

## Mestrado em Ciências do Desporto

Desportos de Academia

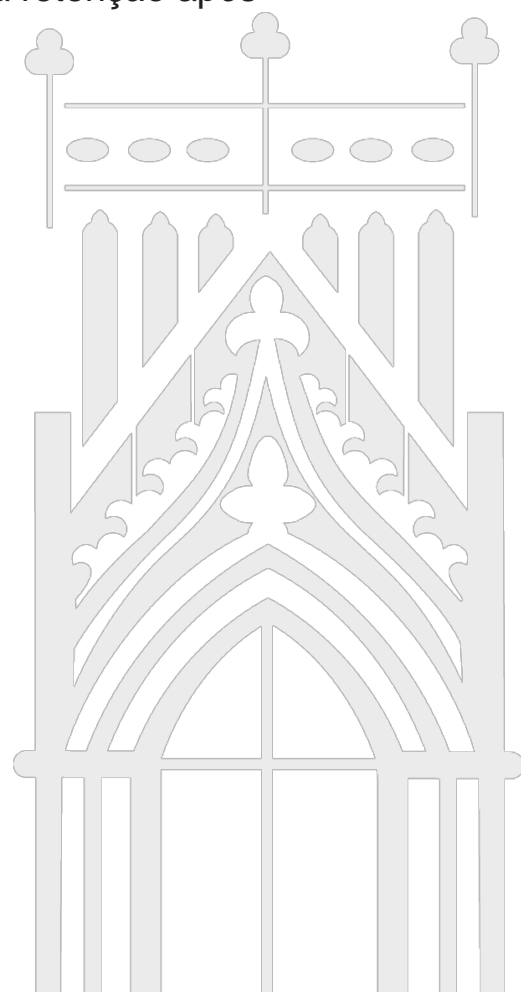
Treino multicomponente em idosos ativos.  
Efeitos de uma sessão de treino de força complementar na  
aptidão muscular, funcional e na sua retenção após  
cessação.

Sílvia Nunes Pires

junho | 2014



Escola Superior de  
Educação, Comunicação  
e Desporto





Escola Superior de Educação, Comunicação e Desporto

Mestrado em Ciências do Desporto  
Especialidade Desportos de Academia

## **Treino multicomponente em idosos ativos**

Efeitos de uma sessão de treino de força complementar na aptidão muscular, funcional e na sua retenção após cessação

Projeto aplicado para a obtenção do grau de mestre em ciências do desporto – especialidade de desportos de academia, sob a orientação da Professora Doutora Carolina Vila-Chã e Coorientação da Professora Doutora Teresa Fonseca

**Sílvia Nunes Pires**

**Junho, 2014**



## Agradecimentos

Na conclusão do presente trabalho chegou o tempo de realizar uma introspeção pensando em todos aqueles que contribuíram para a sua realização e que o tornaram possível de realizar, como tal gostaria de o expressar publicamente, apresentando os meus mais sinceros e mais sentidos agradecimentos a todos:

- À Professora Doutora Carolina Vila-Chã, por ter sempre acreditado que era possível, pelo apoio e orientação que desde o primeiro momento soube transmitir-me os seus vastos conhecimentos, pela imensa disponibilidade, por todo o interesse em que este estudo fosse o mais pertinente possível, pelo empenho, tempo e força que me ofereceu para chegar a meta final...

- A todos os professores da ESECD, que contribuíram para a minha formação, pelos seus conhecimentos e amizade que no percurso das aulas me souberam transmitir, em particular a Professora Teresa, a Professora Natalina e a Professora Bernardete que nunca me fecharam a porta mesmo quando eu invadia os espaços para tirar dúvidas.

- Aos meus queridos idosos do programa +65 neste estudo, que são a parte fundamental, pois sem o seu voluntariado não haveria estudo, pela dedicação e obediência nos treinos, assim como aos seus coordenadores Prof. Alexandra Fonseca e António Júnior.

- Aos funcionários e aos colegas que ao longo destes 2 anos conheci nos corredores desta instituição, pela solidariedade companheirismo e amizade demonstrada na realização deste estudo em particular no cumprimento de todos os momentos de avaliação, assim o meu muito obrigado pela ajuda prestada ao Filipe, Luís R, Luís C, André, Vera, Delfina, Vanessa, Andreia, Gonçalo, Zé, Vasco e João, em particular atenção à Tânia que nas horas mais difíceis a amizade e a vontade de vencer prevaleceram.

- Aos informáticos ESTG que me aturaram nos momentos em que tudo falha, obrigado Sandra, Noémio, Filipe, Nuno e Pedro.

- Aos meus pais e irmãs pelo profundo apoio na concretização e finalização de mais uma etapa da minha vida académica.

Finalizo com um agradecimento ao Joaquim e ao Henrique, que nas horas mais desesperantes souberam que o seu sorriso é tudo aquilo que preciso para ser feliz. Gosto muito de vocês filhotes!

## Resumo

Com o envelhecimento ocorre o decréscimo da força muscular e das capacidades funcionais, que podem ser atenuados com atividade física para um envelhecimento mais ativo e promotor de saúde. O propósito deste estudo foi verificar o efeito de 12 semanas de treino multicomponente (adição de uma sessão semanal de treino de força como complemento ao treino de hidroginástica) e de destreino (10 semanas) na força máxima (RM), na potência e nas capacidades funcionais de idosos ativos. Vinte e dois idosos voluntários praticantes de hidroginástica (média =  $68,5 \pm 5,13$ ), foram divididos em dois grupos GE (n=14) e o GC (n=8). O GE foi submetido a um treino adicional multicomponente progressivo de 9 exercícios, com 50% -85% de 1RM e 2 séries de 6-15 reps. Avaliação da aptidão física e funcional foi realizada através dos testes de força máxima 1RM, teste de potência nos 20%, nos 40% e nos 60% de 1RM, e pela aplicação da Bateria de Fullerton – “levantar e sentar”, “andar 2,44 m”, “andar 6 min”, “sentar e alcançar”, “alcançar atrás das costas” e “flexão do antebraço”.

Concluimos que o GE revela aumentos e efeitos positivos na força máxima (+ 30% após treino,  $P \leq 0,001$ ; e +22% após destreino  $P \leq 0,02$ ), potência muscular (MPP aumentou 34% a 52%;  $P \leq 0,00$ ). Nos testes funcionais não foram obtidos resultados estatisticamente significativos, apesar disso registou-se um aumento no GE nos testes “levantar e sentar” (19%) e “flexão do antebraço”(14%), enquanto que no GC não se verificaram alterações. Este estudo indica assim que o treino multicomponente é recomendado para estas populações por apresentar efeitos positivos após o treino e ser capaz de manter uma aptidão muscular e funcional mais elevada após paragens. O estudo também permitiu verificar que uma sessão de treino de força por semana é suficiente para induzir alterações significativas.

### **Palavras – chaves:**

Treino de força; idosos; força máxima; potência muscular, capacidades funcionais

## Abstract

Aging has been associated with decline muscle strength, muscle power and functional ability, which can be counteract with exercise and, subsequently, improving quality of life. In this study we examined the effects of 12 weeks of multicomponent training (addition of 1 strength training session per week as a complement to aquatic training) and 10 weeks detraining, on maximal strength (RM), power and functional fitness. Twenty-two volunteer elderly subjects, participating in aquatic training, were divided in two groups GE (n=14) and GC (n=8). The GE was submit to an additional session of progressive strength training with 9 exercises, at 50-85% of 1RM; 2 sets of 6-15 reps, performed once a week. Muscular strength, muscle power and Fullerton battery tests were applied to assess to muscle and functional fitness. We concluded that training induced enhanced strength (+30% after training,  $P \leq 0,001$ ; and +22% post detraining,  $P \leq 0,02$ ), muscle power (MPP increased 34 to 52% ;  $P \leq 0,00$ ). No statistic significant were found in functional test, however GE improved “sit and stand” (19%) and “arm curl” (14%) functional test results. No changes were observed in control group in the aforementioned tests. This study indicate that multicomponent training s recommended to elderly people, since it produces positive effects on after training, maintaining the muscle and functional fitness after a detraining period. The results also indicate that once weekly of strength training is sufficient to induced positive muscle and functional fitness alterations.

### **Keywords:**

Strength training; elderly; muscle strength; muscle power; functional ability

## Abreviaturas

1 RM – 1 Repetição máxima

ACSM – American College of Sport Medicine

AEA – Aquatic Exercise Association

FDMmi – Força Dinâmica Máxima dos membros inferiores

GC – Grupo de Controlo

GE – Grupo Experimental

INE – Instituto Nacional de Estatística

MPF – Média da força propulsiva

MPP – Potência média propulsiva

MPV – Média da velocidade propulsiva

O<sub>2</sub> - Oxigénio

OMS – Organização Mundial de Saúde

RDF – Taxa de desenvolvimento da força

VO<sub>2</sub> - Volume de Oxigénio

VO<sub>2max</sub> – Volume de Oxigénio Máximo

# Índice Geral

Introdução .....	1
Capítulo 1 - Revisão Bibliográfica .....	4
1.1. Envelhecimento .....	4
1.2. Alterações fisiológicas e funcionais .....	6
1.2.1. Sistema Cardiorrespiratório e aptidão aeróbica .....	6
1.2.2. Sistema neuromuscular e aptidão muscular .....	9
1.3. Exercício físico e envelhecimento .....	12
1.3.1. Benefícios do exercício na população idosa .....	12
1.3.2. Benefícios do treino de força .....	15
1.3.3. Benefícios da Hidroginástica .....	17
1.4. Prescrição do exercício físico na população idosa .....	20
1.4.1. Treino de força .....	21
1.4.2. Treino aeróbio (meio aquático) .....	27
1.4.3. Treino multicomponente .....	28
Capítulo 2 – Objetivos .....	30
2.1. Problema .....	30
2.2. Objetivos .....	31
2.2.1. Gerais .....	31
2.2.2. Específicos .....	31
2.3. Hipóteses .....	32
Capítulo 3 - Metodologia .....	33
3.1. Caracterização da amostra .....	33
3.2. Critérios de seleção .....	34
3.3. Protocolo experimental .....	35
3.4. Programa de Treino .....	35
3.5. Treino de força muscular .....	36
3.6. Procedimentos experimentais .....	38
3.7. Avaliação da força máxima dinâmica dos membros inferiores .....	38
3.8. Avaliação da potência muscular .....	40
3.9. Testes de aptidão física funcional .....	41
3.10. Variáveis em estudo .....	42
3.11. Tratamento estatístico .....	42
Capítulo 4 - Resultados .....	44
4.1. Amostra .....	44



4.2.	Força máxima dinâmica dos membros inferiores (FMDmi) .....	44
4.3.	Potência muscular dos membros inferiores.....	45
4.3.1.	Potência Média Propulsiva.....	45
4.4.	Testes funcionais da aptidão física.....	49
4.4.1.	Levantar e sentar .....	50
4.4.2.	Flexão do antebraço .....	51
Capítulo 5 - Discussão dos resultados.....		52
5.1.	Força máxima nos membros inferiores .....	52
5.2.	Potência Muscular.....	54
5.3.	Taxa de Produção de força muscular .....	57
5.4.	Testes funcionais.....	58
5.5.	Destreino .....	61
Capítulo 6.....		64
6.1.	Conclusões .....	64
6.2.	Limitações ao estudo.....	65
6.3.	Recomendações pra futuros estudos.....	65
Capítulo 7 – Bibliografia.....		66

