentos de força estão associados a melhorias funcionais, aspeto determinante para a manutenção da autonomia diária do idoso e conseqüentemente para a sua qualidade de vida (Carvalho & Soares, 2004; Kraemer & Fleck, 2010). De acordo com Cadore, Pinto, Bottaro, & Izquierdo (2014), mesmo idosos frágeis podem beneficiar de um programa de treino de força muscular. Os resultados de uma meta-análise mostram que um programa de treino de força pode aumentar entre 20 a 80% na área de secção transversa muscular e de 60 a 85% no ganho de força máxima (1RM) em idosos frágeis (Ihalainen et al., 2019).

Taylor & Johnson (2008), recomendam os seguintes princípios gerais no treino de força: individualização, especificidade, sequência do exercício, cargas progressivas, número de séries e de repetições, frequência e descanso; primeiro os grandes grupos musculares e só depois os grupos musculares mais pequenos, primeiro treinar as pernas, em seguida as costas, peito, ombros, braços e zona abdominal; treino em forma de circuito de máquinas e só depois pesos livres; repetições entre 8 a 10; aumento gradual da carga até aos 80% de 1RM, controlo das contrações no movimento concêntrico e excêntrico, maximizando o efeito da carga (Taylor & Johnson, 2008).

De acordo com o ACSM e *American Heart Association*, o treino de força no idoso deve ser praticado regularmente (Nelson et al., 2007), mesmo por idosos com patologias como osteoartrose ou insuficiência cardíaca (*American Geriatrics Society*, 2001).

Em linhas gerais, um programa de treino de força deve incluir (Riebe et al., 2018)

- 8 a 10 exercícios para grandes grupos musculares;
- 1 a 3 séries;
- 8 a 12 repetições;
- Intensidade entre 40% a 50% de 1RM para idosos iniciados; 60% a 80% de 1RM para idosos com experiência no treino;
- Frequência semanal: pelo menos 2 vezes;
- Descanso: 24 a 48 horas entre sessões;
- Volumes mais baixos podem ser recomendados para idosos sedentários;
- A amplitude dos movimentos deve ser a máxima individual confortável.

Um dos cuidados fundamentais diz respeito à manobra de Valsava (Evans, 1999), que deve ser fortemente evitada devido ao impacto na hemodinâmica (aumento da pressão arterial) (Bracarense et al., 2016).

2.4.2 – Treino aeróbio

Um programa de exercícios não pode reverter as alterações estruturais, nem do tórax, nem dos pulmões, mas pode reduzir a necessidade de O_2 na execução das tarefas e permitir também o desenvolvimento de um maior pico na sua utilização, dessensibilizando o indivíduo à dispneia (Shephard, 1993). Grande parte dos estudos realizados em idosos, o sentido dos resultados evidência que, quer os indivíduos mais ativos, quer os que são sujeitos a um aumento da atividade física, tendem a demonstrar melhores níveis de aptidão cardiorrespiratória, quando comparados com indivíduos sedentários (Oja, 2001; Zhang et al., 2003). Para além disso, e segundo referem alguns autores (Hawkins e Wiswell, 2003; Malbut et al., 2002; Westerterp e Meijer, 2001), a resposta do sistema cardiovascular ao treino permanece adaptado nas diferentes faixas etárias, observando-se aumentos relativos no $VO_{2máx}$ em adultos de qualquer idade, equivalentes aos observados em indivíduos jovens. Neste sentido, e dado o efeito que o treino aeróbio tem na melhoria da aptidão cardiovascular,

reduzindo também o risco de doença cardíaca e de outras causas de mortalidade, parece prudente a recomendação de atividades aeróbias em adultos de todas as idades (Hawkins e Wiswell, 2003), uma vez que as intervenções, que melhoram a capacidade aeróbia nos idosos, são uma estratégia efetiva para aumentar a independência funcional e diminuir a prevalência de muitas doenças associadas à idade (ACSM, 2006).

O resultado de uma meta-análise efetuada por Lemura et al., (2000), refere que o treino de resistência de baixa intensidade em adultos idosos, melhora significativamente a capacidade funcional e que, a intensidades mais elevadas, esse aumento pode ser ainda maior. Essas alterações ocorrem em períodos inferiores a 15 semanas de treino, mesmo utilizando diferentes modalidades. É referido, no entanto, que a duração do estímulo deve ser de, pelo menos, 30 minutos, indo ao encontro das recomendações correntemente citadas na literatura científica (ACSM, 2006). Hussain et al., (2016), também demonstraram a eficácia do treino aeróbio em idosos de 67 anos que realizaram exercícios aeróbios de 30 a 35 minutos por sessão, três vezes por semana, durante 16 a semanas, com melhoria no $VO_{2máx}$. Este estudo revelou dois fatores importantes: (I) resultados estatisticamente significativos ocorrem nos idosos que realizaram o treino aeróbio a uma intensidade de 60-65% do $VO_{2máx}$, não ocorrendo, desta forma, diferenças significativas nos idosos que realizaram exercícios acima dos 70% do $VO_{2máx}$; (II) quanto maior o treino, melhor, ou seja, foi observada uma diferença significativa no ganho de $VO_{2máx}$ às 20 semanas e posteriormente às 24 e 30 semanas.

Para além dos ganhos no $VO_{2máx}$, Tadaishi et al., (2011) demonstraram no seu estudo, melhorias nos índices de capilarização de 30 a 40%, no débito cardíaco máximo e na capacidade respiratória mitocondrial. O estudo teve a duração de 12 semanas, realizando-se sessões de 45 minutos, com uma frequência de 3 vezes por semana e uma intensidade de cerca de 70% do $VO_{2máx}$.

As recomendações do ACSM para o treino de resistência aeróbia são (Riebe et al., 2018):

- Frequência: 5 ou mais vezes por semana com intensidade moderada ou 3 ou mais vezes por semana de intensidade vigorosa.
- Intensidade: moderada (5 a 6 na escala de perceção subjetiva de esforço de 0 a 10) ou vigorosa (7 a 8 na escala de perceção subjetiva de esforço de 0 a 10);
- Duração: 30 a 60 minutos, por dia, de intensidade moderada; ou 20-30 minutos por dia de intensidade vigorosa; ou combinação entre moderada e vigorosa com no mínimo 10 minutos de duração;

- Tipo: qualquer tipo desde que não represente stress ortopédico excessivo. Para idosos com dificuldade em tolerar o peso do corpo, o ACSM recomenda realização de bicicleta estática.

2.4.3 – Treino multicomponente

O treino multicomponente (TMC) caracteriza-se como um programa que inclui, em cada sessão, duas ou mais componentes físicas (isto é, resistência aeróbia, força, equilíbrio e flexibilidade) (Carvalho et al., 2009). Vários investigadores têm recomendado cada vez mais este tipo de prática tendo em conta os seus benefícios (ACSM, 2011; Carvalho et al., 2008; Cresse et al., 2005; Nelson et al., 2007).

Em idosos, o TMC pode ser mais favorável para a aptidão física geral comparativamente a programas de treino voltados exclusivamente para o desenvolvimento da capacidade física, uma vez que se trata de um treino completo, com exercícios de resistência aeróbia, força, equilíbrio, coordenação e flexibilidade (Bouaziz et al., 2016). Programas TMC parecem reverter a fragilidade, melhorar a função cognitiva (Losa-Reyna et al., 2019) e aspetos de cariz social e psicológico (Tarazona-Santabalbina et al., 2016). A título genérico, nos programas TMC, a resistência aeróbia pode englobar exercícios como marcha, dança, coreografias que aumentem a frequência cardíaca e respiratória (Carvalho et al., 2009). Ao nível da força muscular, são geralmente preconizados, sobretudo, exercícios com o peso do corpo (como os agachamentos, por exemplo) e com equipamentos simples e de fácil manipulação, como elásticos de resistência e halteres. Para o equilíbrio, os programas TMC devem preconizar a realização de exercícios simples, com duração aproximada de 10 - 30 segundos (Nelson et al., 2007; Riebe et al., 2018). Para a flexibilidade, os programas TMC devem indicar a realização de exercícios estáticos ou movimentos lentos, com duração aproximada de 30 - 60 segundos. (Riebe et al., 2018).

Um estudo realizado por Carvalho et al., (2009), durante 8 meses, onde foi avaliado o efeito do TMC sobre a aptidão física em mulheres, demonstrou resultados significativos na força dos membros superiores (17,4%) e inferiores (27,3%), na flexibilidade superior (14,5%) e inferior (17,4%) e na agilidade e equilíbrio dinâmico (11%). Por sua vez, Faria e Marinho (2004), num estudo desenvolvido com idosos institucionalizados verificaram que o TMC durante 8 semanas levou a melhorias significativas nas seguintes dimensões da aptidão física:

força, flexibilidade, equilíbrio e coordenação. Da mesma forma, também Worm et al., (2001), realizaram um estudo com idosos institucionalizados, tendo este uma duração de 12 semanas e onde foram obtidos resultados significativos na força muscular, equilíbrio e capacidade funcional.

Os treinos podem ser efetuados com elevada tolerância por idosos saudáveis, desde que respeitando as regras de atividade física para este grupo etário (Carvalho & Soares, 2004). Num estudo com 19 idosos, de idades compreendidas entre os 65 e os 81 anos, divididos em dois grupos. Com treinos diferenciados, um de ginástica de manutenção e o outro com treino de musculação, obtiveram alterações positivas. O treino com recurso a resistências elásticas provou ser eficaz na melhoria da força muscular em indivíduos idosos saudáveis e não saudáveis (Martins et al., 2013).

Com recurso à utilização do TMC, Marques et al., (2009), realçam que o exercício crónico causa alterações nos lípidos do sangue e que o exercício aumenta os níveis de colesterol HDL, representando uma diminuição de 11% no fator de risco de doença arterial coronária. Gudlaugsson et al., (2013), mostram que a intervenção de um TMC tem efeitos positivos no desempenho de indivíduos idosos, com respostas similares no treino de ambos os sexos, e que estes retêm as melhorias durante pelo menos 12 meses. Henwood & Taaffe (2006), num estudo com 67 idosos saudáveis e independentes (com média de 70 anos), durante 8 semanas e duas vezes por semana, indicam que um treino de força resistente a alta velocidade é eficaz na alteração muscular desta população.

Outros estudos que utilizaram o TMC alcançaram melhorias na força muscular (Carmeli et al., 2000; Nelson et al., 2004; Toraman & Sahin, 2004; Toraman et al., 2004; Worm et al., 2001), agilidade/ equilíbrio dinâmico (Carmeli et al., 2000; Carvalho et al., 2009; Nelson et al., 2004; Toraman & Sahin, 2004; Toraman et al., 2004; Worm et al., 2001) o mesmo se verificando na resistência aeróbia (Toraman et al., 2004; Worm et al., 2001) e o mesmo na flexibilidade (Toraman & Sahin, 2004).

As linhas orientadoras mais recentes do *American College of Sports Medicine* (ACSM 2011) recomendam para a saúde e o bem-estar em geral da população idosa, um programa físico completo e multidimensional onde sejam incluídas as diferentes componentes da aptidão física tais como a força muscular, resistência aeróbia, equilíbrio e flexibilidade.

Especificamente, sugerem que, para uma saúde e um melhor desempenho nos últimos anos de vida, os idosos devem envolver-se em:

- Exercícios aeróbios contínuos ou intervalados. Atividades ritmadas como caminhar, pedalar, dançar, subir escadas ou nadar, que envolvem grandes grupos musculares. Frequência de 3 a 5 dias por semana, com uma intensidade de 50 a 85% do $VO_{2\text{máx}}$ de reserva ou 60 a 90% da $FC_{\text{máx}}$, com uma duração de treino de 20 a 60 minutos (podendo ser pela acumulação de vários momentos de 10 minutos de atividade ao longo do dia);
- Exercícios de fortalecimento muscular em 2 a 3 dias por semana, progredindo dos exercícios de resistência de força para outros de alta intensidade, uma vez que, o objetivo é o incremento da massa muscular e da força. Realizar de 8 a 10 exercícios por sessão;
- Exercícios que melhorem a flexibilidade, o equilíbrio e a agilidade. Com uma frequência de 2 a 3 sessões por semana;
- Um programa de exercício físico em idosos deve ser multifatorial e incluir atividades que trabalhem todas as componentes da aptidão física. É importante salientar que idosos mais debilitados e com pouca aptidão física podem necessitar de um prévio e gradual fortalecimento muscular antes de iniciar qualquer programa de treino aeróbio, pois muitas das vezes, a melhoria da aptidão de um idoso em efetuar marcha, depende em grande medida, do equilíbrio e da força na parte inferior do tronco.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

3.1 – PROBLEMA

As recomendações mais recentes reconhecem a importância da combinação do treino aeróbio, com treino de força, flexibilidade e equilíbrio para a manutenção da funcionalidade global do idoso (ACSM, 2006; Nelson et al., 2007). Todavia, os resultados destes estudos são muitas vezes contraditórios. Alguns autores apresentam resultados positivos (Carvalho et al., 2009; Toraman & Sahin, 2004) e outros surgem com resultados não tão positivos (Takeshima et al., 2004).

Este não consenso na literatura é particularmente evidente quanto aos efeitos dos programas de Exercício Físico (EF) na composição corporal (CC). Assim, enquanto alguns autores descrevem que o EF, particularmente o de natureza aeróbia é o mais adequado e com efeitos positivos na redução da percentagem de gordura corporal (Chodzko-Zajko et al., 2009; Haskell et al., 2007), outros argumentam que o treino de resistência e mesmo de potência muscular, está intimamente relacionado com ganhos na massa muscular sendo por isso, passível de reduzir a gordura corporal, em virtude do aumento no gasto energético, promovendo desta forma alterações favoráveis na composição corporal e na mobilidade funcional dos idosos (Deschenes, 2004).

Neste sentido, sendo o treino multicomponente combinado com exercícios de força, aeróbio, flexibilidade e equilíbrio, a ordem dos exercícios utilizados na parte fundamental da aula poderá alterar o efeito do dito programa na aptidão funcional, composição corporal e força isométrica.

3.2 – OBJETIVO GERAL

Verificar o efeito de um programa de treino multicomponente, com alteração da ordem dos exercícios utilizados na parte fundamental da aula, na composição corporal, força isométrica e aptidão funcional em idosas ao longo de 32 semanas.

3.3 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar se alterando a ordem de exercícios em dois grupos de treino multicomponente em idosas (Grupo A: Treino Multicomponente (Aquecimento seguido de treino aeróbio, de treino de força e relaxamento; Grupo B: Treino Multicomponente (Aquecimento seguido de treino de força, de treino aeróbio e relaxamento), verificam-se alterações nas seguintes variáveis:

- a) Composição corporal (Índice de massa corporal (IMC), Metabolismo Basal (MB), Gordura Visceral (GV), Massa Óssea (MO), Massa Magra (MM), Massa Gorda (MG) e Água);
- b) Avaliação da força isométrica (extensão e flexão do joelho, flexão do cotovelo, e preensão manual);
- c) Avaliação da aptidão funcional (*Arm curl* (AC), *Back scratch* (BS), *Seat and reach* (SR), *Time Up and Go* (TUG), *Chair stand* (CS), *2 minut step test* (2ST)).

3.4 – HIPÓTESES

3.4.1 – Hipótese geral

Os programas de treino multicomponente com a duração de 32 semanas produzem diferenças estatisticamente significativas na composição corporal, força isométrica e aptidão funcional em idosas.

3.4.2 – Hipóteses secundárias

H1 – Verificam-se diferenças significativas na composição corporal entre momentos de avaliação e entre grupos.

H2 – Verificam-se diferenças significativas na força isométrica entre momentos de avaliação e entre grupos.

H3 - Verificam-se diferenças significativas na aptidão funcional entre momentos de avaliação e entre grupos.

3.5 – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra deste estudo foi constituída por 91 idosas voluntárias, com idades compreendidas entre 60 e 85 anos ($67,69 \pm 5,30$) que participavam regularmente no programa “Mais Idade Mais Saúde” promovido pelo IPB.

Todos os voluntários que se disponibilizaram a participar no estudo foram devidamente informados sobre o protocolo experimental considerando os aspetos éticos referidos na Declaração de Helsínquia (2004). O consentimento informado foi dado a ler aos voluntários e foram prestadas informações adicionais sempre que solicitadas.

Foi garantida aos participantes a confidencialidade dos dados pessoais e o anonimato de todos os indivíduos que aceitaram participar no estudo. Aos participantes foi solicitado que continuassem as suas atividades de rotina do dia-a-dia, não alterando substancialmente o seu nível de atividade física diária.

Na avaliação inicial, os participantes preencheram um questionário global de saúde no sentido de se observar as condições clínicas presentes e passadas, bem como, a medicação que os mesmos estavam a fazer.

Os critérios de inclusão da amostra considerados foram os seguintes:

- (i) Ter idade acima de 65 (inclusive) anos;
- (ii) Ser funcionalmente independente nas suas tarefas diárias;
- (iii) Não apresentar manifestações clínicas severas de doenças crónicas ou medicação que pudessem comprometer o protocolo experimental, nomeadamente complicações severas a nível cardiovascular, muscular, metabólico e articular.

Foram também definidos os seguintes critérios de exclusão:

- (i) Ausência superior a 25% do total das sessões de treino;
- (ii) Ausência em 4 sessões consecutivas;
- (iii) Não comparecimento aos momentos de avaliação.

Na Tabela 1 são apresentadas as principais características da amostra.

Tabela 1 – Caracterização amostra por grupos e média de idade

GRUPO	N	Media±DP
Grupo A	30	69,46±5,63
Grupo B	32	70,29±5,28
Grupo C	29	69,84±5,95

Legenda: Grupo A - Treino Multicomponente (Aquecimento+aeróbio+força+relaxamento); Grupo B - Treino Multicomponente (Aquecimento+força+aeróbio+relaxamento); Grupo C – Controlo.

3.6 – MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Antropometria e Composição Corporal:

Massa Magra, Percentagem de Massa Gorda, Densidade Mineral Óssea e Gordura Visceral. A massa corporal total, massa muscular, massa gorda e densidade óssea foram avaliadas com roupa leve e sem calçado, numa balança digital de bioimpedância (Tanita, Illinois, USA). A estatura foi medida com os sujeitos em pé e a cabeça no plano de Frankfurt. O IMC, expresso em kg/m^2 foi calculado através da fórmula ($\text{massa corporal}/\text{altura}^2$). Foram utilizados os valores de referência da Organização Mundial de Saúde para o IMC (peso normal entre 18,50 e 24,99 $\text{massa corporal}/\text{altura}^2$; pré-obeso entre 25 e 29,99 $\text{massa corporal}/\text{altura}^2$; Obeso classe I entre 30 e 34,99 $\text{massa corporal}/\text{altura}^2$; Obeso classe II entre 35 e 39,99 $\text{massa corporal}/\text{altura}^2$).

Aptidão funcional:

Foi feita a avaliação da aptidão funcional, utilizando a bateria de testes *Functional Fitness Test* (FFT) (Rikli & Jones, 1999) que foi desenvolvida para avaliar os principais parâmetros físicos associados à mobilidade funcional sendo constituída por 6 itens: força e resistência dos membros inferiores (levantar e sentar na cadeira-30-s *chair stand*), e dos membros superiores (flexão do antebraço - *Arm curl*), a flexibilidade inferior (sentado, alcançar os membros inferiores com as mãos - *Chair sit-and-reach*), e superior (alcançar atrás das costas

com as mãos- *Back scratch*), mobilidade física, velocidade, agilidade e equilíbrio dinâmico (levantar, caminhar 2,44m e voltar a sentar - *8-ft up-and-go*) e resistência aeróbia (dois minutos de *step* no mesmo lugar - *2 Minutes Step Test*).

Força isométrica:

A força máxima estática (isométrica) voluntária foi medida nos músculos anteriores e posteriores da coxa de forma unilateral. A realização das respectivas ações concêntricas (quadricípites femorais e isquiotibiais) teve uma duração máxima de 10 segundos e apelando à superação com feedback do avaliador. Foi colocado o dinamômetro na perpendicular ao solo e posicionado junto do braço extensor/flexor da máquina (Neves et al., 2010). Para tal foi utilizado um dinamômetro Globos com resolução à centésima, colocado nas máquinas Leg Extension (aos 60° para a avaliação da força máxima nos músculos anteriores da coxa) e na Leg Curl (aos 60° para a avaliação da força máxima dos músculos posteriores da coxa) (Kellis, Baltzopoulos, 1996). Cada participante realizou 3 tentativas tendo sido assumido o maior valor de força indicado (Schneider, Meyer, 2005; Schneider, Benetti, Meyer 2004), foi cumprido um intervalo superior a 2 minutos entre cada tentativa (Ramsay et al,1990; Hebestreit, 1993).

A avaliação da força de flexão do cotovelo seguiu as recomendações da Sociedade Americana de Fisiologia do Exercício, descrita por Brown (2003). O idoso permanece em pé, cotovelo junto ao corpo com flexão de 90°, antebraço em supinação máxima (a supinação do antebraço foi utilizada como forma de avaliar a força de flexão do cotovelo sem a interferência desta outra função importante do bíceps). Foi utilizado o dinamômetro Globos, uma das suas extremidades fica fixa junto ao pé do idoso, a outra extremidade na mão. Cada participante realizou 3 tentativas tendo sido assumido o maior valor de força indicado (Schneider, Meyer, 2005; Schneider, Benetti, Meyer 2004), tendo sido cumprido um intervalo superior a 2 minutos entre cada tentativa (Ramsay et al,1990; Hebestreit, 1993).

A avaliação da força de preensão manual foi realizada de acordo com *American Society of Hand Therapists* e com recurso à dinamometria (dinamômetro Jamar). Os voluntários estavam sentados numa cadeira com encosto vertical reto e sem suporte para os braços. Cotovelo fletido a 90° e o antebraço em posição neutra (Fess, 1992). É recomendada a escolha da mão dominante. Os sujeitos foram instruídos a exercerem a sua força máxima,

sem movimentos súbitos, e manterem essa contração por cinco segundos de medição, de acordo com as recomendações de Caldwell et al. (1974).

Cada participante realizou três medições, com intervalos de um minuto, de modo a evitar fadiga muscular. A medição de maior valor foi assumida como resultado (Hanten et al., 1999; Hillman et al., 2005).

3.6.1 – Programa de treino multicomponente

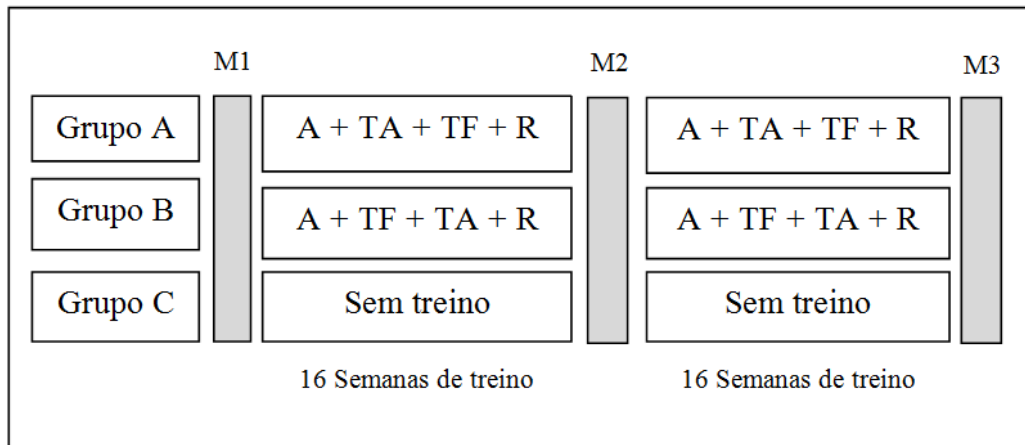
Os exercícios utilizados combinaram exercícios aeróbios, resistidos, de flexibilidade e equilíbrio. Este programa foi planeado tendo em conta as recomendações delineadas por Carvalho et al., (2009). As sessões de cerca de 50-60 minutos foram constituídas por cinco partes fundamentais: (i) 5-8 minutos de aquecimento geral, incluindo caminhada lenta e exercícios de alongamento; (ii) caminhada envolvendo exercícios aeróbios, jogging, ginástica aeróbica e dança (15-20 min), com o mínimo de 8-10 min por episódio, sendo que a intensidade foi mantida em 12-14 na escala de percepção subjetiva de esforço Borg (1998); (iii) 1 a 3 séries de exercícios resistidos com elásticos e pesos livres realizados em circuito (período de descanso de 40-60s entre séries), envolvendo os principais grupos musculares tais como, flexores/extensores do joelho, abdutores e adutores do ombro, flexores/extensores do cotovelo, peitorais, abdominais. De modo a permitir uma familiarização adequada com os exercícios e a execução correta das técnicas de respiração, a intensidade de treino foi menor no início de cada mês. Os participantes realizaram, inicialmente, 8 repetições numa só série e foram progredindo gradualmente para as 12 a 15 repetições e 3 séries; (iv) treino do equilíbrio estático e dinâmico utilizando bastões, bolas e balões durante 5-8 min; (v) no final de cada sessão, houve um período de retorno à calma de cerca de 5 min envolvendo exercícios respiratórios e alongamentos. O programa de exercício e as avaliações foram aplicados pelo pesquisador com conhecimento dos métodos, nas instalações da Escola Superior de Educação (ESE) do Instituto Politécnico de Bragança (IPB).

Para o estudo utilizamos dois grupos experimentais com a mesma metodologia de treino (treino multicomponente), no entanto a ordem dos exercícios aeróbios e de força foram alterados no grupo B. Assim, no **Grupo experimental A**, a ordem de exercícios do treino multicomponente foi: aquecimento seguido de treino aeróbio, de treino de força e relaxamento; no **Grupo experimental B** a ordem de exercícios foi: aquecimento seguido de

treino de força, de treino aeróbio e relaxamento. Foi utilizado também um grupo de **Controlo C** onde as senhoras participantes não tiveram qualquer programa de exercício físico.

Na Figura 2 estão representados os grupos avaliados.

Figura 2- Esquema ilustrativo do estudo



Ambos os grupos foram acompanhados ao longo de 32 semanas e avaliados em 3 momentos distintos:

M1 – primeiro momento de avaliação ou avaliação inicial, que coincidiu com o início do treino

M2 – segundo momento de avaliação ou avaliação intermédia, ao fim de 16 semanas de treino

M3 – terceiro momento de avaliação ou avaliação final, ao fim de 32 semanas de treino

Ambos os grupos foram sujeitos aos mesmos testes de avaliação da composição corporal, aptidão física e força isométrica ao longo dos 3 momentos de avaliação.

3.7 – TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A análise estatística foi realizada utilizando o software IBM® SPSS® Statistics, versão 25, New York, USA, onde foram introduzidos os dados obtidos das avaliações realizadas. As amostras foram agrupadas, sendo tratadas como variáveis independentes, os dois grupos de treino multicomponente e o grupo sem treino. Fez-se a análise estatística descritiva dos dados relativos a todos os parâmetros descritos. Incluiu frequências relativas e absolutas, a

descrição da média e desvio padrão. Conforme o tipo de distribuição (normal ou não normal) e considerando as suposições necessárias (homogeneidade e normalidade do termo do erro) fizeram-se testes paramétricos: Anova a um fator para comparação entre grupos e Anova a medidas repetidas e/ou testes não paramétricos: Kruskal-Wallis (alternativo a Anova a um fator) e Friedman (alternativo a Anova a medidas repetidas). Não se utilizou a técnica Anova mista (uma fator e medidas repetidas) pois não se verificaram as condições de aplicabilidade da mesma (normalidade das variáveis, igualdade de covariância e homogeneidade).

Quando foram detetadas diferenças significativas entre os grupos recorreu-se à técnica de comparações múltiplas: teste de Bonferroni no caso de utilização da Anova a um fator e comparações dois a dois pelo teste de Mann-Whitney. Nas situações identificadas com diferenças significativas apresenta-se a medida do efeito, no caso de aplicação da Anova esta é dada por η^2 , o ratio curvilíneo, ou seja, o ratio entre a soma quadrática do modelo e a soma quadrática total. No caso da aplicação do teste não paramétrico Kruskal-Wallis recorreu-se ao coeficiente r obtido através da normalização da estatística de teste Z (Rosenthal, Rosnow & Rubin, 2000). Quando foram detetadas diferenças significativas entre os três momentos, procedeu-se à realização de testes de comparações múltiplas recorrendo ao teste de Bonferroni e também se determinou a medida do efeito.

A interpretação da medida do efeito foi feita de acordo com Ferguson: se a medida do efeito $> 0,640$ – efeito elevado; se $0,250 < \text{medida do efeito} \leq 0,640$ – efeito moderado; $0,040 < \text{medida do efeito} \leq 0,250$ – efeito reduzido e se $0 < \text{medida do efeito} \leq 0,040$ – não há efeito.

O nível de significância estatística considerado foi de 5% ($p=0.05$).