## Índice de figuras

	Pág.
Figura 1 - Relação dos diversos fatores envolvidos na perda de massa muscular ao longo do aumento da idade.	11
Figura 2 - Desenho experimental do estudo do projeto de investigação	35
Figura 3 - Representação fotográfica do padrão técnico adotado pelos sujeitos durante o teste de 1 RM na prensa de pernas.	39
Figura 4 - Força máxima dos membros inferiores, valores médios e desvio padrão.	45
Figura 5 - Potência média propulsiva, valores médios e desvio padrão.	46
Figura 6 - Teste de “levantar e sentar” valores médios e desvio padrão.	50
Figura 7 - Teste de “Flexão do antebraço” valores médios e desvio padrão.	51

## Índice de Quadros

	Pág.
Quadro 1 - Benefícios do exercício físico regular para a saúde do idoso	14
Quadro 2 - Principais características da amostra	34
Quadro 3 - Apresentação e caracterização dos exercícios utilizados no programa de treino de força muscular	36
Quadro 4 - Progressão das componentes de carga para os diferentes exercícios ao longo das 12 semanas de treino.	37
Quadro 5 - Testes de aptidão funcional	42
Quadro 6 - Características da amostra	44
Quadro 7 - MPV, MPF e RDF valores médios e respectivos desvio padrão	47
Quadro 8 - Testes funcionais “senta e alcança”, “andar 2,44 m”, “alcançar atrás das costas” e “andar 6 min” valores médios e respectivos desvio padrão	49

## Introdução

Os indivíduos com idade igual ou superior a 65 anos representam a faixa etária com o maior crescimento (Mazzeo & Tanaka, 2001; Tanaka & Seals, 2003), 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 a maior fatia populacional em 2050 (INE, 2011).

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 e não do quando envelhecemos, sendo que um acompanhamento constante e vigilância permitirão um envelhecimento da população com maior qualidade de vida (Khaw, 1997).

É algo crítico para a sociedade reconhecer a importância de ajudar os idosos a manter a saúde, o físico e as funções cognitivas assim como o comprometimento diário com a vida. Estas são as três dimensões que Liffiton, Horton, Baker e Weir (2012) promovem como fundadoras de um envelhecimento com sucesso. 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. Devemos, 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 resistência física adequada nos anos finais é de suma importância para a prevenção da debilidade e perda de independência (Rikli, 1999). A perda de aptidão funcional nos anos finais está principalmente relacionada com inatividade física, mas se implementado programa de treino de força e resistência aeróbica com volume e resistência adequados é possível abrandar o envelhecimento motor e o decréscimo da função neuromuscular (Baker, Atlantis & Fiatarone Singh, 2007; Hakkinen, Kallinen, et al., 1998).

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 & Gordon, 2011; Peterson, Rhea, Sen & Gordon, 2010; Romero-Arenas, Martinez-Pascual & Alcaraz, 2013; Sayers & Gibson, 2012; Sillanpaa, Hakkinen, Holviala & Hakkinen, 2012).

Hoje em dia, existe vontade dos investigadores em perceber a dosagem de exercício, a melhoria na prescrição e no acompanhamento, aumentando a qualidade de vida que se pretende nesta população.

Nasce assim, em prol de um envelhecimento mais ativo e promotor de saúde, a realização desta pesquisa, para que seja cada vez mais acessível por parte das populações idosas a este tipo de programas de atividade física. Procura-se aumentar a qualidade de vida mediante a prática regular de atividade física para que estes sujeitos idosos se sintam plenamente integrados socialmente, já que um estilo de vida mais ativo permite ao idoso manter ou melhorar as suas capacidades funcionais e de independência.

Neste contexto, o presente estudo, será estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1 - No sentido de melhor compreendermos as questões inerentes ao processo de envelhecimento e da força muscular nesta população, iniciaremos este estudo com uma revisão da literatura científica existente neste domínio. Procurámos também perceber que benefícios estão associados ao exercício nesta população assim como na quantidade que

deverá ser utilizada pelos mesmos, a fim de se manterem as capacidades funcionais e aptidão física necessária para a vida diária.

- Capítulo 2 – Neste capítulo serão definidos todos os parâmetros de orientação do estudo, nomeadamente, o problema, os objetivos e as hipóteses de estudo.

- Capítulo 3 – Para além de se esclarecer o tipo de amostra e as várias fases do protocolo experimental, também serão indicados os materiais e os métodos utilizados no processo de recolha. O tratamento e o processamento dos dados recolhidos, bem como o tratamento estatístico também serão descritos neste capítulo.

- Capítulo 4 – Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos, evidenciando os aspectos indispensáveis na compreensão do estudo.

- Capítulo 5 – Efetuaremos a discussão dos resultados por nós encontrados, confrontando-os com os resultados de estudos pertinentes, já publicados.

- Capítulo 6 – Apresentaremos as conclusões que extraímos do nosso estudo.

- Capítulo 7 – Apresentaremos todas as referências bibliográficas utilizadas para a elaboração da dissertação.

## Capítulo 1 - Revisão Bibliográfica

### 1.1. Envelhecimento

A posição que o idoso tem vindo a assumir na sociedade têm-se alterado ao longo dos tempos. Na Grécia antiga os velhos eram considerados elementos importantes e muito respeitados, apesar de em Esparta os velhos, quando deixavam de cuidar de si próprios, serem abandonados e deixados em escarpas (Moreno, 2006).

Esta faixa etária ocupa nos dias de hoje uma percentagem elevada no gráfico da população portuguesa e mundial, pois segundo dados do Instituto Nacional de Estatística (2011), a esperança média de vida de cada recém-nascido em Portugal situa-se nos 80 anos. Mas o que mais aumentou foi o índice de longevidade (a medida que relaciona a população maior de 75 anos com o total da população idosa) que em 2001 estava em 41% e em 2011 aumentou para os 48% (Estatística, 2011).

O termo idoso é geralmente aplicado aos indivíduos com mais de 60 anos e que representam hoje o segmento da população com maior crescimento em todo o mundo (Fragoso & Vieira, 2006). A Organização Mundial de Saúde (OMS), com base na idade cronológica, classifica artificialmente os idosos em quatro grupos: “*middle age*”, meia idade (45-59 anos); “*elderly*”, idosos (60-74 anos); “*old*” (75-90 anos) e “*very old*”, muito idosos (mais de 90 anos). Taylor & Johnson (2008) por sua vez classificam esta população nas seguintes categorias: “*midle age*”, meia idade (45-64); “*young old*”, idoso jovem (65-74); “*old*”, idoso 75-84; “*old old*”, idoso idoso (85-99) e “*oldest old*”, muito idoso  $\geq 100$ . Consideramos, pois que todo o individuo com idade igual ou superior 65 anos é idoso, e que como tal merece particular atenção na manutenção da vida diária com qualidade.

Embora este aumento da esperança média de vida seja um aspeto positivo, o facto é que esta tendência se baseia mais em factores de natureza quantitativa do que em factores de natureza qualitativa, pois o aumento de longevidade nem sempre se faz acompanhar por uma vida salutar, autónoma e com qualidade (Carvalho, 2006b).

É um processo normal e que está geneticamente programado (Hasse, 2006; Taylor & Johnson, 2008) e cada um de nós experimenta uma forma de envelhecer diferente (Spirduso, Francis & MacRae, 2004). 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 é profundamente modificada por factores ambientais (Spirduso, 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 largamente determinada por factores ambientais e de estilo de vida. Este autor adiciona ainda que o aumento da idade é associada 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 factor 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, Mota & Soares, 2003). Todas as atividades diárias realizadas pelos idosos, como ir às compras, o levantar-se de uma cadeira, o 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, 2004; Taylor, 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, Mota & Soares, 2003).



O problema a ser estudado remete para o facto de o envelhecimento populacional, ser 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), 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 a maior fatia populacional em 2050 (INE, 2011; OMS). Envelhecer com qualidade é o mote das próximas décadas nos países mais desenvolvidos.

## **1.2. Alterações fisiológicas e funcionais**

O envelhecimento é um processo ou um conjunto de processos que ocorrem nos seres vivos e que com a passagem do tempo levam à perda de capacidade de adaptação, diminuição da funcionalidade, com alterações físicas e fisiológicas, culminando na incapacidade de cuidar de si próprio e por fim na morte do indivíduo (Spirduso, Francis & MacRae, 2004).

### **1.2.1. Sistema Cardiorrespiratório e aptidão aeróbica**

O avanço da idade tem profundos efeitos ao nível do sistema cardíaco (estrutura e função cardíaca), ao nível vascular e ao nível pulmonar (Taylor & Johnson, 2008). E as mais significativas alterações cardiovasculares segundo Silva (2006) são: frequência cardíaca máxima, função diastólica e sistólica, alterações respiratórias e alterações musculares.

Evans (1997) considera que a capacidade aeróbica máxima decrece aproximadamente 1% por cada ano. As alterações no sistema respiratório incluem alterações na estrutura dos pulmões e das vias respiratórias, no volume pulmonar, nas trocas gasosas e na ventilação com rigidez dos músculos respiratórios (Spirduso, Francis & MacRae, 2004). 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 refere Kenney, Wilmore & Costill (2012).

Havendo um decréscimo evidente na atividade cardiorrespiratória com o aumento da idade, um bom indicador é que a potência aeróbica que desce aproximadamente 10% a 15% por cada década de vida (Foss & Keteyain, 1998). No entanto, uma grande perda na capacidade aeróbica é mais frequentemente observada em pessoas sedentárias do que nas que são mais ativas, pois a perda de capacidade aeróbica em pessoas muito treinadas é mais baixa, indo dos 5% aos 7% por década. As causas apontadas por Fox (1998) como responsáveis pela perda de capacidade aeróbica com a idade incluem uma diminuição no débito cardíaco devido ao decréscimo da frequência cardíaca, ao decréscimo do volume cardíaco e ao decréscimo diferencial das trocas gasosas. O decréscimo da frequência cardíaca relacionado com a idade ocorre ao ritmo de um batimento por ano, após os 25 anos (Foss & Keteyain, 1998; Spirduso, Francis & MacRae, 2004). Existindo esta diminuição progressiva da potência aeróbia máxima com a idade e sendo este um facto bem demonstrado nos estudos, pois Silva (2006) na sua revisão refere que há consenso em considerar os 60-70 anos como um ponto de viragem, no qual o VO<sub>2</sub> máximo e a prestação desportiva decrescem de forma mais abrupta, reduzindo-se até cerca de 25% em esforços intensos em idosos com 80 anos quando comparados com jovens de 20 anos (Spirduso, Francis & MacRae, 2004), estendendo-se este fenómeno também a outras atividades do dia a dia do idoso, tais como andar, o levantamento e o transporte de objetos.