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS

4.1 – COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA ISOMÉTRICA E APTIDÃO FUNCIONAL NO MOMENTO INICIAL

Na tabela 2 apresentam-se os resultados de comparação da composição corporal, força isométrica e aptidão funcional dos grupos em estudo no momento inicial do programa. Para cada parâmetro é apresentada a média (\bar{X}) e o desvio padrão (s) por grupo e o valor de prova do teste não paramétrico Kruskal-Wallis, dado que não se verificaram os pressupostos da Anova que permite averiguar a existência de diferenças significativas entre os grupos, com exceção das variáveis: AC, BS, CS e 2 ST da aptidão física que verificaram os pressupostos da Anova. Quando detetadas diferenças significativas entre os grupos recorreu-se às comparações múltiplas dois a dois através do teste de Mann-Whitney e quando se utilizou a Anova recorreu-se às comparações múltiplas pelo método de Tukey, apresentam-se os grupos com diferenças significativas e a respetiva medida do efeito.

Tabela 2 – Comparação da composição corporal, força isométrica e aptidão funcional dos grupos no momento inicial do programa

Variável	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Kruskal Wallis χ (p-value)	Diferenças significativas Mann-Whitney Z (p-value)	Medida do efeito (r)	
	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$				
Composição Corporal	IMC (Kg/m ²)	27,04±2,87	26,34±3,95	27,46±5,16	1,746 (0,418)		
	MB (%)	1468,93±229,35	1273,91±115,43	1348,28±191,27	13,859 (0,001**)	A-B -3,684 (0,000)	0,115
	A (%)	48,85±5,46	47,45±3,27	46,88±4,55	2,091 (0,351)		
	GV (%)	11,47±3,20	9,19±3,04	9,93±3,59	10,821 (0,004**)	A-B -3,196 (0,001)	0,100
	MO (Kg)	2,45±0,40	2,14±0,25	2,30±0,38	9,616 (0,008**)	A-B -3,064 (0,002)	0,096
	MM (Kg)	46,39±7,76	40,31±3,81	43,08±7,53	10,396 (0,006**)	A-B -3,226 (0,001)	0,101
	MG (%)	32,26±7,86	34,64±5,86	34,20±6,68	2,912 (0,233)		
Força Isométrica	EJ (Kgf)	33,37±12,70	28,44±9,13	27,45±4,32	2,228 (0,328)		
	FJ (Kgf)	13,87±6,38	11,72±5,83	9,59±3,90	6,778 (0,034*)	A-C -2,513 (0,012)	0,097
	FC (Kgf)	13,73±4,35	10,63±2,11	10,14±1,64	14,166 (0,001**)	A-B -3,051(0,002) A-C -3,328(0,001)	0,095 0,115
	PM(Kgf)	31,73±8,88	24,84±6,24	26,34±6,98	10,856 (0,004**)	A-B -3,124(0,002)	0,098
Aptidão Funcional	AC (Rep)	24,07±5,30	24,53±4,76	23,07±5,04	0,664 (0,517)		
	BS (cm)	-9,05±7,91	-5,53±6,34	-8,76±10,26	1,748 (0,180)		
	SR (Rep)	0,27±11,32	5,11±7,65	-1,90±11,30	6,012 ^a (0,051)		
	TUG (Seg)	4,40±0,71	4,61±0,81	5,07±0,79	10,533 ^a (0,005**)	A-C -3,040(0,002)	0,105
	CS (cm)	20,33±4,77	20,84±5,50	20,38±5,54	0,089 (0,915)		
2 ST (Rep)	99,33±20,50	95,63±16,89	117,55±16,98	12,430 (0,000**)	A-C (0,001) B-C (0,000)	0,283	

IMC – Índice de massa corporal; MB – Metabolismo basal; A – Água; GV – Gordura visceral; MO – Massa óssea; MM – Massa magra; MG – Massa gorda; EJ – Extensores do joelho; FJ – Flexores do joelho; FC – Flexores do cotovelo; PM – Preensão manual; AC – Arm curl; BS– Back scratch; SR – Seat and reach; TUG – Time Up and Go; CS – Chair stand; 2 ST – 2 minut step test; χ – Estatística de teste Kruskal Wallis; Z– Estatística de teste Mann-Whitney *-significativo <5%; **-significativo <1%

Por análise da tabela 2 verifica-se que no momento inicial o IMC era, em termos médios, aumentado em todos os grupos em estudo, não existindo diferenças significativas entre os

mesmos. Relativamente ao metabolismo basal observa-se que o grupo B apresentava o valor médio mais baixo ($1273,91 \pm 115,43$) e o grupo A o mais elevado ($1468,93 \pm 229,35$). Pela aplicação do teste Kruskal –Wallis detetaram-se diferenças significativas entre os grupos para esta variável ($\chi=13,859$; $p=0,004$), nas comparações múltiplas concluiu-se que as diferenças eram estatisticamente significativas entre os grupos A e B ($Z=-3,684$; $p=0,000$), sendo a medida do efeito $r=0,115$, ou seja, 11,5% dos resultado do metabolismo basal pode ser atribuído ao grupo a que pertence o indivíduo.

Quanto às variáveis: gordura visceral, massa óssea e massa magra observou-se pelo teste Kruskal-Wallis diferenças estatisticamente significativas: $\chi=10,821$; $p=0,004$; $\chi=9,616$; $p=0,008$ e $\chi=10,396$; $p=0,006$, respetivamente. Pela aplicação das comparações múltiplas concluiu-se que as diferenças significativas ocorriam entre os grupos A e B. As medidas do efeito registadas são de intensidade reduzida, traduzindo-se em cerca de 10% dos resultados da gordura visceral, massa óssea e massa magra pode ser atribuída ao grupo a que o individuo pertença.

Relativamente aos resultados da força isométrica apresentados verifica-se que foram identificadas diferenças significativas entre grupos nas variáveis: flexores dos joelhos ($\chi=6,778$; $p=0,034$); flexores do cotovelo ($\chi=14,166$; $p=0,001$); e preensão manual ($\chi=10,856$; $p=0,004$). Procedeu-se às comparações múltiplas através do teste não paramétrico Mann-Whitney e concluiu-se que as diferenças significativas na variável flexores dos joelhos ocorriam entre o grupo A e C ($Z=-2,513$; $p=0,012$; $r=9,7\%$); na variável flexores do cotovelo eram entre o grupo A e o grupo B ($Z=-3,051$; $p=0,002$; $r=9,5\%$) e entre A e C ($Z=-3,328$; $p=0,001$; $r=11,5\%$); e na preensão manual entre A e B ($Z=-3,124$; $p=0,012$; $r=9,8\%$). De referir que o efeito de medida é reduzido.

Atendendo aos resultados da aptidão funcional verifica-se que foram identificadas diferenças significativas entre grupos através do teste não paramétrico em TUG ($\chi=10,533$; $p=0,005$) e as diferenças significativas ocorriam entre o grupo A e C ($Z=-3,040$; $p=0,002$; $r=10,5\%$). Relativamente a 2 ST concluiu-se pela aplicação da Anova que existiam diferenças significativas entre os grupos ($F=12,430$; $p=0,000$) e através das comparações múltiplas de Tukey detetou-se que as diferenças eram entre o grupo C e A ($p=0,001$) e o grupo C e B ($p=0,000$). A medida do efeito, η^2 , foi de 28,3% o que se traduz em efeito moderado e significa que 28,3% dos resultados de 2 ST podem ser atribuídos ao grupo a que o indivíduo pertence.

4.2 – VARIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA ISOMÉTRICA E APTIDÃO FUNCIONAL NO GRUPO A, B E C

Na tabela 3 apresenta-se a variação da composição corporal, força isométrica e aptidão física dos grupos A, B e C durante o programa de intervenção. São apresentados os valores médios e desvios padrão para cada momento de avaliação.

Na tabela 4 são expostos os resultados do teste Anova a medidas repetidas, ou seja, a estatística do teste (F) obtida o respectivo valor de prova (p) e o tamanho do efeito (η^2). Quando detetadas diferenças significativas determinou-se entre que momentos ocorreram essas diferenças através de comparações múltiplas a atendendo ao teste de Bonferroni.

A análise dos resultados é feita atendendo às tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Descrição da composição corporal, força isométrica e aptidão física em cada grupo nos três momentos do programa

Parâmetros	Variáveis	Grupo A			Grupo B			Grupo C		
		M1 $\bar{X} \pm s$	M2 $\bar{X} \pm s$	M3 $\bar{X} \pm s$	M1 $\bar{X} \pm s$	M2 $\bar{X} \pm s$	M3 $\bar{X} \pm s$	M1 $\bar{X} \pm s$	M2 $\bar{X} \pm s$	M3 $\bar{X} \pm s$
Composição Corporal	IMC (Kg/m ²)	27,04±2,87	27,03±3,00	26,69±2,79	26,34±3,95	26,35±3,98	26,06±3,98	27,46±5,6	27,57±5,11	27,71±5,31
	MB (%)	1468,93±229,35	1474,06±221,16	1491,53±221,33	1273,91±115,43	1265,71±124,83	1304,19±127,20	1348,28±191,27	1342,86±197,13	1340,48±192,41
	A (%)	48,85±5,46	49,08±5,36	50,45±5,63	47,45±3,27	47,37±3,50	48,72±3,37	46,88±4,55	46,17±4,74	45,69±4,96
	GV (%)	11,47±3,20	11,53±3,20	10,83±2,95	9,19±3,04	9,19±3,06	8,78±2,76	9,93±3,59	10,00±3,60	10,13±3,74
	MO (Kg)	2,45±0,40	2,46±0,38	2,51±0,38	2,14±0,25	2,15±0,19	2,21±0,20	2,30±0,38	2,30±0,38	2,30±0,37
	MM (Kg)	46,39±7,76	46,45±7,54	47,06±7,65	40,31±3,81	40,35±3,78	41,66±4,73	43,08±7,53	42,94±7,50	42,87±7,55
	MG (%)	32,26±7,86	31,99±8,06	30,92±8,40	34,64±5,86	34,47±5,70	33,36±5,37	35,71±5,91	35,83±5,79	36,17±5,95
Força Isométrica	EJ (Kgf)	33,37±12,70	33,53±12,59	35,73±13,21	28,44±9,13	28,56±9,00	30,72±9,58	27,44±4,32	25,38±5,27	25,59±5,25
	FJ (Kgf)	13,87±6,38	14,10±6,04	15,77±6,82	11,72±5,83	12,16±5,80	12,53±5,92	9,58±3,90	8,90±3,82	8,66±3,75
	FC (Kgf)	13,73±4,35	13,77±4,48	14,57±4,38	10,63±2,11	10,19±2,12	10,84±2,42	10,14±1,64	9,48±2,11	9,17±2,05
	PM (Kgf)	31,73±8,88	31,83±8,69	32,50±8,92	24,84±6,24	25,75±5,41	26,22±5,88	26,34±6,98	26,28±7,11	25,90±7,05
	AC (Rep)	24,07±5,30	25,43±6,09	25,70±6,36	24,53±4,76	25,69±4,29	25,38±4,35	23,07±5,04	22,66±4,85	22,28±5,06
	BS (cm)	9,05±7,91	8,97±8,20	7,50±7,64	5,53±6,34	5,59±6,32	4,59±6,54	8,78±10,26	8,72±10,42	9,34±10,87
Aptidão Funcional	SR (Rep)	0,27±11,32	1,50±9,79	2,43±9,51	5,11±7,65	6,25±7,33	7,03±7,22	1,90±11,30	1,92±11,46	1,92±11,35
	TUG (Seg)	4,40±0,71	4,28±0,65	4,00±0,65	4,61±0,81	4,48±0,88	4,17±0,87	5,07±0,79	5,07±0,79	4,93±1,16
	CS (cm)	20,33±4,77	21,60±5,12	23,77±5,05	20,84±5,50	22,50±5,54	24,65±5,83	20,38±5,54	20,21±5,70	19,66±5,56
	2 ST (Rep)	99,33±20,50	104,87±20,96	108,90±22,07	95,63±16,89	105,38±15,56	106,13±17,60	117,55±16,98	116,10±17,81	112,31±17,41

IMC – Índice de massa corporal; MB – Metabolismo basal; A – Água; Gv – Gordura visceral; MO – Massa óssea; MM – Massa magra; MG – Massa gorda; EJ – Extensores do joelho; FJ – Flexores do joelho; FC – Flexores do cotovelo; PM – Preensão manual; AC – Arm curl; BS – Back scratch; SR – Seat and reach; TUG – Time Up and Go; CS – Chair stand; 2 ST – 2 minut step test;

Tabela 4 – Comparação da composição corporal, força isométrica e aptidão física em cada grupo nos três momentos de avaliação do programa, resultados teste Anova medidas repetidas