Para este declínio do VO<sub>2</sub> máximo no idoso, de cerca de 1% a 2,5 % ao ano após os 25 anos (Spirduso, Francis & MacRae, 2004), contribuem: a atrofia muscular, as modificações metabólicas do músculo-esquelético, as modificações nos mecanismos reflexos cardiovasculares e uma menor capacidade em aumentar o fluxo sanguíneo muscular (Silva, 2006). Estas alterações levam a uma significativa redução na capacidade de realizar exercício e ao aumento do risco de doenças cardiovasculares (Shoemaker, 2007). No entanto, os atletas idosos apenas têm um ligeiro decréscimo na capacidade ventilatória pulmonar (Kenney, Wilmore & Costill, 2012).

No sistema cardiovascular, com o envelhecimento, ocorre o aumento da rigidez e espessura da parede arterial e o aumento da resistência periférica (hipertensão), uma diminuição da estimulação hormonal e da capacidade de resposta das manifestações homeostáticas (MacRae, 2004). Também a diabetes, a intolerância a glicose e a insulino-resistência são características centrais para o risco de doença arterial coronária (Romero-Arenas, Martinez-Pascual & Alcaraz, 2013).

Modificando os factores do estilo de vida, tais como a composição corporal, a aptidão física ou o hábito de atividade física poderão influenciar-se os níveis das lipoproteínas e o risco das doenças cardiovasculares (Marques, Carvalho, Soares, Marques & Mota, 2009).

Os benefícios de um estilo de vida ativo em idosos é inegável, sendo que o treino aeróbio tem um impacto positivo nesta faixa etária, em performances máximas e submáximas (Shoemaker, 2007), mas também ao nível da prevenção da doença ou do seu agravamento, contribuindo para a melhoria da capacidade funcional e autonomia do idoso (Silva, 2006).

De acordo com Vincent, Braith, Feldman, Kallas, & Lowenthal (2002), o aumento de níveis de resistência cardiorrespiratória está associado ao decréscimo dos índices de doenças e de mortalidade. Os mesmos autores sugerem que o aumento de 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 auto-cuidado e bem-estar geral; melhorar a condição cardiovascular e resistência geral; melhorar a força muscular; manter ou melhorar flexibilidade, a coordenação e o equilíbrio; maximizar o contacto social; melhorar o controlo de peso e nutricional; ajudar o sistema digestivo; promover o relaxamento e aliviar a ansiedade, insónias e depressão e manter o vigor sexual (Shoemaker, 2007).

Binder et al. (2002) registaram um aumento de capacidade aeróbia na população idosa, indicando que também os idosos fragilizados retêm a sua capacidade de adaptação ao treino aeróbio com aumentos funcionais significativos no pico de  $O_2$ , pois este aumento relativo é cerca de 14% nos homens e 13% nas mulheres, semelhante ao que é verificado nos jovens quando sujeitos a treinos aeróbios de igual duração.

Quando os indivíduos idosos treinam a intensidades relativamente altas conseguem aumentar a capacidade de resistência e de força. O aumento de  $VO_{2max}$  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 (Kenney, Wilmore & Costill, 2012).

### 1.2.2. Sistema neuromuscular e aptidão muscular

Com o envelhecimento ocorrem alterações no sistema neuromuscular em vários níveis, tais como: a diminuição de fibras musculares (Correia, Mil-Homens, Silva & Espanha, 2006; Matsudo, Matsudo & Neto, 2000), sobretudo do tipo II (Hakkinen, Kraemer, Newton & Alen, 2001; Mayer et al., 2011; Nilwik et al., 2013); a diminuição do tamanho das fibras motoras (Taylor & Johnson, 2007; Thompson, 1994); o aumento do tecido não contrátil, a diminuição da capacidade de recrutamento neural (Frontera, Hughes, et al., 2000); as alterações quantitativas e qualitativas assim como o número das unidades motoras funcionais (Campbell, McComas & Petito, 1973); a diminuição da capilarização muscular e da capacidade de ativar completamente os seus grupos musculares (Taylor & Johnson, 2008). A idade traz também uma diminuição na área muscular do tecido contrátil e aumenta o tecido não muscular, como o tecido gordo e o tecido conjuntivo (Taylor & Johnson, 2007). Existem portanto alterações básicas moleculares e metabólicas funcionais que ocorrem no músculo humano com o avançar da idade (Balagopal, Schimke, Ades, Adey & Nair, 2001). Correia, Homens, Silva & Espanha (2006) referem que a perda de capacidade muscular têm como origem a diminuição da utilização dos músculos e redução da sua estimulação; o grupo muscular em causa também está associado a esta perda muscular (Carvalho & Soares, 2004).

Algumas evidências sobre o atual número de fibras rápidas indicam que este diminui ligeiramente depois dos 50 anos em cerca de 10% por década, e que os atletas seniores, ao pararem de treinar, aparentemente têm uma grande percentagem de fibras de contração lenta, devido à seletiva atrofia ou perda de fibras rápidas (Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

À medida que a idade aumenta está-lhe associado um número de declínios fisiológicos e funcionais que contribui para aumentar a incapacidade, a fragilidade e o número de quedas, a perda de massa e força muscular, e que pode exacerbar certas condições e doenças crónicas (Seguin & Nelson, 2003). Este fenómeno é apelidado de sarcopénia, que segundo diversos autores é a perda de massa muscular associada ao avançar da idade (Clark & Manini, 2010; Evans & Campbell, 1993; Katsiaras et al., 2005; Kenney, Wilmore & Costill, 2012; Kraemer et al., 1999; Romero-Arenas, Martinez-Pascual & Alcaraz, 2013). Pode ser definida como a perda involuntária de massa muscular e consequente redução da força, que o sedentarismo e a inatividade contribuído para o

agravar na população idosa. De uma forma genérica a sarcopénia tem sido reconhecida com uma causa da perda de mobilidade funcional na população idosa (Evans & Campbell, 1993).

Matsudo, Matsudo, Neto & Araújo (2003) definem sarcopénia 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 bem reconhecidas consequências funcionais no andar e no equilíbrio, aumentando o risco de queda e perda da independência física funcional. Também contribui para aumentar o risco de doenças crónicas como a diabetes e a osteoporose.

A sarcopénia está ainda associada à perda de qualidade da função contrátil (Evans & Campbell, 1993; Taylor & Johnson, 2008) 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.

As causas para a atrofia muscular ou sarcopénia, segundo Evans (1997), devem-se a uma gradual e seletiva perda de fibras musculares, a uma ingestão inadequada de proteínas na dieta alimentar, ao metabolismo energético baixo e à falta de exercício aeróbico regular.

Embora Macaluso & De Vito (2004) refiram que as mudanças qualitativas das fibras musculares e dos tendões, tais como a atrofia seletiva das fibras rápidas, a redução da rigidez tendinosa e as mudanças neurais, tais como a baixa ativação do músculo agonista e alta co-ativação do músculo antagonista, também contam para o declínio músculo funcional relacionado com a idade (Fig. 1). A atrofia seletiva das fibras rápidas tem sido atribuída à perda progressiva de motoneurónios na medula espinhal, com perda da inervação inicial das fibras mais rápidas, que é acompanhada muitas vezes pela re-inervação destas fibras pelo crescimento axonal da unidade motora adjacente de fibras lentas. O músculo dos idosos parece ser mais resistente à fadiga isométrica, que pode ser atribuída à atrofia seletiva das fibras rápidas, lentidão das propriedades contráteis e diminuição do pico de ligação da unidade motora (Macaluso & De Vito, 2004).

Campbell, McComas & Petito (1973) 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 devido à perda de unidades motoras. As unidades motoras das fibras rápidas são mais afetadas pelo processo degenerativo, levando as fibras lentas 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.

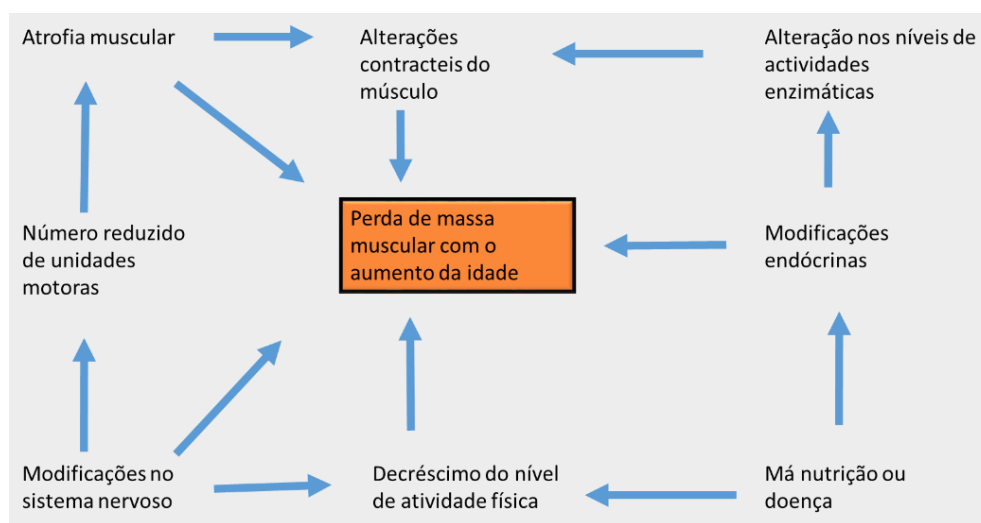


Figura 1 – Relação dos diversos fatores envolvidos na perda de massa muscular ao longo do aumento da idade (adaptado de Vandervoort, 2002).

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 se* ou da inatividade, doença, má nutrição ou a combinação destes fatores (Campbell, McComas & Petito, 1973; Kemper, 2006).

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 continua, até que por volta dos 80 anos se perdem cerca de 50% das fibras do músculo dos membros, o que tem vindo a ser demonstrado em estudos (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 que esta perda é mais dramática a partir dos 70 anos de idade. Carvalho & Soares (2004) referem que 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 têm uma diminuição mais acentuada do que a dos membros superiores. Ao nível da potência esta redução situa-se entre 6% a 11% por década. Nos atletas esta diminuição de potência muscular até aos 70 anos de idade é cerca de 3% por década, quando consideramos o volume muscular e a velocidade de contração (Spiriduso, Francis & MacRae, 2004). 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 rápida é a modalidade de força mais utilizada nas atividades quotidianas (andar, subir escadas, levantar objetos).

O decréscimo da massa muscular assim como o número de fibras musculares têm vindo a ser observados nos diversos estudos relacionados com as mudanças da idade (Evans, 1997; Faulkner, Larkin, Claflin & Brooks, 2007), e está provado que intervenções eficazes são necessárias para prevenir ou reverter estas perdas na massa muscular (Roie, Evelien et al., 2013).

### **1.3. Exercício físico e envelhecimento**

#### **1.3.1. Benefícios do exercício na população idosa**

Estando a idade associada a uma variedade de mudanças fisiológicas e cognitivas (Taylor & Johnson, 2008), a atividade física está bem suportada em estudos que provam a melhoria da qualidade de vida nos idosos (Cauza et al., 2005; Spiriduso, Francis & MacRae, 2004) , sendo que o denominador comum neste processo de envelhecimento é o declínio funcional e estrutural do ser humano.

É evidenciado nos vários estudos que a idade do sistema músculo-esquelético tem uma influência na capacidade funcional em idosos, e que os idosos com idades superiores a 80 anos podem melhorar ou manter a sua capacidade funcional individual de forma independente aquando da participação em programas de força (Connelly & Vandervoort, 1997). Entre as pessoas idosas saudáveis que vivem em lares, os limites da força dos membros inferiores são preditoras de incapacidades futuras e estas medidas do desempenho físico podem identificar nas pessoas idosas um estágio clínico preditor de incapacidade, esta população pode assim beneficiar de intervenções precoces (Guralnik, Ferrucci, Simonsick, Salive & Wallace, 1995).

As implicações com a extensão dos anos na vida humana envolve um aumento na incidência de doenças crónicas e o desenvolvimento de limitações funcionais. Estas limitações físicas de performance funcional são especificamente o realizar tarefas no dia a dia (subir escadas, subir a uma cadeira, ou trabalho de casa (Seguin & Nelson, 2003).

Considerando a importância do exercício na manutenção da capacidade muscular e cardiorrespiratória, não é de surpreender que a inatividade possa levar à deterioração da capacidade de realizar esforços (Kenney, Wilmore & Costill, 2012).

No quadro 1 apresentamos os principais benefícios evidenciados pelo *American College of Sport Medicine* (2001, 2009, 2011) nas suas recomendações de 30 minutos diários de atividade física para a população idosa.

A combinação de atividades aeróbias, treino de força e exercícios de flexibilidade, aumentando a 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 (McDermott & Mernitz, 2006).

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. Mulheres idosas com síndrome metabólico apresentavam um risco maior de perfil metabólico e uma capacidade funcional, força muscular, potência dos membros inferiores e flexibilidade mais baixa, quando comparadas com outras idosas sem síndrome metabólico (Vieira et al., 2013).



Quadro 1 - Benefícios do exercício físico regular para a saúde do idoso (ACSM, 2001, 2009, 2011).

<b>Saúde Cardiovascular</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhora a resistência;</li> <li>- Melhora a performance do miocárdio;</li> <li>- Aumenta o volume diastólico;</li> <li>- Reduz a tensão diastólica;</li> <li>- Aumenta a contractilidade do músculo cardíaco;</li> <li>- Reduz as contrações ventriculares prematuras;</li> <li>- Melhora o perfil lipídico do sangue;</li> <li>- Aumenta a capacidade aeróbica.</li> </ul>
<b>Obesidade</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminuição do tecido adiposo abdominal;</li> <li>- Aumenta a massa muscular magra;</li> <li>- Reduz a percentagem de gordura corporal.</li> </ul>
<b>Lipoproteínas/Intolerância</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduz as lipoproteínas de baixa densidade de glicose;</li> <li>- Reduz colesterol/lipoproteína de densidade muito baixa;</li> <li>- Reduz os triglicédeos;</li> <li>- Aumenta as lipoproteínas de alta densidade;</li> <li>- Aumenta a tolerância de glicose.</li> </ul>
<b>Osteoporose</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desacelera o declínio em densidade óssea mineral;</li> <li>- Aumenta a densidade óssea.</li> </ul>
<b>Bem-estar Psicológico</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhora a percepção de bem-estar e felicidade.</li> <li>- Aumenta os níveis de catecolaminas, noradrenalina e serotonina.</li> </ul>
<b>Capacidade Funcional</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduz o risco de invalidez músculo-esquelética</li> <li>- Melhora a força e flexibilidade.</li> <li>- Reduz o risco de quedas devido à força aumentada;</li> <li>- Reduz o risco de fraturas;</li> <li>- Aumenta a perfusão cerebral e cognitiva.</li> </ul>

Para Seguin & Nelson (2003), o treino de força tem a capacidade de combater a fragilidade e fraqueza assim como as consequentes debilidades, reduzindo o risco de osteoporose, sinais e sintomas de numerosas doenças crónicas (Warburton, Charlesworth, Ivey, Nettlefold & Bredin, 2010), como por exemplo as doenças cardíacas, a artrite e a diabetes tipo 2, melhorando o ritmo do sono e reduzindo a depressão.

Ao aumentarmos a participação na atividade física e no exercício, estes produzem benefícios saudáveis, pois Matsudo, Matsudo, Neto, & Araújo (2003), no seu estudo, realizado com 117 mulheres de 50 a 79 anos de idade, ao longo de um ano, num programa

de exercícios aeróbicos, indicam que os efeitos benéficos da actividade física acontecem durante o processo de envelhecimento, independentemente da idade cronológica.

### **1.3.2. Benefícios do treino de força**

A actividade física (actividades não estruturadas incorporadas no dia a dia) e o exercício (actividades estruturadas, planeadas e repetidas) são hoje reconhecidas como determinantes para a promoção de um estilo de vida ativo (Koeneman, Margot et al, 2011). A idade relaciona-se com a diminuição da capacidade física à medida que aumenta o esforço em manter as actividades diárias o que poderá levar o idoso a evitar a actividade física e o exercício (Koeneman, Margot et al, 2011), embora esta tendência possa ser prevenida pela adoção ou manutenção destas actividades em idades idosas mais avançadas.

A importância que esta população atribui ao exercício na sua saúde é mais sentida pelos próprios idosos no dia a dia, revelando-se um fator de motivação pelos programas de exercício. Matsudo, Matsudo, Neto & Araújo (2003) observaram no seu estudo que a actividade física regular tem um efeito favorável na prevenção e promoção da saúde, estratégia fundamental dum processo de envelhecimento saudável.

Rikli e Jones (1999) conceptualizam a aptidão física como a capacidade fisiológica e ou física para executar as actividades de vida diária de forma segura e autónoma, sem revelar fadiga.

Os benefícios do treino, na força e na massa muscular em idosos têm sido mencionados em vários estudos (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 & Gordon, 2011; Peterson, Rhea, Sen & Gordon, 2010; Romero-Arenas, Martinez-Pascual & Alcaraz, 2013; Sayers & Gibson, 2012; Sillanpaa, Hakkinen, Holviala & Hakkinen, 2012).

A inclusão destes programas de treino de força, reforça a importância preventiva do declínio físico em idosos que têm baixos níveis de força ou sedentários (Roig et al., 2010), benefícios nos idosos com doenças crónicas, como por exemplo artrite (Feigenbaum & Pollock, 1999) e em mulheres idosas com síndrome metabólico (Vieira et al., 2013). É

possível abrandar no envelhecimento o decréscimo da função neuromuscular e a capacidade aeróbia usando o treino de força e resistência com o volume e intensidade adequados (Hakkinen, 1998). Também Koopman & van Loon (2009) referem que o exercício do tipo força resistente tem provado a sua eficácia na prevenção ou tratamento das perdas de massa muscular e força nos idosos.

Nouchi e colaboradores, em 2012, reportam no seu estudo que existem benefícios em diversas funções cognitivas dos idosos quando estes são sujeitos a um treino combinado de exercícios durante 4 semanas. Outros autores referem no seu estudo que as mulheres idosas beneficiaram, do treino de resistência efetuado ao longo de 12 meses, uma a duas vezes por semana, nas suas funções cognitivas na focalização da atenção e resolução de conflitos (Liu-Ambrose et al., 2010). O treino de força é uma estratégia promissora na alteração da trajetória do declínio cognitivo (Davis et al., 2013; Liu-Ambrose et al., 2010).

Para Seguin & Nelson (2003) o treino de força tem a capacidade de combater a fragilidade e fraqueza assim como as consequentes debilidades, reduzindo o risco de osteoporose, sinais e sintomas de numerosas doenças crónicas, como por exemplo doenças cardíacas, artrite e diabetes tipo 2, melhorando o ritmo do sono e reduzindo a depressão. Um aumento de força como consequência do treino de exercícios de resistência permite que os idosos consigam melhorar a sua capacidade aeróbica (Borst, Vincent, Lowenthal & Braith, 2002). 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 idoso saudáveis (Evans, 1997).

O treino de força parece extrair efetivamente contramedidas em indivíduos idosos mesmo quando em idade muito avançada (mais de 80 anos) com mudanças substanciais nas funções neuromusculares juntamente com a hipertrofia muscular. De maneira notável, o treino induz mudanças nas massa muscular e na função do sistema nervoso, conduzindo a melhoria na capacidade funcional durante as atividades da vida diária (Aagaard, Suetta, Caserotti, Magnusson & Kjaer, 2010).

### 1.3.3. Benefícios da Hidroginástica

A hidroginástica é uma modalidade que pode ser praticada por qualquer pessoa, independentemente da idade, do sexo, do nível de condição física ou de experiências anteriores com o meio aquático. Através das características e benefícios da água melhora os aspetos bio-psico-sociais das pessoas (Barbosa, Marinho, Reis, Silva & Bragada, 2009; Fernandez-Lao et al., 2013; Taylor & Johnson, 2008). E assim sendo os exercícios na água têm vindo ao longo da história humana a ser promovidos, como no tratamento de doenças e relaxamento, com finalidades recreativas e no último século como atividades desportivas (treino) e de manutenção física. O exercício aquático tornou-se uma das mais importantes atividades para a saúde (Barbosa, Marinho, Reis, Silva & Bragada, 2009).

O exercício no meio aquático começa a ser frequentemente escolhido pelos idosos para a manutenção da sua condição física mesmo por aqueles que não sabem nadar (Varela, 2006), particularmente porque esta atividade não implica nadar mas sim executar exercícios multiarticulares dentro de água.

As propriedades da água, como a densidade, a pressão hidrostática, a flutuação, a resistência e a temperatura fazem com que esta se torne um meio versátil e prático no qual os indivíduos com incapacidade se possam descolar com mais facilidade. O exercício aquático, segundo o estudo de Meredith-Jones, Waters, Legge & Jones (2011), pode promover uma alternativa atrativa ao exercício executado em terra melhorando a saúde em populações com limitações ortopédicas, excesso de peso ou outras condições médicas.

Segundo a *Aquatic Exercise Association* – AEA(2004), a prática da hidroginástica inclui os seguintes benefícios: a)proporciona exercícios de baixo impacto, que não pressionam as articulações que suportam o peso do corpo nem as costas; b) a resistência da água assegura que o praticante não trabalhe para além das suas capacidades; c) a frequência cardíaca em exercícios na água é mais baixa do que quando se treina com uma intensidade similar fora desta; d) mantém e aumenta a densidade óssea; e) trabalha músculos que raramente são usados fora da água e que conseqüentemente são flácidos; f) força o praticante a manter estabilidade abdominal durante todos os movimentos na água; g) a pressão hidrostática (a pressão da água sobre o corpo) melhora a circulação sanguínea e ajuda a diminuir a retenção de líquidos; h) não há dores musculares no dia seguinte aos

exercícios; i) apesar de transpirar durante os exercícios, nunca se sente suado; j) o exercício na água é saudável e está na moda; k) o praticante está escondido pela água o que pode atrair aqueles a quem falta autoconfiança; l) não precisa de saber nadar; m) não tem de molhar o cabelo.