Parâmetros	Variáveis	Grupo A			Grupo B			Grupo C		
		F (p)	Dif sig (p)	(η^2)	F (p)	Dif sig (p)	(η^2)	F (p)	Dif sig (p)	(η^2)
Composição Corporal	IMC (Kg/m ²)	11,129 ^a (0,000**)	M1-M3 (0,002) M2-M3 (0,001)	0,277	11,112 ^b (0,000**)	M1-M3 (0,016) M2 – M3 (0,000) M1-M3 (0,000)	0,246	1,990 ^b (0,146)		0,066
	MB (%)	4,969 ^b (0,016*)	M2-M3 (0,031)	0,146	14,257 ^b (0,000**)	M2-M3 (0,000)	0,315	0,992 ^b (0,362)		0,034
	A (%)	14,439 ^a (0,000**)	M1-M3 (0,000) M2-M3 (0,000)	0,332	20,919 ^a (0,000**)	M1-M3 (0,000) M2-M3 (0,000) M1-M3 (0,002)	0,403	13,671 ^a (0,000* *)	M1-M2 (0,006) M1-M3 (0,000)	0,328
	GV (%)	4,349 ^a (0,017*)	M2-M3 (0,018)	0,130	20,919 ^a (0,000**)	M2-M3 (0,002)	0,251	0,992 ^b (0,191)		0,060
	MO (Kg)	8,599 ^a (0,001**)	M1-M3 (0,007) M2-M3 (0,005)	0,229	5,202 ^a (0,008**)	M1-M3 (0,005) M2-M3 (0,013)	0,144	0,243 ^b (0,785)		0,009
	MM (Kg)	3,148 ^a (0,051)		0,098	3,962 ^b (0,053)		0,113	5,574 ^b (0,016*)	M1-M2 (0,003) M1-M3 (0,042)	0,166
	MG (%)	3,148 ^a (0,011*)	M2-M3 (0,035)	0,145	10,174 ^b (0,001**)	M1-M3 (0,002) M2-M3 (0,014)	0,247	5,880 ^a (0,005* *)	M1-M3 (0,017)	0,174
Força Isométrica	EJ (Kgf)	16,806 ^a (0,000**)	M1-M3 (0,000) M2-M3 (0,000)	0,367	24,963 ^a (0,000**)	M1-M3 (0,000) M2-M3 (0,000)	0,446	18,824 ^b (0,000* *)	M1-M2 (0,000) M1-M3 (0,000)	0,402
	FJ (Kgf)	11,104 ^a (0,000**)	M1-M3 (0,002) M2-M3 (0,000)	0,277	2,084 ^b (0,147)		0,063	8,929 ^a (0,001* *)	M1-M2 (0,019) M1-M3 (0,003)	0,242
	FC (Kgf)	6,387 ^a (0,003**)	M1-M3 (0,001) M2-M3 (0,035)	0,180	3,896 ^a (0,025*)	M2-M3 (0,024)	0,112	10,149 ^b (0,000* *)	M1-M2 (0,042) M1-M3 (0,001)	0,271
	PM (Kgf)	3,162 ^b (0,062)		0,098	10,091 ^b (0,001**)	M1-M3 (0,000)	0,246	8,909 ^b (0,001* *)	M1-M3 (0,008) M2-M3 (0,008)	0,241
Aptidão Funcional	AC (Rep)	2,991 ^a (0,058)		0,094	1,585 ^a (0,213)		0,049	10,557 ^b (0,001* *)	M1-M3 (0,009) M1-M2 (0,005)	0,299
	BS (cm)	11,218 ^a (0,000**)	M1-M3 (0,004) M2-M3 (0,001)	0,279	4,063 ^b (0,033*)	M2-M3 (0,006)	0,116	4,821 ^b (0,026*)	M2-M3 (0,022)	0,147
	SR (Rep)	6,721 ^b (0,005**)	M1-M3 (0,004) M1-M3 (0,001)	0,188	4,343 ^a (0,017*)	M1-M3 (0,024) M1-M3 (0,003)	0,123	0,038 ^a (0,962)		0,001
	TUG (Seg)	11,411 ^a (0,000**)	M1-M3 (0,001) M2-M3 (0,004)	0,282	8,864 ^b (0,001**)	M2-M3 (0,002) M1-M3 (0,000)	0,222	0,659 ^b (0,424)		0,023
	CS (cm)	8,408 ^b (0,002**)	M1-M3 (0,008) M2-M3 (0,015)	0,225	17,538 ^a (0,001**)	M2-M3 (0,011) M1-M2 (0,003)	0,361	9,282 ^b (0,001* *)	M1-M3 (0,002) M2-M3 (0,033)	0,249
	2 ST (Rep)	5,201 ^a (0,008**)	M1-M3 (0,006)	0,152	9,109 ^b (0,001**)	M2-M3 (0,000)	0,227	17,624 ^b (0,000* *)	M1-M3 (0,000) M2-M3 (0,000)	0,386

IMC – Índice de massa corporal; MB – Metabolismo basal; A – Água; Gv – Gordura visceral; MO – Massa óssea; MM – Massa magra; MG – Massa gorda; EJ – Extensores do joelho; FJ – Fletores do joelho; FC – Fletores do cotovelo; PM – Preensão manual; AC – Arm curl; BS– Back scratch; SR – Seat and reach; TUG – Time Up and Go; CS – Chair stand; 2 ST – 2 minut step test; *-significativo <5%; **-significativo <1%; a – verificou-se condição de esfericidade; b – recurso à estatística F corrigida de Greenhouse-Geisser por não se ter verificado a condição de esfericidade

Para a composição corporal por análise das tabelas 3 e 4 para o grupo A observa-se que o IMC diminuiu significativamente entre os momentos de avaliação ($F=11,129$; $p=0,000$; $\eta^2=0,277$), sendo que as diferenças foram significativas entre M1 e M3, assim como M2 e M3. O metabolismo basal aumentou significativamente ($F=4,969$; $p=0,016$; $\eta^2=0,146$), esse aumento significativo ocorreu entre o 2º momento de avaliação e o 3º momento. Observa-se ainda que a água e a massa óssea aumentaram significativamente durante o programa, ($F=14,439$; $p=0,000$; $\eta^2=0,332$) e ($F=8,599$; $p=0,001$; $\eta^2=0,229$), respectivamente. As diferenças significativas ocorreram entre M1 e M3 e M2 e M3. A gordura visceral e a massa gorda diminuíram significativamente ($F=4,349$; $p=0,017$; $\eta^2=0,130$) e ($EF=3,148$; $p=0,011$; $\eta^2=0,147$), respectivamente, a diferença significativa ocorreu entre o 2º momento de avaliação e o 3º momento. Relativamente ao grupo B observa-se que o IMC diminuiu significativamente entre os momentos de avaliação ($F=11,112$; $p=0,000$; $\eta^2=0,246$), sendo que as diferenças foram significativas entre M1 e M3, assim como M2 e M3. O metabolismo basal aumentou significativamente ($EF=14,257$; $p=0,000$; $\eta^2=0,315$), esse aumento significativo ocorreu entre M1 e M3 e entre M2 e M3. Observa-se ainda que a água e a massa óssea aumentaram significativamente durante o programa, ($F=20,909$; $p=0,000$; $\eta^2=0,403$) e ($F=5,202$; $p=0,008$; $\eta^2=0,144$), respectivamente. As diferenças significativas ocorreram entre M1 e M3 e M2 e M3. A gordura visceral e a massa gorda diminuíram significativamente ($F=20,919$; $p=0,000$; $\eta^2=0,251$) e ($F=10,174$; $p=0,001$; $\eta^2=0,247$), respectivamente. A diferença significativa ocorreu entre M1 e M2 e entre M2 e M3. Quanto ao grupo C observa-se que a água diminuiu significativamente entre os momentos de avaliação ($F=13,671$; $p=0,000$; $\eta^2=0,328$), sendo que as diferenças foram significativas entre M1 e M2, assim como M1 e M3. A massa magra diminuiu significativamente durante o programa, ($F=5,574$; $p=0,016$; $\eta^2=0,166$) e as diferenças significativas ocorreram entre M1 e M2 e M1 e M3. A massa gorda aumentou significativamente ($F=5,880$; $p=0,005$; $\eta^2=0,174$), a diferença significativa ocorreu entre o 1º e o 3º momento de avaliação.

No que trata à força isométrica tem-se que no grupo A o aumento significativo durante o programa de treino das forças: EJ ($F=16,806$; $p=0,000$; $\eta^2 =0,367$); FJ ($EF=11,104$; $p=0,000$; $\eta^2 =0,277$) e FC ($F=6,387$; $p=0,003$; $\eta^2 =0,180$), as diferenças significativas ocorreram entre M1 e M3 e M2 e M3. Pode-se afirmar que ao longo do programa de treino A a força isométrica aumentou significativamente. Quanto ao grupo B observa-se o aumento significativo durante o programa de treino das forças: EJ ($F=24,963$; $p=0,000$; $\eta^2 =0,446$; FC ($F=3,896$; $p=0,024$; $\eta^2 =0,112$) e PM (ETF=10,091; $p=0,001$; $\eta^2 =0,246$). Em EJ as diferenças significativas ocorreram entre M1 e M3 e entre M2 e M3; em FC entre M2 e M3 e em PM entre M1 e M3. Pode-se afirmar que ao longo do programa de treino B a força isométrica aumentou significativamente em alguns parâmetros. Por seu lado no grupo C observa-se a diminuição significativa durante o estudo de todas as forças: EJ ($F=18,824$; $p=0,000$; $\eta^2 =0,402$); FJ ($F=8,929$; $p=0,001$; $\eta^2 =0,242$); FC ($F=10,149$; $p=0,000$; $\eta^2 =0,271$); e PM ($F=8,909$; $p=0,001$; $\eta^2 =0,241$) as diferenças significativas ocorreram entre M1 e M3 e M2 e M3. Pode-se afirmar que ao longo do estudo, no grupo sem treino, a força isométrica diminuiu significativamente.

No que trata a aptidão funcional constata-se que relativamente ao grupo A, BS aumentou significativamente entre os momentos de avaliação ($F=11,218$; $p=0,000$; $\eta^2 =0,279$), sendo que as diferenças foram significativas entre M1 e M3, assim como M2 e M3. SR aumentou significativamente ($F=6,721$; $p=0,005$; $\eta^2 =0,188$), esse aumento significativo ocorreu entre o 1º momento de avaliação e o 3º momento. Observa-se ainda que TUG diminuiu significativamente durante o programa, ($F=11,411$; $p=0,000$; $\eta^2 =0,282$) as diferenças significativas ocorreram entre M1 e M3 e M2 e M3. CS e 2 ST aumentaram significativamente ($EF=8,408$; $p=0,002$; $\eta^2 =0,225$) e ($F=5,201$; $p=0,008$; $\eta^2 =0,152$), respetivamente, As diferenças significativas ocorreram entre M1 e M2 e entre M2 e M3 para CS e entre o 2º momento de avaliação e o 3º momento para 2 ST. Quanto ao grupo B observa-se que BS aumentou significativamente entre os momentos de avaliação $F =4,063$; $p=0,006$; $\eta^2 =0,116$), sendo que as diferenças foram significativas entre M2 e M3. SR aumentou significativamente ($F=4,343$; $p=0,017$; $\eta^2 =0,123$), esse aumento significativo ocorreu entre o 1º momento de avaliação e o 3º momento. Observa-se ainda que TUG diminuiu significativamente durante o programa, ($F=8,864$; $p=0,001$; $\eta^2 =0,222$) as diferenças significativas ocorreram entre M1 e M3 e M2 e M3. CS e 2 ST aumentaram significativamente ($F=17,538$; $p=0,001$; $\eta^2 =0,361$) e (ET=9,109; $p=0,001$; $\eta^2 =0,227$), respetivamente, As diferenças significativas ocorreram entre M1 e M2 e entre M2 e M3 para

as duas variáveis. Relativamente a C observa-se que AC diminuiu significativamente durante o programa, ($F=10,557$; $p=0,001$; $\eta^2 =0,299$) as diferenças significativas ocorreram entre M1 e M3 e M2 e M3. BS diminuiu significativamente entre os momentos de avaliação $F =4,821$; $p=0,026$; $\eta^2 =0,146$), sendo que as diferenças foram significativas entre M2 e M3. CS e 2 ST diminuíram significativamente ($F=9,282$; $p=0,001$; $\eta^2 =0,249$) e ($F=17,624$; $p=0,000$; $\eta^2 =0,386$), respetivamente. As diferenças significativas ocorreram entre M1 e M2 e entre M2 e M3 para as duas variáveis.

4.3 – COMPARAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA ISOMÉTRICA E APTIDÃO FUNCIONAL DOS TRÊS GRUPOS NO FINAL DO PROGRAMA

Na tabela 5 apresentam-se os resultados de comparação da composição corporal, força isométrica e aptidão funcional dos grupos em estudo no momento final do programa. Para cada parâmetro é apresentada a média (\bar{X}) e o desvio padrão (s) por grupo e o valor de prova do teste não paramétrico Kruskal-Wallis, dado que não se verificaram os pressupostos da Anova que permite averiguar a existência de diferenças significativas entre os grupos, com exceção das variáveis: AC, BS, CS e 2 ST da aptidão física que verificaram os pressupostos da Anova. Quando detetadas diferenças significativas entre os grupos recorreu-se às comparações múltiplas dois a dois através do teste de Mann-Whitney e quando se utilizou a Anova recorreu-se às comparações múltiplas pelo método de Tukey, apresentam-se os grupos com diferenças significativas e a respetiva medida do efeito.

Tabela 5 – Comparação da composição corporal, força isométrica e da aptidão funcional dos grupos no momento final do programa

Variável	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Kruskal Wallis χ (p-value)	Diferenças significativas Mann-Whitney Z (p-value)	Medida do efeito (r)	
	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$				
Composição Corporal	IMC (Kg/m ²)	26,69±2,79	26,06±3,93	27,71±5,31	1,951 (0,377)		
	MB (%)	1491,53±221,33	1304,19±127,20	1340,28±192,41	13,200 (0,001**)	A-B -3,578(0,000)	0,112
	A (%)	50,45±5,63	48,72±3,37	45,69±4,96	13,100 (0,001**)	A-C -2,570(0,010)	0,089
	GV (%)	10,83±2,95	8,78±2,77	10,10±3,74	10,280 (0,006**)	A-C -3,180(0,001)	0,100
	MO (Kg)	2,51±0,38	2,21±0,20	2,30±0,37	10,274 (0,006**)	B-C -2,830(0,001)	0,097
	MM (Kg)	47,06±7,65	41,66±4,73	42,87±7,55	8,465 (0,015*)	A-B -2,804(0,005)	0,088
	MG (%)	30,92±8,40	33,36±5,37	36,17±5,95	7,424 (0,024*)	A-C -2,497(0,013)	0,086
Força Isométrica	EJ (Kgf)	35,73±13,21	30,72±9,58	25,59±5,25	12,904 (0,002**)	A-C -3,419 (0,001)	0,118
	FJ (Kgf)	15,77±6,82	12,53±5,92	8,66±3,75	20,485 (0,000**)	B-C -2,490 (0,013)	0,086
	FC (Kgf)	14,57±4,38	10,84±2,42	9,17±2,05	29,071 (0,000**)	A-C -4,394 (0,000)	0,151
	PM (Kgf)	32,50±8,92	26,22±5,88	25,90±7,05	11,237 (0,004**)	B-C -2,827 (0,000)	0,097
Aptidão Funcional	AC (Rep)	25,70±6,36	25,38±4,35	22,28±5,06	5,511*(0,064)	A-B -3,438(0,001)	0,115
	BS (cm)	-7,50±7,64	-4,59±6,54	-9,34±10,87	2,446(0,092)	A-C -4,819 (0,000)	0,166
	SR (Rep)	2,43±9,51	7,03±7,22	-1,92±11,35	10,512 (0,005**)	A-B -2,796(0,005)	0,096
	TUG (seg)	4,00±0,65	4,17±0,87	4,93±1,16	21,774 (0,000**)	A-C -2,945 (0,003)	0,102
	CS (cm)	23,77±5,05	24,66±5,83	19,66±5,56	7,033 (0,001**)	B-C -3,266(0,000)	0,113
	2 ST (Rep)	108,90±22,07	106,13±17,60	112,31±17,41	1,793*(0,408)	A-C -4,297(0,000)	0,148
						B-C -3,777(0,000)	0,130
					A-C (0,014) B-C (0,002)	0,138	

IMC – Índice de massa corporal; MB – Metabolismo basal; A – Água; GV – Gordura visceral; MO – Massa óssea; MM – Massa magra; MG – Massa gorda; EJ – Extensores do joelho; FJ – Fletores do joelho; FC – Fletores do cotovelo; PM – Preensão manual; AC – Arm curl; BS– Back scratch; SR – Seat and reach; TUG –

Time Up and Go; CS – Chair stand; 2 ST – 2 minut step test; χ – Estatística de teste Kruskal Wallis; Z– Estatística de teste Mann-Whitney *-significativo <5%; **-significativo <1%

Por análise da tabela 5 verifica-se que no final o IMC estava, em termos médios, aumentado em todos os grupos em estudo, não existindo diferenças significativas entre os mesmos. Relativamente ao metabolismo basal observa-se que o grupo B apresentava o valor médio mais baixo ($1304,19 \pm 127,20$) e o grupo A o mais elevado ($1491,53 \pm 221,33$). Pela aplicação do teste Kruskal –Wallis detetaram-se diferenças significativas entre os grupos para esta variável ($\chi=13,200$; $p=0,001$), nas comparações múltiplas concluiu-se que as diferenças eram estatisticamente significativas entre os grupos A e B ($Z=-3,578$; $p=0,000$), sendo a medida do efeito $r=0,112$, e entre os grupos B e C ($Z=-2,570$; $p=0,001$), sendo a medida do efeito $r=0,089$.