O exercício dentro de água promove a melhoria da função cardiorrespiratória, da resistência muscular, o aumento de flexibilidade, do equilíbrio, da coordenação e da força (Varela, 2006), juntamente com o divertimento e relaxamento, tornando-se uma atividade lúdica que capta cada vez mais adeptos. O ambiente da aula combate a solidão, a depressão e a ansiedade, favorecendo a sociabilização entre pessoas que estão na mesma situação e faixa etária, e pode ajudar as pessoas idosas a melhorar a auto-estima e a qualidade de vida.

A água oferece resistência em todos os sentidos e o tempo todo. De acordo com Meredith-Jones, Waters, Legge & Jones (2011) os músculos agonistas e antagonistas são trabalhados igualmente, dependendo do tipo de movimento, proporcionando uma melhoria global do sistema muscular. O exercício aquático parece ser um meio eficaz na melhoria do equilíbrio dinâmico, pois a posição bípede sofre um estímulo constante na obtenção do equilíbrio, pelo que o exercício em água quente deverá ser empregue no treino com populações mais idosas (Bergamin et al., 2013).

Os benefícios do exercício aquático encontram-se documentados em vários estudos e com vários tipos de população idosa, incluindo com dificuldades osteo-articulares, e nas diversas doenças como a osteoartrite, especificamente localizada na anca e no joelho (Wang et al., 2006; Fonseca, 2008).

Volaklis, Spassis e Tokmakidis (2007) referem que programas combinados de exercícios de força e aeróbicos, realizados tanto em água como em terra, são bem tolerados pelo corpo, induzindo adaptações favoráveis nos níveis de colesterol, triglicéridos e composição corporal. Este estudo sugere ainda que os pacientes com doenças coronárias sejam participantes deste tipo de treino.

Os estudos de Wang, Belza, Elaine Thompson, Whitney & Bennett (2007) feitos com indivíduos portadores de osteoartrose no joelho, sugerem que a frequência de aulas de hidroginástica possibilitou-lhes exercitarem-se e melhorar as suas capacidades físicas

sem dor associada. Os programas de exercício aquático fornecem uma estratégia alternativa boa, quando as pessoas são incapazes de realizar exercício em terra ou acham que este é muito difícil, particularmente em adultos com artrite (Batterham, Heywood & Keating, 2011). Verificaram-se ainda melhorias na frequência cardíaca (Broman, Quintana, Lindberg, Jansson & Kaijser, 2006), na capacidade de equilíbrio dinâmico (Kaneda, Sato, Wakabayashi, Hanai & Nomura, 2008), na diminuição do risco de quedas, no desempenho neuromuscular (Aagaard, Suetta, Caserotti, Magnusson & Kjaer, 2010; Tsourlou, Benik, Dipla, Zafeiridis & Kellis, 2006), na força muscular em pacientes com doenças coronárias (Sions, Tyrell, Knarr, Jancosko & Binder-Macleod, 2012; Volaklis, Spassis & Tokmakidis, 2007), na prevenção da perda de densidade mineral óssea (Balsamo et al., 2013).

Os efeitos positivos dos exercícios aquáticos na capacidade cardiorrespiratória, na força muscular, na composição corporal dos idosos, nos lípidos do sangue, na agilidade e na flexibilidade, são reportados por Meredith-Jones, Waters, Legge & Jones (2011) na sua revisão, evidenciando que esta prática é eficaz também na manutenção e melhoria do equilíbrio, prevenindo quedas e ferimentos que podem ocorrer quando se realiza exercício ou durante as atividades do dia a dia (Takeshima et al., 2002). O treino aquático com materiais (que aumentam a tração na água) melhora a capacidade física e a composição corporal em mulheres pós menopausa assim como o treino realizado em terra (Colado et al., 2012).

O exercício aquático tem vindo a exercer um papel de importância crescente nos cuidados de saúde prestados à pessoa idosa, permitindo intervir em idosos com problemas graves de equilíbrio e mobilidade. A força da impulsão permite ao idoso a realização de exercícios impossíveis em terra pois a água facilita a propriocepção do movimento e melhora a sensibilidade de um membro afetado. Este tipo de exercício pode constituir um meio importante de desenvolvimento e manutenção da função cardiorrespiratória da pessoa idosa bem como da sua condição física (Varela, 2006).

Para Takeshima et al. (2002), a água apresenta características que facilitam a locomoção, devido à sua propriedade de sustentabilidade, que diminui a força da gravidade, podendo aliviar o *stress* sobre as articulações que sustentam o peso do corpo. Auxilia no equilíbrio estático e dinâmico, proporcionando maior facilidade na execução de movimentos que

seriam difíceis de ser realizados em terra, sem auxílio. Sato et al. (2011) argumentam que um programa de apenas uma vez por semana de exercício aquático, durante 6 meses, consegue melhorar a força nos membros inferiores, em idosos fragilizados que requerem cuidados de saúde e sem hábitos de atividade física.

#### **1.4. Prescrição do exercício físico na população idosa**

Segundo as guias de prescrição do ACSM (2006) os 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, controlada e adaptada ao estado de saúde e de condição física de cada um, por forma a não sobrecarregar excessivamente os diferentes sistemas orgânicos (Carvalho, Mota & Soares, 2003)

A idade está associada a um declínio na atividade funcional e, em muitos casos, à perda de independência. Deste modo, os idosos que conseguem permanecer ativos durante toda a vida mostram sinais menores deste declínio do que aqueles que são mais sedentários (Swain & Leutholtz, 2007). O aumento da capacidade de força através do treino de força é uma estratégia viável para complementar outras intervenções médicas e de estilo de vida, pois a perda de massa muscular coincide com a idade cronológica (Peterson, Rhea, Sen, & Gordon, 2010). O treino de força e o treino aeróbio resultam numa poupança dos custos com a saúde, após 6 meses de intervenção (Davis et al., 2013).

Martins et al. (2013) referem que a força muscular é uma condição básica para a manutenção da saúde. Assim sendo, tem sido fortemente recomendado o uso de máquinas de musculação e pesos livres como modalidades do treino de força para idosos. A frequência e a prática sistemática aumentam a força muscular, a potência muscular e a habilidade funcional (Holviala et al., 2012; Peterson, Rhea, Sen & Gordon, 2010).

A inclusão do treino de força muscular como parte integrante dos programas de exercício físico na população idosa consta das orientações de prescrição de exercício físico (ACSM, 2006, 2011; Spirduso, Francis & MacRae, 2004; Swain & Leutholtz, 2007) e tem extensas

evidências no benefício da saúde da população idosa (Sillanpaa, Hakkinen, Holviala & Hakkinen, 2012).

O treino de força deve ser incluído quando desenhamos programas de treino para a população idosa (Seguin e Nelson, 2003), pois mesmo na presença de doenças crônicas, o treino de força ajuda os adultos a manter o limiar da força que é necessária para realizar as tarefas funcionais.

#### **1.4.1. Treino de força**

Segundo o ACSM (2006, 2011) o treino deve ser progressivo, individualizado, induzindo estímulos para os principais grupos musculares envolvidos nas atividades do dia a dia. Taylor & Johnson (2007) recomendam o treino de força seguindo os princípios gerais do treino: a individualização, a especificidade, as cargas progressivas, o exercício, a sequência do exercício, o número de séries e de repetições, a frequência e o descanso; realizar 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 área abdominal; treino em forma de circuito de máquinas e só depois pesos livres; repetições de 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, 2007). A continuidade de treino de força é uma forma de obter muitos benefícios físicos e fisiológicos durante o envelhecimento (particularmente em indivíduos não treinados).

Peterson, Rhea, Sen, & Gordon (2010) permitem que o treino de força é uma modalidade eficaz para idosos homens e 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. Programas de treino específicos podem melhorar drasticamente a força muscular, a potência muscular e as habilidades funcionais em indivíduos idosos (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 de força progressivo em idosos é eficiente, mesmo em intensidades elevadas, na redução de sarcopénia e na retenção de função motora (Mayer et al., 2011).



O treino da força regular 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.

A habilidade para levantar um peso máximo entende-se como sendo a força muscular máxima; já a força resistente é considerada como sendo a capacidade de realizar esforços repetidos com o mesmo peso. O pico da força situa-se entre os 20 e 30 anos de idade e começa a decrescer consoante o aumento da idade, mantendo-se mais ou menos estável até aos 50 anos, data a partir da qual se inicia um declínio (Carvalho & Soares, 2004). Este declínio da força com a idade, sendo multifactorial, não pode ser explicado exclusivamente devido à perda de massa muscular.

O uso do teste de 1 RM adaptado permitiu nos programar o plano de treino de força par indivíduos idosos neste estudo, devido a ser um parâmetro prático do qual retirámos as percentagens de peso a utilizar. A importância destes testes justificou o desenho do plano de treino a utilizar e a eficiência que deve ter no idoso e dada a importância que apresentam na qualidade de vida funcional do idoso em ações como andar, subir escadas ou erguer das posições de sentado ou deitado, a força dos músculos extensores do membro inferiores deve ser algo privilegiado na avaliação (Correia, Mil-Homens, Silva & Espanha, 2006)

A habilidade do músculo esquelético em gerar força e produzir movimento pode ficar comprometida por uma incompleta ativação das unidades motoras (unidade motora central), disfunção nervosa periférica, perda das influências hormonais, mudanças nos mecanismos de união excitação-contração ou pela alteração na contratilidade dos elementos das células musculares (Frontera, Suh, et al., 2000).

O conceito de potência é o produto da força pela velocidade de encurtamento muscular, sendo que esta é afetada tanto pela força muscular como pela velocidade do movimento. Segundo Webber & Porter (2010) a potência é definida como o trabalho, da força multiplicado pela distância, dividido pelo tempo, sendo influenciada tanto pela força como pela velocidade.

O músculo apenas executa trabalho durante uma pequena parte da contração e a magnitude do trabalho efetuado é a função da força gerada e a quantidade de encurtamento (Faulkner, Larkin, Claflin & Brooks, 2007; Varela, 2006).

Feigenbaum & Pollock (1999) também recomendam programas de treino de força duas vezes por semana com apenas uma série de 15 repetições, tendo 8 a 10 exercícios para os maiores grupos musculares. Os treinos de uma série são mais rápidos e com igual eficiência quando integrados com outros treinos.

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. Baseado-se numa classificação *a priori*, de baixa intensidade (<60% 1RM, baixa/moderada intensidade (60-69%), moderada/alta intensidade (70- 79%) e alta intensidade >80% 1Rm, a média da alteração da força relativa (percentagens do 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) 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.

Holviala et al. (2012) realizaram um estudo durante 21 semanas, com 108 homens, englobados em 4 grupos (treino de força, treino de resistência, treino combinado de força e resistência e grupo de controlo), 2 vezes por semana o treino de força e o de resistência, e 4 vezes o treino combinado. O treino de força começou com cargas de 40%, até finalizar com cargas de 85% do 1 RM, com 60 min de duração. O estudo demonstrou que o treino

de força e o treino combinado de força e resistência têm um aumento significativo e similar na força máxima e explosiva dos indivíduos.

Cauza et al. (2005) utilizaram no seu estudo um grupo que realizava treino de força, durante 4 meses, 3 vezes por semana, 10-15 repetições, com exercícios para os grandes grupos musculares, onde a força máxima (1 RM) aumentou após estes 4 meses de treino de força. Este treino teve um efeito positivo na pressão arterial, justificando com a recomendação do treino de força para o tratamento de diabetes tipo 2.

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 1 RM), 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.

A idade está intimamente relacionada com a atrofia muscular e o decréscimo da performance funcional, devido à perda de habilidade na realização das tarefas diárias (Carvalho et al, 2009). Nestas populações idosas a manutenção da força muscular é um factor importante na continuação da realização das suas tarefas diárias (Häkkinen et al, 1998), tais como levantar e sentar de uma cadeira, andar e subir escadas, ou simplesmente ser capaz de ir ao supermercado fazer compras.

Faulkner, Larkin, Claflin & Brooks (2007) referem que muitos 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 muscular 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.

Carvalho & Soares (2004) referem que um programa de treino de força pode constituir-se como um meio importante para a vida diária do idoso, sendo cada vez mais recomendado para complemento do treino aeróbio. Também o ACSM (2006) recomenda a inclusão do treino de força como parte integrante do programa de actividade física do idoso.

O treino de força muscular adequado é um método importante na estimulação das capacidades funcionais do idoso (Häkkinen et al, 1998; Izquierdo et al, 2001), e de acordo com Pereira (2012) o treino de força rápida é um exercício eficaz no ganho muscular das extremidades e das capacidades funcionais. A intensidade do treino é segundo Carvalho & Soares, (2004) um aspeto determinante em que as mais elevadas intensidades de treino correspondem a maiores adaptações, sendo consideradas pela literatura intensidades elevadas as que são realizadas acima dos 80% de 1 RM, e com este peso podem ser realizadas aproximadamente 10 repetições (Swain e Leutholtz, 2007).

A força explosiva e força máxima têm efeitos indiretos na melhoria do controlo postural utilizado nas rotinas do diárias (Baker, Atlantis & Fiatarone Singh, 2007; Ray, Melton, Ramirez & Keller, 2012), o condicionamento de força geralmente é definido como o treino no qual a resistência que o músculo gera força é aumentado progressivamente pelo tempo (Evans, 1997).

Tendo em consideração vários estudos (Baechler, Earle & Wathen, 2008) o trabalho mais eficaz e com aplicação prática é indicar cargas que são até 80% do 1RM no treino de força para melhorar a potência máxima produzida. A máxima potência é produzida nas velocidades intermédias com levantamentos de peso moderado e não máximo (Baechler, Earle & Wathen, 2008).

Foram demonstrados clinicamente aumentos importantes na insulinoresistência e na glucose homeostática em idosos com diabetes tipo2, e preditas melhorias na composição corporal, mas apenas atingidas através de treino progressivo de força de alta intensidade (Mavros et al., 2013).

Os programas de treino com velocidades mais altas melhora a força muscular de 1RM similarmente que os programas de treino de baixa velocidade e promove de forma mais eficaz o pico da potência, em idosos; as melhorias na potência dos membros inferiores poderão exercer uma influência maior nas reduções associadas com a idade na atividade funcional do que outros tipos de atividade física (Fielding et al., 2002).

O estudo de Hrada, Hicks & McCartney (2003) demonstrou que um programa relativamente simples de treino não usando qualquer tipo de equipamento especial, é mais efetivo em aumentar a força e a potência no extensor do joelho em idosos fragilizados.

Ainda mais importante, as melhorias na habilidade de realizar atividades funcionais que requerem a contração de músculo treinados foi claramente evidente, a mudança na potência muscular concêntrica foi significativamente relacionada com a mudança na performance do teste 2,44 metros e do teste 6 minutos a andar.

Os programas de atividade física para os idosos devem incluir exercícios treino de força para os membros superiores e inferiores, particularmente em idades mais avançadas, para combater as mudanças das fibras tipo II, redução das áreas transversais musculares e limitação de atividade (Sions, Tyrell, Knarr, Jancosko & Binder-Macleod, 2012).

A potência muscular pode ser explicada como sendo a velocidade com que a força muscular produz movimentos de um segmento do corpo (Zijlstra, Bisseling, Schlumbohm & Baldus, 2010), constituindo um determinante do sucesso da performance desportiva em atividades desportivas tais como saltar, lançar ou levantar pesos. Pode ainda considerar-se como a capacidade muscular para produzir força de forma rápida e explosiva (Clara, 2006). 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). Mas a flexibilidade pode ser perdida após uma pequena interrupção do programa de exercícios (N.F. Toraman & N Ayceman, 2005).

O destreino, segundo N. F. Toraman & N. Ayceman (2005) o destreino ocorre com frequência em pessoas sedentárias que realizam em exercício por algumas semanas ou meses e depois param. Os mesmos autores, no seu estudo, referem que seis semanas de destreino não revertem os ganhos na resistência aeróbia e na agilidade obtida durante 9 semanas de programa de exercícios no idoso jovem (60-73 anos) e os ganhos na força da parte inferior do corpo dos idosos

Connelly & Vandervoort (1997) observaram num grupo de idosas com média de idades 83 anos, submetidas a um treino de 8 semanas, que após 1 ano de cessação de atividade, se registou uma diminuição da força dos músculos extensores do joelho de cerca de 25%

comparativamente aos valores de pós-treino e de 10% em relação aos valores de pré-treino, e que, apesar do referido a mobilidade funcional decresceu 16,5-20%.

#### **1.4.2. Treino aeróbio (meio aquático)**

O treino aquático começa a ser frequentemente escolhido pela pessoa idosa para a manutenção da sua condição física (Varela, 2006), desde os reconhecidos benefícios terapêuticos da água (Takeshima et al., 2002) para as populações com incapacidades ortopédicas (Wang, Belza, Elaine Thompson, Whitney & Bennett, 2007) ou com excesso de peso.

A água pode facilitar a propriocepção do movimento e melhorar a sensibilidade de um membro afetado, assim como a impulsão e a pressão hidrostática podem também servir para dificultar os exercícios e possibilitar a construção de programas de fortalecimento, mantendo uma grande estabilidade do segmento que se fortalece (Varela, 2006). Neste sentido o ACSM (2006, 2011) recomenda que sejam realizados 30 minutos de atividade física moderada a intensa todos os dias, sendo exercícios que não imponham stress ortopédico excessivo, tal como o exercício aquático.

Sendo assim, a prática de atividades físicas que envolvam exercícios aeróbios merecem atenção dentro de um planeamento consciente (Nunes & Santos, 2009). Shephard (1997) ressalta a importância desse tipo de atividade para realizar atividades diárias, como caminhar, ir ao centro comercial, ir a feira e participar em atividades recreativas ou desportivas.

Nunes & Santos (2009) referem que há indicativos de uma superioridade no desempenho dos grupos que praticam caminhada e hidroginástica que, além disso, poderiam ser consideradas como atividades complementares no desenvolvimento do conjunto das capacidades motoras de indivíduos idosos.

A participação num programa cujo conteúdo envolve exercícios aeróbicos ou de força favorece um envelhecimento saudável, ou seja, um programa de atividade física contribui para a redução de inúmeros declínios funcionais ocorridos com o envelhecimento, além

da redução de factores de risco associados a algumas doenças crónico-degenerativas (Nunes & Santos , 2009).

Os resultados do estudo realizado por Sato et al (2011) indica que até a realização de uma aula de hidroginástica por semana, durante 6 meses, melhora os músculos dos membros inferiores em idosos fragilizados, que requerem cuidados continuados de saúde e com falta de hábitos de saúde, tanto como a frequência de duas vezes por semana.

### **1.4.3. Treino multicomponente**

Baker, Atlantis & Fiatarone Singh (2007) referem na revisão que o exercício multimodal/multicomponente tem um efeito positivo na prevenção de quedas. Os mesmos autores recomendam a prescrição de treino multimodal como clinicamente relevante, pois promove a redução de fatores de risco associados à doença.

Marques et al. (2011), no seu estudo feito com 60 mulheres idosas com uma média de idades de 69,9 anos, durante um período de 8 meses, verificaram os impactos benéficos significativos no tecido ósseo, na força de músculo e no equilíbrio, através do treino multicomponente, com recurso ao trabalho de força moderada, com pesos.

O uso de treino multicomponente focado em força, equilíbrio e resistência, por parte de Freiburger, Haberle, Spirduso & Zijlstra (2012), em 280 idosos fragilizados, durante 24 meses, revelou aumentos no desempenho físico destes indivíduos. Também Vaughan, Morris, Shum, O'Dwyer & Polit (2012) mostraram no seu ensaio clinico controlado que o exercício multimodal (incluindo treino de aptidão motora) aumentou a performance cognitiva em idades avançadas.

Os treinos podem ser efetuados com elevada tolerância por idosos saudáveis, desde que respeitando as regras de atividade física para este grupo etário. Carvalho, Mota e Soares (2003) num estudo com dezanove 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 de treino multicomponente, Marques, Carvalho, Soares, Marques & Mota (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 factor de risco de doença arterial coronária. Gudlaugsson et al. (2013) mostram que a intervenção de um treino multimodal 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.



## Capítulo 2 – Objetivos

### 2.1.Problema

À medida que envelhecemos, os sistemas musculares e o cardiovascular, tendem a decrescer (Kenney, Wilmore & Costill, 2012; Spirduso, Francis & MacRae, 2004; Taylor & Johnson, 2008) assim como ocorre um decréscimo nas capacidades funcionais de cada um de nós (Spirduso, Francis & MacRae, 2004). O modo como este decréscimo decorre depende da atividade física e da genética (Kenney, Wilmore & Costill, 2012).

Tendo em vista um envelhecimento mais ativo e promotor de saúde realizámos esta pesquisa, para que este tipo de problemas seja cada vez mais acessível às populações idosas.

A magnitude da resposta desta adaptação parece ser parcialmente explicada pelo modo, frequência, duração, intensidade do treino e também pela velocidade de treino em idosos (Peterson, Rhea, Sen & Gordon, 2010; Sayers & Gibson, 2012). Segundo o ACSM (2011), o treino de força, como prática de exercício físico planeada e direcionada em particular aos grandes grupos musculares, deverá ser realizado 2 a 3 vezes por semana, com cargas progressivas e uma intensidade de 20% a 50% da 1RM, para aumento de potência, ou de 60% a 80% para o aumento de força máxima, com 2 séries, com 8 a 12 repetições (Nelson et al., 2007). A progressividade do treino de força deve ser encorajada no sentido de minimizar os efeitos degenerativos da idade. Peterson & Gordon (2011) referem que o volume e a intensidade estão associadas às adaptações musculares.