Quanto às variáveis: gordura visceral, massa óssea, massa magra e massa gorda observaram-se pelo teste Kruskal-Wallis diferenças estatisticamente significativas: $\chi=10,280$; $p=0,006$; $\chi=10,274$; $p=0,006$; $\chi=8,4765$; $p=0,015$ e $\chi=7,424$; $p=0,024$, respetivamente. Pela aplicação das comparações múltiplas concluiu-se que as diferenças significativas ocorriam entre os grupos A e B em Gv, MO e MM e entre A e C em MG. As medidas do efeito registadas são de intensidade reduzida, traduzindo-se em cerca de 10% dos resultados da gordura visceral, massa óssea, massa magra e massa gorda pode ser atribuída ao grupo a que o individuo pertença.

Quanto aos resultados da força isométrica verifica-se que foram identificadas diferenças significativas entre grupos em todas as variáveis: extensores do joelho ($\chi=12,904$; $p=0,002$); flexores dos joelhos ($\chi=6,778$; $p=0,034$); flexores do cotovelo ($\chi=14,166$; $p=0,001$); preensão manual ($\chi=10,856$; $p=0,004$). Procedeu-se às comparações múltiplas através do teste não paramétrico Mann-Whitney e concluiu-se que as diferenças significativas nas variáveis: extensores dos joelhos e flexores dos joelhos ocorriam entre o grupo A e C e o grupo B e C. Nas restantes variáveis as diferenças significativas ocorreram entre o grupo A e os outros grupos. De referir que o efeito de medida é reduzido e que o grupo A apresenta em todos os parâmetros de força avaliados os valores médios mais elevados e o grupo C os valores médios mais baixos.

Quanto à aptidão funcional verifica-se que foram identificadas diferenças significativas entre grupos através do teste não paramétrico em SR ($\chi=10,512;p=0,005$) e em TUG ($\chi=21,774;p=0,000$) e as diferenças significativas ocorriam entre o grupo B e C ($Z=-3,266;p=0,000; \eta^2=11,3\%$) em SR e entre o grupo A e C ($Z=-4,297; p=0,000; r=14,8\%$) e B e C ($Z=-3,777; p=0,000; r=13,0\%$) em TUG. Relativamente a CS concluiu-se pela aplicação da Anova que existiam diferenças significativas entre os grupos ($F=7,033;p=0,001$) e através das comparações múltiplas de Tukey detetou-se que as diferenças eram entre o grupo C e A ($p=0,014$) e o grupo C e B ($p=0,002$). A medida do efeito, r , foi de 13,8% o que se traduz em efeito moderado e significa que 13,8% dos resultados de CS podem ser atribuídos ao grupo a que o indivíduo pertence.

CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este estudo teve como principal propósito verificar os efeitos de um PTM na composição corporal, força isométrica e aptidão funcional num período de 32 semanas. Como tal, a amostra foi dividida em três grupos, um grupo controlo (grupo C) mais dois grupos experimentais (grupo A e grupo B), aos quais se inverteu a ordem do treino aeróbio e treino de força.

Analisando a composição corporal dos grupos, no momento inicial é possível verificar diferenças significativas nas seguintes variáveis: metabolismo basal, gordura visceral, massa óssea e massa magra entre o grupo A e o grupo B. O IMC era elevado em todos os grupos, não existindo diferenças significativas entre eles. Estes resultados vão de encontro à bibliografia consultada, onde a evidência científica refere que há um aumento da massa gorda total e diminuição da massa muscular ao longo do processo do envelhecimento (Baumgartner et al., 1998; Carvalho & Soares, 2004; Spirduso et al., 2005). Leite et al., (2012), referem que por volta dos 70 anos de idade, os idosos possuem mais 25 a 40% de massa gorda. Relativamente à avaliação da composição corporal por grupo ao longo dos três momentos de avaliação é possível verificar que tanto no grupo A como no grupo B existiu uma diminuição no IMC, na gordura visceral e na massa gorda. Em contrapartida verifica-se um aumento do metabolismo basal, da água, da massa óssea e da massa magra. No grupo C verifica-se precisamente o inverso, ou seja, aumento do IMC, GV, MG e diminuição do MB, A, MO e MM. Para o grupo A, a diminuição no IMC foi significativa entre M1 e M3, assim como M2 e M3; o aumento significativo no MB ocorreu entre M2 e M3; o aumento significativo da massa óssea e da água ocorreram entre M1 e M3 e M2 e M3; a diminuição significativa da gordura visceral e massa gorda ocorreu entre M2 e M3. O Grupo B, teve uma diminuição significativa no IMC entre M1 e M2 e M2 e M3; o aumento significativo do metabolismo basal verificou-se entre M1 e M3 e M2 e M3; a água e a massa óssea aumentaram significativamente entre M1 e M3 e M2 e M3; a gordura visceral e massa óssea diminuíram significativamente entre M1 e M2 e M2 e M3. Quanto ao grupo C a água e a massa magra diminuíram significativamente entre M1 e M2 e M1 e M3; a massa gorda teve um aumento significativo entre M1 e M3. Comparando a composição corporal dos 3 grupos no final do programa de treino, verifica-se que o IMC, em termos médios, está aumentado em todos os grupos em estudo, não existindo diferenças significativas entre os mesmos. Relativamente ao metabolismo basal o grupo B apresenta o valor médio mais baixo e o grupo A o mais elevado, diferenças estatisticamente significativas entre o grupo A e B e entre B e C.

Relativamente às variáveis: gordura visceral, massa óssea, massa magra e massa gorda observam-se diferenças significativas entre os grupos A e B para a GV, MO, e MM e entre A e C para a MG.

Figura 3- Resumo representativo da avaliação da composição corporal ao longo dos 3 momentos de avaliação

	Grupo A	Grupo B	Grupo C
IMC	Diminuiu significativamente entre M1-M3 e M2-M3	Diminuiu significativamente entre M1-M3 e M2-M3	Aumentou, no entanto, não é estatisticamente significativo
MB	Aumentou significativamente entre M2-M3	Aumentou significativamente entre M1-M3 e M2-M3	Diminuiu ao longo dos momentos de avaliação, no entanto não é significativo
A	Aumentou significativamente durante o programa.	Aumentou significativamente entre M1-M3 e M2-M3.	Diminuiu significativamente entre o M1-M3
GV	Diminuiu significativamente entre M2-M3	Diminuiu significativamente entre M1-M2 e M2-M3.	Aumentou, no entanto, não é significativo
MO	Aumentou significativamente entre M1-M3 e M2-M3	Aumentou significativamente entre M1-M3 e M2-M3.	Ligeira diminuição entre M1-M3, no entanto não é significativa
MM	Aumentou, no entanto, não é estatisticamente significativo	Aumentou, no entanto, não é significativo	Diminuiu significativamente entre M1-M2 e M1-M3
MG	Diminuiu significativamente entre M2-M3	Diminuiu significativamente entre M1-M2 e M2-M3	Aumentou significativamente entre M1-M3

As alterações na composição corporal, associados ao aumento da idade cronológica, talvez sejam um dos fenómenos da dimensão corporal mais estudados. De entre as alterações antropométricas, o aumento da gordura nas primeiras décadas do envelhecimento parece ser o padrão mais provável de comportamento da adiposidade no processo de envelhecimento. Outras mudanças importantes são a perda da massa mineral óssea, como consequência universal do envelhecimento, diminuição da taxa metabólica de repouso que diminui aproximadamente 10% por década, diminuição substancial da massa magra ou massa livre de gordura de 10 a 16%, por conta das perdas na massa óssea, no músculo-esquelético e na água corporal total, que acontecem com o envelhecimento. (Matsudo, Matsudo & Neto, 2000)

Costa et al., (2012), realizaram um estudo com 18 mulheres idosas independentes, submetidas a um programa de exercício multivariado por quatro meses (3x semana/60 min) com

intensidade controlada pela $FC_{m\acute{a}x}$ prevista (70% a 80%). Concluíram que a prática de programas de exercício físico regulares multivariados utilizados neste estudo teve efeito benéfico sobre a composição corporal, aumentando a massa magra e diminuindo a percentagem de gordura.

Fonseca et al., (2018), realizaram um estudo com 9 idosos ativos cuja média de idade era de 67 anos. Foram submetidas a 24 sessões de treino resistido, 3 vezes por semana. Os resultados indicaram melhoria da aptidão física funcional e composição corporal após a intervenção, sendo fator determinante na melhoria da autonomia e independência dessa população.

Relativamente à avaliação da **força isométrica** no momento inicial foram identificadas diferenças significativas entre os grupos nas variáveis: flexores do joelho, flexores do cotovelo e preensão manual. Entre o grupo A e B é possível verificar diferenças nos flexores do cotovelo e na preensão manual. Entre o grupo A e C as diferenças verificam-se nos flexores do joelho e nos flexores do cotovelo. Ao longo do programa de treino no grupo A, a força isométrica aumentou significativamente em todas as variáveis: extensores do joelho, flexores do joelho, flexores do cotovelo e preensão manual, estas alterações ocorreram entre M1 e M3 e M2 e M3. No grupo B, a força isométrica aumentou significativamente em alguns parâmetros, entre eles, extensores do joelho entre M1 e M3 e M2 e M3, flexores do cotovelo entre M2 e M3, e preensão manual entre M1 e M3. No grupo C (sem treino) a força isométrica diminuiu significativamente em todas as variáveis estudadas, as diferenças ocorreram entre M1 e M3 e M2 e M3. Comparando a força isométrica dos 3 grupos no final do programa de treino, é possível concluir que se verificaram diferenças significativas entre grupos em todas as variáveis estudadas. Relativamente aos extensores e flexores dos joelhos ocorreram entre o grupo A e C e o grupo B e C. Nas restantes variáveis as diferenças significativas ocorrem entre o grupo A e os outros dois grupos. De salientar que o efeito de medida é reduzido, mas o grupo A apresenta os valores médios de força mais elevados em todos os parâmetros e o grupo C os mais baixos.

Figura 4- Resumo representativo da força isométrica ao longo dos 3 momentos de avaliação

	Grupo A	Grupo B	Grupo C
EJ	Aumentou significativamente entre M1-M3 e M2-M3	Aumentou significativamente entre M1-M3 e M2-M3.	Diminuiu significativamente entre M1-M3 e M2-M3
FJ	Aumentou significativamente entre M1-M3 e M2-M3	Aumentou, no entanto, não é significativo	Diminuiu significativamente entre M1-M3 e M2-M3
FC	Aumentou significativamente entre M1-M3 e M2-M3	Aumentou significativamente entre M2-M3	Diminuiu significativamente entre M1-M3 e M2-M3
PM	Aumentou significativamente entre M1-M3 e M2-M3	Aumentou significativamente entre M1-M3	Diminuiu significativamente entre M1-M3 e M2-M3

Radaelli et al., (2013) verificaram que o grupo com baixo volume (1 série por exercício), aumentou a força da extensão do joelho em 20% após 13 semanas de treino de força, e o grupo de alto volume (3 séries por exercício) aumentou a força da extensão do joelho em 7 %, sugerindo que as 13 semanas de treino de força a baixo ou alto volume poderão induzir estímulo similar nos mecanismos relacionados com o aumento de força em mulheres idosas.

O treino de força em idosos saudáveis ativos direcionados para a velocidade de movimento melhora substancialmente a potência das pernas e a força máxima (Earles, Judge & Gunnarsson, 2000).

Suetta (2004) argumenta que o treino de força é um meio eficiente de aumento de massa muscular, ativação muscular e características de força muscular rápida (RFD) na reabilitação de indivíduos idosos, depois de paragens de longo termo. A força nos membros inferiores foi melhor mantida quando comparada com os membros superiores após um treino de força durante 6 meses (Sherk et al., 2012).

Izquierdo et al., (2005) também verificaram uma melhoria significativa da força muscular e potência muscular após aplicação de um programa de treino em que combinava uma sessão de treino de força com uma sessão de treino de resistência aeróbia. Neste mesmo estudo as alterações da aptidão muscular foram acompanhadas por um incremento significativo da massa muscular dos membros inferiores (cerca de 11% após 16 semanas de treino multicomponente). Tal como referem Zatsiorsky e Kraemer (2006), o treino de força aumenta a força muscular na vida diária dos idosos, provando que o músculo continua sensível ao treino de força, mesmo nestas idades.

Nos vários autores consultados, estes revelam que o exercício regular é recomendado para os idosos pois a massa muscular aumenta, com o treino de força (Hakkinen, Alen, Kallinen, Newton & Kraemer, 2000; Hakkinen, Kallinen, et al., 1998; Kraemer et al., 1999; Woods, Wilund, Martin & Kistler, 2012). Os resultados do estudo em questão vão de encontro à bibliografia consultada.

Relativamente à aptidão funcional, no momento inicial é possível verificar diferenças significativas na variável *Time up and go* entre o grupo A e C e na variável *2 minut step test* entre os grupos C e A e o grupo C e B. As variáveis *arm curl*, *back scratch*, *seat and reach*, *chair stand* não apresentaram diferenças significativas.