Na literatura analisada surge com frequência a procura da dosagem de exercício para esta população, a saber: a frequência semanal, a quantidade de repetições, o número de séries, a intensidade, o volume. Os benefícios da atividade física pressupõem uma prática racional, controlada e adaptada ao estado de saúde e de condição física de cada um, por forma a não sobrecarregar excessivamente os diferentes sistemas orgânicos (Carvalho, Mota & Soares, 2003).

Deste modo, procuramos com este estudo aferir se a quantidade proposta no total mais 1 vez por semana terá impacto positivo na qualidade de vida dos indivíduos idosos, e se

deste modo eles aderem com mais facilidade a este tipo de treino, pois o tempo despendido na realização desta atividade será menor.

## **2.2. Objetivos**

### **2.2.1. Gerais**

Verificar os efeitos do acréscimo de um treino de força muscular complementar à atividade física já praticada, nas capacidades físicas e funcionais de idosos ativos e sua retenção após cessação.

### **2.2.2. Específicos**

Pretendemos, através da adição de um treino de força muscular, à atividade física (hidroginástica) já realizada pelos indivíduos, verificar qual será a sua influência nos testes selecionados para este estudo e de que modo este treino induz uma melhoria significativa na aptidão física e funcional dos idosos ativos. Ou seja, mais especificamente:

- Avaliar os efeitos do programa de treino de força muscular na força máxima dos membros inferiores.
- Averiguar se um programa de treino de força muscular complementar contribuiu para melhorar a potência muscular desta população.
- Verificar que efeitos permanecem nos idosos com um programa de treino de força multicomponente após a cessação da atividade física regular.
- Observar se existem melhorias nas capacidades funcionais, com um programa de treino de força muscular complementar, como factor determinante para a saúde, aptidão física e funcional de idosos.

### 2.3. Hipóteses

Quando comparados os resultados do pré treino (M1), pós treino (M2) e dos testes realizados após a cessação do treino (M3), é suposto que se registarão melhores resultados nos testes do grupo que foi sujeito ao treino (grupo experimental - GE), nas componentes: aptidão física e funcional, força máxima e potência muscular. Deste modo, foram elaboradas as seguintes hipóteses:

- H1: O GE tem um aumento da força máxima dinâmica dos membros inferiores.
- H2: O GE regista um aumento da potência muscular dos membros inferiores.
- H3: O GE aumenta a força muscular dos membros inferiores no desempenho do teste “levantar e sentar”.
- H4: O GE revela um aumento da força muscular dos membros superiores observada pelo número de repetições no teste de “ flexão do antebraço”.
- H5: O GE apresenta uma melhoria da flexibilidade dos membros inferiores avaliada pelo teste de “sentar e alcançar”.
- H6: O GE obtém uma melhoria do equilíbrio dinâmico/agilidade representada pela redução temporal na realização do teste de “levantar, caminhar 2,44m, dar a volta no cone e voltar a sentar”.
- H7: O GE regista um aumento da distância percorrida no teste de “caminhada de 6 min”.

## Capítulo 3 - Metodologia

### 3.1. Caracterização da amostra

A amostra deste estudo foi constituída por 22 idosos voluntários (9 do sexo masculino e 13 do sexo feminino), com uma média de idades de  $68,5 \pm 5,13$  e que participam regularmente no Programa + 65, promovido pela Camara Municipal da Guarda (CMG). Este programa disponibiliza diversas atividades à população idosa, incluindo atividades desportivas e de lazer, bem como atividades baseadas na tecnologia e informática.

Os idosos que participam neste estudo praticam, regularmente, hidroginástica e participam em sessões esporádicas de atividade física e de lazer, organizadas pelos Técnicos Superiores de Desporto da CMG. Os idosos inscritos neste programa possuem autorização médica para a prática de exercício físico regular.

Todos os voluntários que se disponibilizaram para participar no estudo foram devidamente informados sobre o protocolo experimental. O consentimento informado foi dado a ler aos voluntários e foram prestadas informações adicionais sempre que solicitadas. Nesta informação foram descritos os objetivos e finalidades do estudo, o significado de participação voluntária, bem como as vantagens e riscos da participação neste estudo (Anexo 1).

Foi garantida aos participantes a confidencialidade dos dados pessoais e o anonimato de todos os indivíduos que aceitaram participar neste 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.

Este estudo foi pioneiro na cidade da Guarda, tendo sido difícil ultrapassar alguns mitos fortemente enraizados na população. Uma grande parte dos idosos contactados temia o treino da força muscular, julgando que este constitui um elevado risco para a sua condição de saúde. Este mito era ainda mais exacerbado quando se descreviam os testes de força máxima a aplicar no estudo. Assim, o método de amostragem possível foi não-causal, por conveniência. A amostra foi dividida em 2 grupos: grupo experimental (GE), constituído por 14 idosos (6 do sexo masculino e 8 do sexo feminino) e; grupo de controlo (GC)

constituído por 8 idosos (2 do sexo masculino e 6 do sexo feminino). Apesar de o desenho experimental contemplar grupos equilibrados, no terreno fomos impossibilitados de implantar, na plenitude, o desenho previamente estabelecido. O quadro 2 apresenta as principais características antropométricas da amostra.

**Quadro 2** - Principais características da amostra (média e respetivo desvio padrão).

Grupo	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Altura (m)
Experimental	68,7 ± 4,6	70,8 ± 13,9	1,61 ± 0,1
Controlo	65,5 ± 7,1	60,3 ± 10,7	1,58 ± 0,1

### 3.2. Critérios de seleção

Para participar no estudo, os indivíduos deveriam reunir as seguintes condições:

- Ter consentido a participação, após esclarecimento dos objetivos, vantagens e riscos da investigação;
- Não possuir patologias músculo-esqueléticas (em particular dos membros inferiores), cardiorrespiratórias ou outras, limitativas da prática de exercício físico moderado;
- Ter uma idade acima dos 60 anos de idade;
- Ser independente na realização das atividades do dia-à-dia.

Foram também definidos os seguintes critérios de exclusão:

- A ausência superior a 25 % do total das sessões de treino de força programadas;
- A ausência em 4 sessões consecutivas de treino de força;
- O não comparecimento aos momentos de avaliação;
- A existência de patologias que se agravaram por razões alheias ao estudo e obrigaram à desistência do programa.

A presença de patologias crónicas, assim como o uso de medicamentos foram determinados a partir da informação pessoal realizada na anamnese.

### 3.3. Protocolo experimental

Para verificar os efeitos da adição do treino de força muscular nas capacidades funcionais de idosos ativos e sua retenção após cessação, o grupo experimental foi submetido a uma sessão semanal de treino de força muscular, durante 12 semanas. Ambos os grupos (GE e GC) foram acompanhados ao longo de 7 meses e avaliados em 3 momentos distintos (Fig. 2):

- **M1** - corresponde ao momento antes da aplicação do treino de força (semana 0);
- **M2** - corresponde ao momento após treino (semana 12);
- **M3** - corresponde ao momento após 10 semanas de destreino (semana 22).

Os testes da aptidão física e funcionais aplicados nos 3 momentos foram iguais e seguiram sempre os mesmos procedimentos de aplicação. Antes do primeiro momento de avaliação os sujeitos foram todos submetidos a duas semanas de familiarização com os protocolos de avaliação. Nas secções que se seguem serão descritos o programa de treino de força aplicado, os testes realizados, bem como os procedimentos estáticos do estudo.

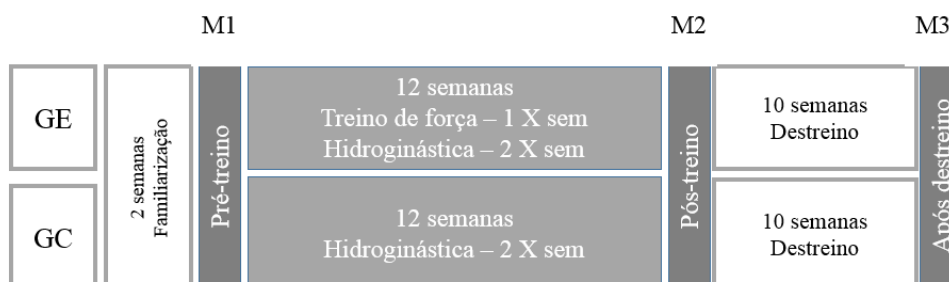


Figura 2 – Desenho experimental do estudo do projeto de investigação

### 3.4. Programa de Treino

Todos os idosos que participaram no estudo eram fisicamente ativos e, aquando da aplicação do protocolo experimental, praticavam hidroginástica duas vezes por semana. As sessões de hidroginástica tinham a duração de 45 minutos, os movimentos incidiram no treino da resistência aeróbia, força, flexibilidade, equilíbrio e coordenação. Estas sessões começavam com o aquecimento, seguindo-se um parte fundamental e terminavam com o relaxamento.

O grupo experimental, para além da prática da hidroginástica, foi submetido a um treino de força muscular semanal complementar, durante 12 semanas.

### 3.5. Treino de força muscular

O programa de treino foi desenhado tendo em consideração as principais recomendações estabelecidas para a população desta faixa etária (ACSM, 2006, 2011). Foram selecionados exercícios multiarticulares, envolvendo grandes massas musculares, bilaterais e preferencialmente realizados em máquinas (ACSM, 2006, 2011; Johnson & Vandervoort, 2008). O quadro 3 apresenta e caracteriza sumariamente os exercícios selecionados.

**Quadro 3** - Apresentação e caracterização dos exercícios utilizados no programa de treino de força muscular. (adaptado de Frédéric Delavier, 2000)

Exercícios	Caracterização biomecânica	Principais agonistas
<b>Prensa de pernas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Exercício realizado numa prensa de pernas, com resistência variável e com 45° de inclinação;</li> <li>– Exercício multiarticular; na fase ativa implica extensão dos joelhos e anca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grupo muscular quadricípite crural</li> <li>– Grande glúteo</li> </ul>
<b>Puxador Alto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Exercício realizado num aparelho, com resistência variável, sentado e com pernas apoiadas;</li> <li>– Exercício multiarticular; na fase ativa implica flexão dos cotovelos e puxar a barra em direção ao externo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grande dorsal</li> <li>– Trapézio</li> </ul>
<b>Supino vertical</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Exercício realizado numa prensa de ombros, com resistência variável;</li> <li>– Exercício multiarticular; na fase ativa implica extensão dos braços e dos ombros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grande peitoral</li> <li>– Deltoide e tríceps</li> </ul>
<b>Mesa isquiotibiais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Exercício realizado deitado ventralmente num aparelho, com resistência variável;</li> <li>– Exercício monoarticular; na fase ativa implica flexão dos joelhos em direção as nádegas com os calcanhares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bicípite Crural</li> <li>– Semitendinoso</li> <li>– Semimembranoso</li> </ul>
<b>Agachamento na fitt ball</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Exercício realizado com bola na parte posterior do tronco e contra uma parede;</li> <li>– Exercício multiarticular; na fase ativa implica flexão dos joelhos e anca até 45° de flexão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grupo muscular quadricípite crural</li> <li>– Grande glúteo</li> </ul>
<b>Extensores da coluna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Exercício realizado num aparelho, com resistência variável;</li> <li>– Exercício monoarticular; na fase ativa implica extensão do tronco e anca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eretores da coluna</li> </ul>
<b>Abdominais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Exercício realizado num aparelho, com resistência variável;</li> <li>– Exercício monoarticular; na fase ativa implica flexão do tronco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grupo muscular parede abdominal</li> </ul>
<b>Prensa de ombros com halteres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Exercício realizado num banco, com costas eretas contra o encosto, halteres ao nível dos ombros, com mãos em pronação;</li> <li>– Exercício multiarticular; na fase ativa implica extensão dos braços verticalmente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Deltoide</li> <li>– Grande Dentado;</li> <li>– Tríceps braquial</li> </ul>
<b>Remada horizontal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Exercício realizado num aparelho sentado, com costas bem retas, com resistência variável .</li> <li>– Exercício multiarticular; na fase ativa implica flexão dos braços.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grande dorsal</li> <li>– Trapézio</li> </ul>

Os exercícios foram organizados seguindo a metodologia de alternância (parte superior parte inferior) das grandes massas para as pequenas massas musculares (ACSM, 2006, 2011; Clara, 2006; Kraemer & Fleck, 2010). Assim, a ordem dos exercícios da sessão de treino foi a seguinte: 1– puxador alto; 2 – prensa de pernas; 3 – remada horizontal; 4 - mesa isquiotibiais; 5 - supino vertical; 6 - ½ agachamento com a fitt ball; 7 - Prensa de ombros com halteres; 8 - máquina de extensores do tronco; 9 – máquina de abdominais.