Ao longo do programa de treino nos diferentes momentos de avaliação, tanto o grupo A como o grupo B obtiveram ganhos significativos nas diversas variáveis em estudo. O grupo A obteve ganhos significativos nas seguintes variáveis: *back scratch* entre M1 e M3 e M2 e M3; *seat and reach* entre M1 e M3; *chair stand* entre M1 e M2 e entre M2 e M3; *2 minut step test* entre M2 e M3; *time up and go* diminuiu significativamente entre M1 e M3 e M2 e M3. Quanto ao grupo B observa-se que obteve ganhos significativos nas seguintes variáveis: *back scratch* entre M2 e M3; *seat and reach* entre M1 e M; *chair stand* e *2 minut step test* aumentaram significativamente entre M1 e M2 e M2 e M3; a variável *time up and go* teve uma diminuição significativa entre M1 e M3 e M2 e M3. Relativamente ao grupo C verifica-se uma diminuição significativa ao longo do tempo em todas as variáveis, exceto na variável *seat and reach* que teve um ligeiro aumento ainda que não tenha sido significativo estatisticamente. No momento final dos 3 grupos é possível concluir que se verificam diferenças significativas entre grupos nas seguintes variáveis estudadas: em *seat and reach* e ocorreram entre os grupos B e C; na variável *time up and go* ocorreram entre os grupos A e C e entre B e C; e na variável *chair stand* entre os grupos C e A e entre C e B.

Figura 5- Resumo representativo da aptidão funcional ao longo dos 3 momentos de avaliação

	Grupo A	Grupo B	Grupo C
AC	Aumento, no entanto, não é significativo	Aumento entre M1-M2, no entanto não é significativo e uma ligeira diminuição de M2-M3	Diminuiu significativamente entre M1-M3 e M2-M3
BS	Aumentou significativamente entre M1-M3 e M2-M3	Aumentou significativamente entre M2-M3	Diminuição significativa entre M2-M3
SR	Aumentou significativamente entre M1-M3	Aumentou significativamente entre M1-M3	Aumento entre M1-M2, no entanto não é significativo
TUG	Diminuiu significativamente entre M1-M3 e M2-M3	Diminuiu significativamente entre M1-M3 e M2-M3	Diminuiu entre M2-M3, no entanto não é significativo
CS	Aumentou significativamente entre M1-M2 e M2-M3	Aumentou significativamente entre M1-M2 e M2-M3	Diminuiu significativamente entre M1-M2 e M2-M3
2 ST	Aumentou significativamente entre M2-M3	Aumentou significativamente entre M1-M2 e M2-M3	Diminuiu significativamente entre M1-M2 e M2-M3

Nakamura, Tanaka, Yabushita, Sakai & Shigematsu (2007) não encontraram alterações positivas nos testes “flexão do antebraço”, “6 minutos” e “levantar e sentar”, num grupo de 10 indivíduos, que realizavam exercícios de força uma vez por semana, revelando que a frequência neste tipo de treino é importante para a obtenção de resultados mais evidentes em idosos nos testes funcionais. Os autores comentam ainda que estes resultados são importantes no desempenho do dia-a-dia destes idosos, na maneira como se levantam da cadeira, como transportam compras ou como se deslocam aos locais habituais.

Segundo Peterson, Rhea, Sen & Gordon (2010), existe uma robusta associação entre exercícios de força dos membros inferiores e melhoria da força nos indivíduos idosos, podendo prevenir-se a incapacidade de locomoção. Raymond, Bramley-Tzerefos, Jeffs, Winter & Holland (2013), na sua revisão, constataram que o treino progressivo de força melhora a habilidade de levantar e sentar da cadeira, reduzindo a necessidade de ajuda de terceiros.

Também Pereira, Izquierdo, Silva, Costa, Gonzalez-Badillo, et al., (2012) encontraram alterações significativas no teste “levantar e sentar”, ao longo de um programa de treino de força com 20 idosas (64,8 anos). Katsiaras et al., (2005) referem que a incidência de limitações de mobilidade ou perda de funcionalidade, nos quadricípticos e isquiotibiais, se deve à perda de força muscular dos membros inferiores. O aumento de força nos músculos

usados para andar, levantar de uma cadeira ou inclinar-se à frente, permitem aos idosos a capacidade de continuarem com as suas atividades diárias (Thompson, 1994).

No estudo de Taaffe, Duret, Wheeler & Marcus (1999) todos os participantes experienciaram melhorias significativas na força muscular e melhoraram o seu tempo no teste de levantar e sentar, quando comparados com o grupo de controlo, demonstrando assim que apenas um dia de treino de força por semana melhora efetivamente a força e a aptidão funcional.

Spiriduso et al., (2005), defende que o exercício e a atividade física estão relacionados com os níveis de aptidão funcional. O exercício é referido frequentemente como tendo uma influência positiva nas diversas alterações subjacentes à idade e aptidão funcional, sendo de extrema importância a mais pequena alteração na manutenção da funcionalidade nas tarefas do dia-a-dia e na prevenção de quedas (Freiberger, Haberle, Spiriduso & Zijlstra, 2012).

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO

As alterações físicas, cognitivas e psicológicas decorrentes do processo de envelhecimento são extremamente complexas e, em grande parte, determinadas pela idade cronológica. Contudo, o estilo de vida desempenha um papel importante na forma como se envelhece (Steves et al., 2012). A prática de atividade física regular tem sido referenciada como uma estratégia não farmacológica, segura e de baixo custo para a conservação da saúde no idoso (Beck et al., 2017). Mais especificamente, o exercício físico regular no idoso, sobretudo quando voltado para as capacidades da força muscular e aptidão cardiorrespiratória, permite uma maior sustentação da aptidão física que é extremamente importante na saúde em geral (Fiatarone et al., 1990; Messier et al., 2000).

No presente estudo, muito apoiado na bibliografia consultada, foi possível comprovar que o programa de treino multicomponente aplicado ao longo de 32 semanas melhora significativamente a composição corporal, a força isométrica e a aptidão funcional.

Pela avaliação dos resultados é possível validar a hipótese H1 - verificam-se diferenças significativas na composição corporal entre momentos e entre grupos. No grupo A verificam-se diferenças entre momentos para as variáveis IMC, metabolismo basal, água, gordura visceral, massa óssea e massa gorda. No grupo B verificam-se diferenças significativas entre momentos para as variáveis IMC, metabolismo basal, água, gordura visceral, massa óssea e massa gorda. No grupo C verificam-se diferenças significativas entre momentos para as variáveis água, massa magra e massa gorda. Entre grupos verificam-se variações significativas nas variáveis metabolismo basal entre o grupo A e B e entre B e C; massa gorda entre o grupo A e C; as variáveis gordura visceral, massa óssea e massa magra apresentam alterações entre o grupo A e B.

Relativamente à força isométrica avaliando os resultados obtidos é possível validar H2 – verificam-se diferenças significativas na força isométrica entre momentos de avaliação e entre grupos. No grupo A verificam-se diferenças significativas entre momentos para as variáveis extensores do joelho, flexores do joelho e flexão de cotovelo. No grupo B verificam-se diferenças significativas entre momentos para as variáveis extensores do joelho, flexores do cotovelo e preensão manual. No grupo C verificam-se diferenças significativas entre momentos para as variáveis extensores do joelho, flexores do joelho, flexores do cotovelo e preensão de mãos. Entre grupos verificam-se variações significativas em todas as

variáveis: extensores do joelho e flexores do joelho ocorrem entre o grupo A e C e o grupo B e C; flexores do cotovelo e preensão manual ocorreram entre o grupo A e os outros grupos.

Relativamente à força isométrica avaliando os resultados obtidos é possível validar H3 - Verificam-se diferenças significativas na aptidão funcional entre momentos de avaliação e entre grupos. No grupo A verificam-se diferenças significativas entre momentos para as variáveis: *back scratch*, *seat and reach*, *time up and go*, *chair stand* e *2 minut step test*. No grupo B verificam-se diferenças significativas entre momentos para as variáveis: *back scratch*, *seat and reach*, *time up and go*, *chair stand* e *2 minut step test*. No grupo C verificam-se diferenças significativas entre momentos para as variáveis: *arm curl*, *back scratch*, *chair stand* e *2 minut step test*. Entre grupos verificam-se variações significativas nas seguintes variáveis: *seat and reach* entre o grupo B e C; *time up and go* entre o grupo A e C e entre B e C; *chair stand* entre o grupo C e A e entre C e B.

No presente estudo é importante referir algumas limitações relevantes que podem influenciar a extrapolação dos resultados. A ausência de controlo alimentar não permite uma análise mais crítica sobre o efeito do treino e da dieta alimentar na composição corporal. Por outro lado, a amostra foi composta por idosas voluntárias e independentes, limitando desta forma a generalização dos resultados à população idosa no geral. Outra das limitações prende-se com facto de não ter sido possível controlar a atividade física diária, impossibilitando uma análise mais crítica sobre o efeito de treino, apesar de ter sido pedido às idosas que continuassem com as suas rotinas diárias.

Contudo, e apesar das limitações, é importante destacar os resultados do presente estudo na medida em que fornecem algumas indicações acerca da eficiência do treino em idosas sugerindo que as idosas independentes devem procurar programas de Exercício Físico a fim de melhorar ou manter o seu desempenho funcional.

Pela avaliação dos resultados é possível concluir que o grupo A obteve melhor classificação na maioria dos parâmetros avaliados, o que permite concluir que o treino multicomponente constituído por: aquecimento, seguido de treino aeróbio, de treino de força e de relaxamento é o treino mais indicado para a população idosa que pretende aumentar a força muscular e a aptidão funcional, melhorando assim a sua qualidade de vida, ao invés do treino constituído por aquecimento seguido treino de força, de treino aeróbio e de relaxamento.

BIBLIOGRAFIA

Aagaard, P., Suetta, C., Caserotti, P., Magnusson, S. P., & Kjaer, M. (2010). Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scand J Med Sci Sports*, 20(1), 49-64. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.01084.x.

ACSM. (2006, 2011). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (Seventh edition ed.): ACSM.

Allison, L. K., Painter, J. A., Emory, A., Whitehurst, P., & Raby, A. (2013). Participation restriction, not fear of falling, predicts actual balance and mobility abilities in rural community-dwelling older adults. *J Geriatr Phys Ther*, 36(1), 13-23.

Alter, M. J. (1996). *Science of Flexibility [to Accompany] Designing Flexibility Training Programs: A Guide for Fitness [by] Daniel Kosich: Human Kinetics.*

American College Sports Medicine. (2009). Position Stand. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 687-708.

American College Sports Medicine. (2011). Position Stand. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1334-1358.

American Geriatrics Society. (2001). Exercise prescription for older adults with osteoarthritis pain: consensus practice recommendations. A supplement to the AGS Clinical Practice Guidelines on the management of chronic pain in older adults. *J Am Geriatr Soc*, 49(6), 808-823.

American Heart Association. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1423-1434.

American Heart Association. A. H. A. (2010). Risk Factors and Coronary Heart Disease. American Heart Association – Learn and Live.

Amesen, S. M., & Lawson, M. A. (2006). Age-related changes in focal adhesion lead to altered cell behavior in tendon fibroblasts. *Mech Ageing Dev*, 127(9), 126-132.

Astrand, P.-O., Rodahl, K., Dahl, H. A., & Stromme, S. B. (2003). Textbook of work physiology: physiological bases of exercise: Human Kinetics.

Bailey, K., Combs, M. C., Rogers, L. J., & Stanley, K. L. (2000). Measuring up. Could this simple nursing intervention help prevent osteoporosis? AWHONN Lifelines, 4(2), 41-44.

Baker, M. K., Atlantis, E., & Fiatarone Singh, M. A. (2007). Multi-modal exercise programs for older adults. Age Ageing, 36(4), 375-381. doi: 10.1093/ageing/afm054.

Barreiros, J. (2006). Envelhecimento, degeneração, desuso e lentidão psicomotora. In E. FMH (Ed.), *Actividade física e envelhecimento*. Lisboa.

Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S.B., Ross, R. R., Garry, P. J., & Lindeman, R. D. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. Am J Epidemiol, 147(8), 755-763.

Beck, B. R., Daly, R. M., Singh, M. A., & Taaffe, D. R. (2017). Exercise and Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise prescription for the prevention and management of osteoporosis. J Sci Med Sport, 20(5), 438-445.

Bennett, P. (1995). How nurses can help fight fragile bones. Nurs Stand, 9(39), 20-21.

Borst, S. E., Vincent, K. R., Lowenthal, D. T., & Braith, R. W. (2002). Effects of resistance training on insulin-like growth factor and its binding proteins in men and women aged 60 to 85. J Am Geriatr Soc, 50(5), 884-888.

Bouaziz, W., Lang, P. O., Schmitt, E., Kaltenbach, G., Geny, B., & Vogel, T. (2016). Health benefits of multicomponent training programmes in seniors: a systematic review. Int J Clin Pract, 70(7), 520-536.

Bracarense, F. N., Zanetti, H. R., Goncalves, A., Almeida, M. S., & Lopes, L. T. P. (2016). Influencia de diferentes tipos de respiração na resposta cardíaca durante o exercício de força. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE), 10(62), 728-733.

Brown L. E., Weir J. P., (2003) Recomendação de procedimentos da Sociedade Americana de Fisiologia do Exercício (ASEP) I: avaliação precisa da força e potência muscular. Rev Bras Ciênc Mov; 11(4):95-110.

Buchner, D. M., Cress, M. E., de Lateur, B. J., Esselman, P. C., Margherita, A. J., Price, R., & Wagner, E. H. (1997). The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 52(4),M218-224.

Cadore, E. L., Pinto, R. S., Bottaro, M., & Izquierdo, M. (2014). Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis*, 5(3), 183-195.

Caldwell, L. S. et al. A proposed standard procedure for static muscle strength testing. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 35: 201-206, 1974.

Campbell, M. J., McComas, A. J., & Petito, F. (1973). Physiological changes in ageing muscles. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 36, 174-182.

Carmeli, E., Reznick, A. Z., Coleman, R., & Carmeli, V. (2000). Muscle Strength and Mass of Lower Extremities in Relation to Functional Abilities in Elderly Adults. *Gerontology*, 46(5), 249-257.

Carter, N., Kannus, P., & Khan, P. (2001). Exercise in the prevention of fall in older people. *Sports Medicine*, 31(6), 427-438.

Carvalho, M. J. (2006a). A actividade física na terceira idade e relações intergeracionais. *Rev. Bras. Educ. Fís. Esp*, 71-72.

Carvalho, M. J. (2006b). A actividade física na terceira idade e relações intergeracionais. *Rev. Bras. Educ. Fís. Esp*,20, 71-72.

Carvalho, J., Marques, E., Ascensao, A., Magalhaes, J., Marques, F., & Mota, J. (2009). Multicomponent exercise program improves blood lipid profile and antioxidant capacity in older women (Vol. 51).

Carvalho, J., Marques, E., & Mota, J. (2009). Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology*, 55(1), 41-48. doi:000140681 [pii] 10.1159/000140681.

Carvalho, J., & Mota, J. (2002). A actividade física na terceira idade. Oeiras: Camara Municipal de Oeiras. Divisão do Desporto.

Carvalho, J., & Soares, J. M. (2004). Envelhecimento e força muscular: breve revisão. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4(3), 79-93.

Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for healthrelated research. *Public health reports*, 100(2), 126-131.

Cauza, E., Hanusch-Enserer, U., Strasser, B., Ludvik, B., Metz-Schimmerl, S., Pacini, G., Haber, P. (2005). The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(8), 1527-1533. doi: 10.1016/j.apmr.2005.01.007.

Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(7), 1510-1530.

Connelly, D. M., & Vandervoort, A. A. (1997). Effects of detraining on knee extensor strength and functional mobility in a group of elderly women. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 26(6), 340-346.

Correia, P., Mil-Homens, P., Silva, P., & Espanha, M. (2006). Função neuromuscular no idoso: a importância do treino da força. In E. FMH (Ed.), *Actividade Física e Envelhecimento*.

Costa A. P., Luksevicius, R., Silva, F. A., Serra, A. J., Rodriguez, D., Junior F. P., Bocalini, D. S., (2012). Efeitos de um programa de exercícios multivariados na composição corporal de idosas saudáveis. *ConScientiae Saúde*. doi:10.5585/ConsSaude.v11n2.3257.

Cress, M. E., Buchner, D. M., Prohaska, T., Rimmer, J., Brown, M., Macera, C., Dipietro, L., & Chodzko-Zajko, W. (2005). Best practices for physical activity programs and behavior counseling in older adult populations. *J Aging Phys Act*, 13(1), 61-7.

Dantas, E., Pereira, S., Aragao, J., & Ota, A. (2002). Perda da flexibilidade no Idoso-A prepoderancia da diminuicao da mobilidade articular ou da elasticidade muscular na perda da flexibilidade no envelhecimento. *Fitness and Performance Journal*, 1(3), 12-20.

Davis, J. C., Bryan, S., Marra, C. A., Sharma, D., Chan, A., Beattie, B. L., Liu- Ambrose, T. (2013). An economic evaluation of resistance training and aerobic training versus balance and toning exercises in older adults with mild cognitive impairment. *PLoS One*, 8(5), e63031. doi: 10.1371/journal.pone.0063031.

den Ouden, M., Schuurmans, M., E.M.A. Arts, I., & Van der Schouw, Y. (2011). *Physical Performance Characteristics Related to Disability in Older Persons: a Systematic Review* (Vol. 69).

Deschenes, M. R. (2004). Effects of aging on muscle type and size. *Sports Medicine*, 34(12), 809-824.

Earles, D., Judge, J., & Gunnarsson, O. (2000). Velocity training induces power-specific adaptations in highly functioning older adults. *Arch Phys Med Rehabil*, 82:, 872-878.

Evans, W. (1997). Functional and metabolic consequences of sarcopenia. *J Nutr*, 127(5 Suppl), 998S-1003S.

Evans, W. J. (1999). Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sports Exerc*, 31(1), 12-17.

Evans, W. J., & Campbell, W. W. (1993). Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. *J Nutr*, 123(2 Suppl), 465-468.

Faria, L., & Marinho, C. (2004). Atividade física, saúde e qualidade de vida na terceira idade. *Revista Portuguesa Psicossomática*, 6(1), 93-104.

Farinatti, P., & Lopes, L. (2004). Amplitude e cadência do passo e componentes da aptidão muscular em idoso: um estudo correlacional multivariado. *Revista Brasileira de Medicina do Desporto*, 10(5) 389-394.

Fatouros, I. G., Kambas, A., Katrabasas, I., Leontsini, D., Chatzinikolaou, A., Jamurtas, A. Z., Taxildaris, K. (2006). Resistance training and detraining effects on flexibility performance in the elderly are intensity-dependent. *J Strength Cond Res*, 20(3), 634-642. doi: 10.1519/R-17615.1.

Faulkner, J., Larkin, L., Claflin, D., & Brooks, S. (2007). Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 34, 1091-1096.

Felson, D. T., Lawrence, R. C., Dieppe, P. A., Hirsch, R., Helmick, C. G., Jordan, J. M., Kington, R. S., Lane, N. E., Nevitt, M. C., Zhang, Y., Sowers, M., McAlindon, T., Spector, T. D., Poole, A. R., Yanovski, S. Z., Ateshian, G., Sharma, L., Buckwalter, J. A., Brandt, K. D., & Fries, J. F. (2000). Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors. *Ann Intern Med*, 133(8), 635-646.

Ferguson, B. (2014). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. 2014. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 58(3), 328-328.

Fess E. E. (1992). *Clinical Assessment recommendations*, 2nd ed. Garner, nc: American society of Hand Therapists (asht, ed.).

Fiatarone, M. A., Marks, E. C., Ryan, N. D., Meredith, C. N., Lipsitz, L. A., & Evans, W. J. (1990). High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *Jama*, 263(22), 3029-3034.

Finkel, D., Pedersen, N. L., Reynolds, C. A., Berg, S., de Faire, U., & Svartengren, M. (2003). Genetic and environmental influences on decline in biobehavioral markers of aging. *Behav Genet*, 33(2), 107-123. doi:460861.

Fonseca, A. S., Barbosa, T. C., Silva, B. K., Ribeiro, H. S., Quaresma F. R., Maciel, E. S., (2001). Efeito de um programa de treino de força na aptidão física funcional e composição corporal de idosos praticantes de musculação. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, São Paulo. v.12. n.76. p.556-563. ISSN 1981-9900.

Foss, M., & Keteyain, S. (1998). *Fox's Physiological basis for exercise and sport (Sixth Edition ed.)*: Mac Graw-Hill.

Freiberger, E., Haberle, L., Spirduso, W. W., & Zijlstra, G. A. (2012). Long-term effects of three multicomponent exercise interventions on physical performance and fall-related psychological outcomes in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 60(3), 437-446. doi: 10.1111/j.1532-5415.2011.03859.x.

Frontera, W. R., Reid, K. F., Phillips, E. M., Krivickas, L. S., Hughes, V. A., Roubenoff, R., & Fielding, R. A. (2008). Muscle fiber size and function in elderly humans: a longitudinal study. *J Appl Physiol* (1985), 105(2), 637-642. doi: 10.1152/jappphysiol.90332.2008.

Fuller, G. F. (2000). Falls in the elderly. *Am Fam Physician*, 61(7), 2159-2168, 2173-2154.

Giordano, V., Franco, J. S., Koch, H. A., Labronici, P. J., Pires, R. E. S., Amaral, N. P. (2016). Alterações na estrutura óssea relacionadas à idade. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 43(4).

Gudlaugsson, J., Aspelund, T., Gudnason, V., Olafsdottir, A. S., Jonsson, P. V., Arngrimsson, S. A., & Johannsson, E. (2013). [The effects of 6 months' multimodal training on functional performance, strength, endurance, and body mass index of older individuals. Are the benefits of training similar among women and men?]. *Laeknabladid*, 99(7-8), 331-337.

Hakkinen, K., Alen, M., Kallinen, M., Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (2000). Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and restrengthening in middle-aged and elderly people. *Eur J Appl Physiol*, 83(1), 51-62. doi: 10.1007/s004210000248.

Hakkinen, K., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., Malkia, E., Alen, M. (1998). Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol* (1985),84(4), 1341-1349.

Hakkinen, K., Newton, R. U., Gordon, S. E., McCormick, M., Volek, J. S., Nindl, B. C., Kraemer, W. J. (1998). Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 53(6), B415-423.

Haskell, W., Lee, I., Pate, R., Powell, K., Blair, S., Franklin, B., Macera, C., Heath, G., Thompson, P., & Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine.

Hawkins, M. N., Raven, P. B., Snell, P. G., Stray-Gundersen, J., & Levine, B. D. (2007). Maximal oxygen uptake as a parametric measure of cardiorespiratory capacity. *Med Sci Sports Exerc*, 39(1), 103-107.

Hawkins, S.A.; Wiswell, R.A. (2003). Rate and Mechanism of Maximal Oxygen Consumption Decline. *Sports Med.* 33(12):877-888.

Hebestreit, H., Mimura, K. I., Bar Or, O., (1993). Recovery of muscle power after high-intensity short-term exercise: comparing boys and men. *J Appl Physio*; 74: 2875-80.

Henwood, T. R., & Taaffe, D. R. (2006). Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clin Physiol Funct Imaging*, 26(5), 305-313. doi: 10.1111/j.1475-097X.2006.00695.x.

Heyward, V. (2010). *Avaliação Física e Prescrição de Exercício: técnicas avançadas.* Artemed Editora.

Hill, A. V., & Lupton, H. (1923). Muscular Exercise, Lactic Acid, and the Supply and Utilization of Oxygen. *QJM: An International Journal of Medicine*, os- 16(62), 135-171.

Hillman T., Nunes Q. M., Hornby S.T., Stanga Z, Neal K., Rowlands B. J. (2005). A practical posture for hand grip dynamometry in the clinical setting. *Clin nutr*; 24:224-8.

Holland, G. J., Tanaka, K., Shigematsu, R., & Nakagaichi, M. (2002). Flexibility and physical functions of older adults: a review. *Journal of Aging and Physical Activity*, 10(2), 169-206.

Hussain, S. R., Macaluso, A., & Pearson, S. J. (2016). High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training in the Prevention/Management of Cardiovascular Disease. *Cardiol Rev*, 24(6), 273-281.

Ibanez, J., Gorostiaga, E. M., Alonso, A. M., Forga, L., Arguelles, I., Larrion, J. L., & Izquierdo, M. (2008). Lower muscle strength gains in older men with type 2 diabetes after resistance training. *Diabetes Complications*, 22(2), 112-118. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2007.06.008.

Ihalainen, J. K., Inglis, A., Makinen, T., Newton, R. U., Kainulainen, H., Kyrolainen, H., & Walker, S. (2019). Strength Training Improves Metabolic Health Markers in Older Individual Regardless of Training Frequency. *Front Physiol*, 10, 32.

Izquierdo, M., Hakkinen, K., Ibanez, J., Kraemer, W. J., & Gorostiaga, E. M. (2005). Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength, power, muscle cross-sectional area, and endurance markers in middle-aged men. *Eur J Appl Physiol*, 94(1-2), 70-75. doi: 10.1007/s00421-004-1280-5.

Katsiaras, A., Newman, A. B., Kriska, A., Brach, J., Krishnaswami, S., Feingold, E., Goodpaster, B. H. (2005). Skeletal muscle fatigue, strength, and quality in the elderly: the Health ABC Study. *J Appl Physiol* (1985), 99(1), 210-216. doi: 10.1152/jappphysiol.01276.2004.

Kellis, E., Baltzopoulos, V. (1996) The effects of normalization method on antagonistic activity patterns during ec-centric and concentric isokinetic knee extension and flexion. *J Electromyogr Kinesiol*; 6:235-45.

Kendall F. P., McCreary E. K., Provance P. G. (1995). *Músculos: provas e funções*. 4a ed. Barueri (SP): Manole.

Kenney, W. L., Wilmore, J., & Costill, D. (2012). *Physiology of sport and exercise: Human Kinetics*.

Kerrigan, D. C., Xenopoulos-Oddsson, A., Sullivan, M. J., Lelas, J. J., & Riley, P. O. (2003). Effect of a hip flexor-stretching program on gait in the elderly. *Arch Phys Med Rehabil*, 84(1), 1-6.

Khaw, K. T. (1997). Healthy aging. *BMJ*, 315(7115), 1090-1096.

Kim, T. N. & Choi, K. M., 2013. Sarcopenia: Definition, Epidemiology, and Pathophysiology. *Journal of Bone Metabolism*, 20(1).

Koopman, R., & van Loon, L. J. (2009). Aging, exercise, and muscle protein metabolism. *J Appl Physiol* (1985), 106(6), 2040-2048. doi: 10.1152/jappphysiol.91551.2008.

Kraemer, W., & Fleck, S. (2010). *Cómo optimizar el entrenamiento de fuerza*. Madrid: Arkano Books.

Kraemer, W. J., Hakkinen, K., Newton, R. U., Nindl, B. C., Volek, J. S., McCormick, M., Evans, W. J. (1999). Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Appl Physiol* (1985), 87(3), 982-992.

Lamichhane, A. P. (2005). Osteoporosis-an update. *JNMA J Nepal Med Assoc*, 44(158), 60-66.

Leite, L., Resende, T., Nogueira, G., Cruz, I., Rodolfo, S., & Gottlieb, M. (2012). Envelhecimento, estress oxidativo e sarcopenia: uma abordagem sistêmica. *Revista Brasileira de Gerontologia*, Rio de Janeiro, 15(2), 365-380.

Lemura, L.M.; Von Duvillard, S.P.; Mookerjee, S. (2000). The effects of physical training of functional capacity in adults. Ages 46 to 90: a meta-analysis. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(1): 1-10.

Liffiton J. A., Horton S., Baker J., Weir P. L. (2012). Successful aging: how does physical activity influence engagement with life? *Eur Rev Aging Phys Act* (2012) 9:103-108 . doi: 10.1007/s11556-012-0098-0.

Lipsitz, L. A. (1989). Minireview: Altered blood pressure homeostasis in advanced age clinical and research implications. *Journal of gerontology*, 44(6), M179-M183.

Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L. S., Graf, P., Beattie, B. L., Ashe, M. C., & Handy, T. C. (2010). Resistance training and executive functions: a 12-month randomized controlled trial. *Arch Intern Med*, 170(2), 170-178. doi: 10.1001/archinternmed.2009.494.

Losa-Reyna, J., Baltasar-Fernandez, I., Alcazar, J., Navarro-Cruz, R., Garcia- Garcia, F. J., Alegre, L. M., & Alfaro-Acha, A. (2019). Effect of a short multicomponent exercise intervention focused on muscle power in frail and pre frail elderly: A pilot trial. *Exp Gerontol*, 115, 114-121.

Macaluso, A., & De Vito, G. (2004). Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol*, 91(4), 450-472. doi: 10.1007/s00421-003-0991-3.

Malbut, K.E.; Dinan, S.; Young, A. (2002). Aerobic Training in the "Oldest old": the effect of 24 weeks of training. *Age and Ageing*, 31(4):255-260.

Martins, W. R., de Oliveira, R. J., Carvalho, R. S., de Oliveira Damasceno, V., da Silva, V. Z., & Silva, M. S. (2013). Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: a

systematic review with meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*, 57(1), 8-15. doi: 10.1016/j.archger.2013.03.002.

Matsudo, S., Matsudo, V., & Neto, T. (2000). Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Rev. Bras. Ciên. E Mov. Brasília*, 8(4), 21-32.

Matsudo, S., Matsudo, V., Neto, T., & Araújo, T. (2003). Evolução do perfil neuromotor e capacidade funcional de mulheres fisicamente ativas de acordo com a idade cronológica. *Rev Bras Med Esporte*, 9, 365-376.

Mazzeo, R. S., & Tanaka, H. (2001). Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports Med*, 31(11), 809-818.

McDermott A. Y. & Mernitz H. (2006). Exercise and Older Patients: Prescribing Guidelines. *Am Fam Physician*. 2006 Aug 1;74(3):437-444.

Messier, S. P., Royer, T. D., Craven, T. E., O'Toole, M. L., Burns, R., & Ettinger, W. H., Jr. (2000). Long-term exercise and its effect on balance in older, osteoarthritic adults: results from the Fitness, Arthritis, and Seniors Trial (FAST). *J Am Geriatr Soc*, 48(2), 131-138.

Monteiro, A. M., Bartolomeu, R. F., Forte, P. M., & Carvalho, J. (2019). The Effects of three different types of training in functional fitness and body composition in older women. *Journal of Sport and Health Research*(11:3), 289-304.

Monteiro, A. M., Silva, P., Forte, P., & Carvalho, J. (2019). The effects of daily physical activity on functional fitness, isokinetic strength and body composition in elderly community-dwelling women. *Journal of Human Sport and Exercise*, 14(2), 14. doi:10.14198/jhse.2019.142.11

Mota, J., Ribeiro, J., Carvalho, J., & Matos, M. (2006). Atividade física e qualidade de vida associada à saúde em idosos participantes e não participantes em programas regulares de atividade física. *Rev. Bras. Educ. Fís. Esp*, 219-225.

Nakamura, Y., Tanaka, K., Yabushita, N., Sakai, T., & Shigematsu, R. (2007). Effects of exercise frequency on functional fitness in older adult women. *Arch Gerontol Geriatr*, 44(2), 163-173. doi: 10.1016/j.archger.2006.04.007

Nelson, M. E., Layne, J. E., Bernstein, M. J., Nuernberger, A., Castaneda, C., Kaliton, D., Hausdorff, J., Judge, J. O., Buchner, D. M., Roubenoff, R., & Fiatarone Singh, M. A. (2004). The effects of multidimensional homebased exercise on functional performance in elderly people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 59(2), 154-160.

Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, 39(8), 1435-1445.

Neves, C. D. C., Tossige-Gomes R., de Avelar, N. P., Simão A. P., Lacerda, A. R., (2010). Avaliação da confiabilidade da força isométrica de extensores de joelho pelo uso da célula de carga. *Revista Terapia Manual Fisioterapia Manipulativa*.

Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., Hashizume, H., Nozawa, T., Sekiguchi, A., Kawashima, R. (2012). Beneficial effects of short-term combination exercise training on diverse cognitive functions in healthy older people: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 13, 200. doi: 10.1186/1745-6215-13-200.

Oja, P. (2001). Dose response between total volume of physical activity and health and fitness. *Med. Sci. Sports Exerc*, 33(6):S428-S437.

Orr, R., de Vos, N. J., Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinou, T. M., & Fiatarone-Singh, M. A. (2006). Power training improves balance in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61(1), 78-85.

Pajala, S., Era, P., Koskenvuo, M., Kaprio, J., Tolvanen, A., Heikkinen, E., Tiainen, K., & Rantanen, T. (2004). Contribution of genetic and environmental effects to postural balance in older female twins. *J Appl Physiol*, 96(1), 308-315.

Paul C. & Ribeiro O. (2012). *Manual de Gerontologia. Aspectos biocomportamentais, psicologicos e sociais do envelhecimento*. Ed. Lidel.

Pereira, A., Izquierdo, M., Silva, A. J., Costa, A. M., Bastos, E., Gonzalez-Badillo, J. J., & Marques, M. C. (2012). Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. *Exp Gerontol*, 47(3), 250-255. doi: 10.1016/j.exger.2011.12.010.

Perracini, M. R (2005). Prevenção e manejo de quedas no idoso. In L. R. Ramos & T. Neto (Eds.), *Geriatría e gerontologia. Guias de medicina ambulatorial e hospitalar*. São Paulo: Editora Manole.

Peterson, M. D., Rhea, M. R., Sen, A., & Gordon, P. M. (2010). Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Ageing Res Rev*, 9(3), 226-237. doi: 10.1016/j.arr.2010.03.004.

Radaelli, R., Botton, C. E., Wilhelm, E. N., Bottaro, M., Lacerda, F., Gaya, A., Pinto, R. S. (2013). Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. *Exp Gerontol*, 48(8), 710-716. doi: 10.1016/j.exger.2013.04.003.

Ramsay, J. A., Blimkie, C. J., Smith, K., Garner, S., Macdougall, J. D., Sale, D. G., (1990). Strength training effects in prepubescent boys. *Med Sci Sports Exerc*; 22: 605-14.

Raymond, M. J., Bramley-Tzerefos, R. E., Jeffs, K. J., Winter, A., & Holland, A. E. (2013). Systematic review of high-intensity progressive resistance strength training of the lower limb compared with other intensities of strength training in older adults. *Arch Phys Med Rehabil*, 94(8), 1458-1472. doi:10.1016/j.apmr.2013.02.022.

Riebe, D., Ehrman, J. K., Liguori, G., & Magal, M. (2018). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription: American College of Sports Medicine.

Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *Journal of aging and physical activity*, 7(2), 162-181.

Rikli, R. E., & Jones, J. J. (2001). *Senior Fitness Test Manual*. Champaign IL: Human Kinetics.

Roie E. V., C., Coudyzer W., Boonen S., & Bautmans I. (2013). Strength training at high versus low external resistance in older adults: Effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. doi.org/10.1016/j.exger.2013.08.010.

Romero-Arenas, S., Martinez-Pascual, M., & Alcaraz, P. E. (2013). Impact of Resistance Circuit Training on Neuromuscular, Cardiorespiratory and Body Composition Adaptations in the Elderly. *Aging Dis*, 4(5), 256-263. doi: 10.14336/AD.2013.0400256.

Rose, D. J. (2010). Fallproof: a comprehensive balance and mobility training program: Human Kinetics.

Rosenthal, R. L., Rosnow R. L., & Rubin, D. B. (2000). Contrasts and Correlations in Effect-Size Estimation. Research Article Find in PubMed. doi.org/10.1111/1467-9280.00287

Ruwer, S. L., Garcia Rossi, A., & Fortunato Simon, L. (2005). Equilíbrio no idoso. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, 71(3).

Seguin, R., & Nelson, M. E. (2003). The benefits of strength training for older adults. Am J Prev Med, 25(3 Suppl 2), 141-149.

Schneider P., Benetti G., Meyer F., (2004). Força muscular de atletas de voleibol de 9 a 18 anos através da dinamometria computadorizada. Rev Bras Med Esporte. 10(2): 85-91.

Shephard, R. J. (1997). Aging, physical activity, and health: Human Kinetics Publishers.

Shephard, R. J (1993). Aging, Respiratory Function, and Exercise. Journal of Aging and Physical Activity, 1:59-83.

Shephard, R. J., Berridge, M., & Montelpare, W. (1990). On the generality of the "sit and reach" test: an analysis of flexibility data for an aging population. Res Q Exerc Sport, 61(4), 326-330.

Sherk, K. A., Bemben, D. A., Brickman, S. E., & Bemben, M. G. (2012). Effects of resistance training duration on muscular strength retention 6-month posttraining in older men and women. Geriatr Phys Ther, 35(1), 20-27. doi:10.1519/JPT.0b013e3182203c90.

Shoemaker, K. (2007). Cardiopulmonary System Physiology of Exercise and Healthy Aging (pp. 4-21). USA: Human Kinetics.

Sillanpaa, E., Hakkinen, K., Holviala, J., & Hakkinen, A. (2012). Combined strength and endurance training improves health-related quality of life in healthy middle-aged and older adults. Int J Sports Med, 33(12), 981-986. doi: 10.1055/s-0032-1311589.

Silva, P. (2006). Envelhecimento e decréscimo da potência aeróbia máxima Actividade Física e Envelhecimento (pp. 29-48). Lisboa: Edições FMH.

Sions, J. M., Tyrell, C., Knarr, B., Jancosko, A., & Binder-Macleod, S. (2012). Age- and stroke-related skeletal muscle changes: a review for geriatric clinician. *J Geriatr Phys Ther*, 35(3), 155-161.

Spiriduso, W. W., Francis, K. L., & MacRae, P. G. (2004). *Physical dimensions of aging* (Second Edition ed.): Human Kinetics.

Spiriduso, W. W., Francis, K. L., & MacRae, P. G. (2005). *Physical Dimensions of Aging*. 2 ed. Champaign IL: Human Kinetics.

Steves, C. J., Spector, T. D., & Jackson, S. H. (2012). Ageing, genes, environment and epigenetics: what twin studies tell us now, and in the future. *Age Ageing*, 41(5), 581-586.

Suetta, C., Aagaard, P., Rosted, A., Jakobsen, A. K., Duus, B., Kjaer, M., & Magnusson, S. P. (2004). Training-induced changes in muscle CSA, muscle strength, EMG, and rate of force development in elderly subjects after long-term unilateral disuse. *J Appl Physiol* (1985), 97(5), 1954-1961. doi: 10.1152/jappphysiol.01307.2003.

Swain, D., & Leutholtz, B. (2007). *Exercise Prescription: a case study approach to the ACSM guidelines* (Second Edition ed.): Human Kinetics.

Taaffe, D. R., Duret, C., Wheeler, S., & Marcus, R. (1999). Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *J Am Geriatr Soc*, 47(10), 1208-1214.

Tadaishi, M., Miura, S., Kai, Y., Kano, Y., Oishi, Y., Ezaki, O. (2011). Skeletal Muscle-Specific Expression of PGC-1 α -b, an Exercise-Responsive Isoform, Increases Exercise Capacity and Peak Oxygen Uptake. doi.org/10.1371/journal.pone.0028290.

Takekuma, N., Rogers, M. E., Islam, M. M., Yamauchi, T., Watanabe, E., & Okada, A. (2004). Effect of concurrent aerobic and resistance circuit exercise training on fitness in older adults. *Eur J Appl Physiol*, 93(1-2), 173-182. doi: 10.1007/s00421-004-1193-3

Tanaka, H., & Seals, D. R. (2003). Invited Review: Dynamic exercise performance in Masters athletes: insight into the effects of primary human aging on physiological functional capacity. *J Appl Physiol* (1985), 95(5), 2152-2162. doi: 10.1152/jappphysiol.00320.2003

Tarazona-Santabalbina, F. J., Gomez-Cabrera, M. C., Perez-Ros, P., Martinez- Arnau, F. M., Cabo, H., Tsaparas, K., Salvador-Pascual, A., Rodriguez- Manas, L., & Vina, J. (2016). A Multicomponent Exercise Intervention that Reverses Frailty and Improves Cognition, Emotion, and Social Networking in the Community-Dwelling Frail Elderly: A Randomized Clinical Trial. *J Am Med Dir Assoc*, 17(5), 426-433.

Taylor, A., & Johnson, M. (2008). *Physiology of exercise and healthy aging*. Editora Human Kinetics.

Teixeira, C. L. (2013). Equilibrio e controle postural. *Brazilian Journal of Biomechanics= Revista Brasileira de Biomecânica*, 11(20), 30-40.

Tinetti, M. E., Doucette, J., Claus, E., & Marottoli, R. (1995). Risk factors for serious injury during falls by older persons in the community. *J Am Geriatr Soc*, 43(11), 1214-1221. Toraman, F., & Sahin, G. (2004). Age responses to multicomponent training programme in older adults. *Disabil Rehabil*, 26(8), 448-454.

Thompson, L. V. (1994). Effects of age and training on skeletal muscle physiology and performance. *Phys Ther*, 74(1), 71-81.

Toraman, F., & Sahin, G. (2004). Age responses to multicomponent training programme in older adults. *Disabil Rehabil*, 26(8), 448-454.

Toraman, N. F., Erman, A., & Agyar, E. (2004). Effects of multicomponent training on functional fitness in older adults. *J Aging Phys Act*, 12(4), 538-553.1221.

Trombetti, A., Reid, K. F., Herrmann F. R., Pasha, E., Phillips, E. M., Fielding, R. A., (2016). Age-associated declines in muscle mass, strength, power, and physical performance: impact on fear of falling and quality of life. *Osteoporosis International*, 27(2), p. 463–471.

Vandervoort, A. A. (2002). Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve*, 25(1), 17-25.

Voermans, N. C., Snijders, A. H., Schoon, Y., & Bloem, B. R. (2007). Why old people fall (and how to stop them). *Pract Neurol*, 7(3), 158-171.

Westerterp, K.R.; Meijer, E.P. (2001). Physical Activity and Parameters of Aging: A Physiological Perspective. *Journals of Gerontology*, 56A (Special Issue II):7-12.

WHO. (2003). WHO, Prevention and Management of Osteoporosis. Report of a WHO Scientific Group. 2003, Geneva, Switzerland: WHO Technical Report Series, No 921.

WHO. (2011). World Health Statistics 2010. France: Tony Waddell.

Williams, P. T. (2001). Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 33(5), 754-761.

Woods, J. A., Wilund, K. R., Martin, S. A., & Kistler, B. M. (2012). Exercise, inflammation and aging. *Aging Dis*, 3(1), 130-140.

Wood, R. H., Reyes-Alvarez, R., Maraj, B., Metoyer, K. L., & Welsch, M. A. (1999). Physical fitness, cognitive function, and health-related quality of life in older adults. *Journal of aging and physical activity*, 7(3), 217-230.

World Health Organization. (2011). Global Health and Aging. USA: U. S. Department of Health and Human Services.

Worm, C. H., Vad, E., Puggaard, L., Stovring, H., Lauritsen, J., & Kragstrup, J. (2001). Effects of a multicomponent exercise program on functional ability in community-dwelling, frail older adults. *J Aging Phys Activ*(9), 414-424.

Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). Strength Training for Senior athletes *Science and practice of strength training* (pp. 215-226): Human Kinetics.

Zhang, J.G.; Ohta, T.; Ishikawa-Takata, K.; Tabata, I.; Miyashita, M. (2003). Effects of daily activity recorded by pedometer on peak oxygen consumption (Vo_2 peak), ventilatory threshold and leg extension power in 30 to 69 year old Japanese without exercise habit. *Eur J Appl Physiol*, 90:109-113.