As componentes de carga do treino de força seguiram uma periodização linear, havendo um aumento progressivo da exigência fisiológica dos participantes (Holviala et al., 2012; Kraemer & Fleck, 2010; Peterson, Rhea, Sen & Gordon, 2010). O quadro 4 apresenta a progressão das componentes de cargas para os diferentes exercícios ao longo das 12 semanas de treino.

**Quadro 4** – Progressão das componentes de cargas para os diferentes exercícios ao longo das 12 semanas de treino.

Exercícios	Comps de carga	Semanas de treino			
		1 a 2	3 a 6	7 a 9	10 a 12
. Prensa de Pernas	Intensidade	50% 1RM	60-70% 1RM	70-80% 1RM	85% 1RM
	Reps x séries	(15 – 18) x 2	(12 – 15) x 2	(10 – 8) x 2	(6 – 8) x 2
	Int. repouso	90’’	60-90’’	90-120’’	
. Puxador alto . Rem horiz máq . Supino vertical . Mesa isquiotibiais	Intensidade	50% 1RM	60-70% 1RM	60-70% 1RM	60-70% 1RM
	Reps x séries	(15 – 18) x 2	(12 – 15) x 2	(12 – 15) x 2	(12 – 15) x 2
	Int. repouso	90’’	60-90’’	60-90’’	60-90’’
. Prensa ombros c/ halteres . Abdominais máq . Ext. tronco máq . 1/2 agachamento c/ bola	Intensidade	50% 1RM	60-70% 1RM	60-70% 1RM	60-70% 1RM
	Reps x séries	(15 – 18) x 2	(12 – 15) x 2	(12 – 15) x 2	(12 – 15) x 2
	Int. repouso	90’’	60-90’’	60-90’’	60-90’’
<b>Organização da carga</b>		<b>Sem 1 a 6: - em circuito</b>		<b>Sem 7 a 12: - Por estações</b>	

As sessões de treino foram, de modo geral, constituídas por:

- a) Período de aquecimento, de aproximadamente 8 a 10 minutos, de baixa intensidade, em passadeira ou bicicleta ergométrica ou remo ergómetro;



- b) Treino de força, com uma duração de 35 a 45 minutos, em máquinas de resistência variável e constante (Panatta Sport Fit 2000) e pesos livres, seguindo a periodização linear descrita no quadro 4;
- c) No fim, um período de relaxamento, de aproximadamente 10 minutos, em que os participantes realizavam alongamentos dos principais músculos exercitados;

As sessões de treino foram sempre acompanhadas e supervisionadas por instrutores qualificados, garantindo, assim, a segurança dos voluntários do estudo, bem como a progressão adequada das componentes de carga previamente estabelecidas. No final de cada sessão de treino de força, foi realizada também uma avaliação subjetiva de esforço com recurso à escala de Borg & Kaijser (2006), RPE scale (6–20). Através do uso desta escala, Clara (2006) enfatiza a percepção que o idoso deve ter na realização do esforço proposto no plano de treino.

Esta escala, ao longo das sessões, foi utilizada no sentido de perceber o esforço produzido pelos participantes e prevenir potenciais mecanismos de sobre treino, ou paragem do exercício na presença de sinais de aviso ou sintomas, tais como vertigens, arritmias, alterações na respiração e anginas de peito.

### **3.6.Procedimentos experimentais**

Os dois grupos foram submetidos aos mesmos testes de avaliação das capacidades físicas e funcionais ao longo dos 3 momentos de avaliação (M1- pré-treino; M2- após treino; M3- destreino). Em cada momento de avaliação, os sujeitos participaram em 2 sessões de avaliação, com intervalo entre si de 48h. Na primeira sessão de cada momento de avaliação procedeu-se à avaliação da força máxima dinâmica dos membros inferiores, assim como os testes de avaliação funcional; na segunda sessão à avaliação da potência muscular.

### **3.7.Avaliação da força máxima dinâmica dos membros inferiores**

A força máxima dos membros inferiores foi testada através da aplicação do teste de 1 repetição máxima (1RM) na máquina de prensa de pernas oblíqua a 45° (fig. 3). O

participante senta-se de forma confortável na máquina, com as costas e glúteos bem apoiados no encosto e assento, respetivamente, com pés paralelos assentes na plataforma, na parte baixa. O ângulo foi medido através do uso do goniómetro, tendo esta posição inicial sido bem definida para todos os indivíduos.

Após um comando verbal, o sujeito executa uma extensão das pernas contra uma determinada resistência física (peso ou carga). Após cada repetição, a carga/ou peso foi sendo aumentada até o sujeito não ser capaz de estender as pernas totalmente, sem atingir a hiperflexão do joelho, até à posição previamente demonstrada e requerida.



**Figura 3-** Representação fotográfica do padrão técnico adotado pelos sujeitos durante o teste de 1RM na prensa de pernas.

Para avaliar a velocidade de deslocamento da plataforma produzida pelo sujeito durante o teste, foi utilizado um velocímetro linear (*T-Force Dynamic Measurement System*). Dada a relação entre velocidade e força máxima, a velocidade de deslocamento da plataforma permite compreender quando é que o sujeito está perto de atingir a sua força máxima (Badillo & Serna, 2002; Baechler, Earle & Wathen, 2008).

A aplicação do teste de 1RM seguiu o protocolo definido pelos autores Badillo & Serna, (2002), Baechle, Earle & Wathen (2008) e Kraemer & Fleck (2010) . Este protocolo foi adaptado para a população idosa. Além disso, este protocolo previne o aparecimento de fadiga que afeta o nível de rendimento e o abuso de séries sucessivas de aproximação do valor de 1RM (Earle & Baechle, 2004; Baechle, Earle & Wathen, 2008 Kraemer & Fleck, 2010). Estes autores referem que não há incidência de lesões e segundo Heyward (2010), o risco de lesão na aplicação deste teste nestas populações é baixo.

O protocolo adotado segue os seguintes passos:

- Avaliação da pressão arterial antes do esforço e aplicação de algumas questões sobre o estado de saúde nos dias antecedentes ao teste;
- Aquecimento de 5 a 7 minutos na passadeira/bicicleta/remo e realização de 10 repetições com uma carga equivalente a 50% da massa corporal;
- Repouso de 2 minutos e avaliar novamente a pressão arterial;
- Duplicar a carga e realizar 5 a 8 repetições;
- Descanso de 2 minutos e avaliação da pressão arterial;
- Acréscimo de mais 20 kg a 40 kg (baseado na velocidade de deslocamento da plataforma) e tentativa para atingir 1 repetição máxima;
- Se 1RM não for atingida, e após descanso de 2 minutos, aumentar a carga, conforme os indicadores de velocidade de deslocamento e voltar a testar.

Estes passos foram elaborados, tomando todas as precauções de segurança dos indivíduos para a realização da prova completa.

### **3.8. Avaliação da potência muscular**

A potência muscular dos membros inferiores dos indivíduos foi avaliada durante a realização do exercício de prensa de pernas, com intensidades de carga de 20%, 40% e 60% 1RM, determinadas a partir do teste de 1RM realizado no respetivo momento de avaliação. Segundo Ibanez et al. (2008), é o valor médio (rate) que melhor representa a carga ótima para produzir a potência máxima. Kraemer & Fleck (2010) recomendam que a prova de potência deve realizar-se com 3 repetições sucessivas, em que o exercício excêntrico será feito de forma controlada, mas a fase concêntrica do movimento realizada com explosividade e com a máxima velocidade possível.

Como a fadiga muscular momentânea interfere na qualidade do movimento técnico, que vai diminuindo com o número de repetições pela falta de controlo na desaceleração do movimento, foram por isso realizadas 5 repetições em cada carga. Indo ao encontro dos eventos de esforço múltiplo recomendados por Baechle, Earle & Wathen (2008), os

indivíduos foram instruídos a realizarem com a máxima velocidade o deslocamento da carga.

Estes testes de potência foram realizados com uma sequência aleatória de execução, de modo a não influenciar o uso de força nem na utilização da velocidade, mantendo um nível certo de esforço e de potência mecânica.

Destes testes foi retirado o valor médio das 5 repetições, das percentagens das cargas avaliadas. Foi analisado o valor médio da potência propulsiva, o valor médio da taxa de desenvolvimento da força, o valor médio da força propulsiva e o valor médio da velocidade propulsiva.

### **3.9. Testes de aptidão física funcional**

Os testes aplicados fazem parte da bateria de testes Functional Fitness Test (FFT) (Rikli & Jones, 1999) que foi desenvolvida para avaliar os principais parâmetros físicos associados à mobilidade funcional. Os testes aplicados são apresentados no quadro 5.

Esta bateria de testes constitui um conjunto de instrumentos de avaliação no terreno da aptidão física funcional e equilíbrio de pessoas com mais de 60 anos, sendo um processo de aplicação pormenorizado e de simples execução (Rikli, 1997, 1998, 1999). Pretendemos avaliar a capacidade dos sistema músculo-esquelético através da avaliação de parâmetros da aptidão física como a capacidade cardiorrespiratória, a resistência muscular, a flexibilidade, a agilidade e a composição corporal, todos estes regulados por protocolos de padrões científicos aceitáveis.

Estes testes foram aplicados conforme os protocolos e instruções de administração, realizados em forma de circuito, na tentativa de minimizar os efeitos da fadiga localizada (Rikli, 1999). A validade e o grau de confiança de aplicabilidade dos testes estão muito bem descritos em vários estudos (Jones, Rikli & Beam, 1999; Jones, Rikli, Max & Noffal, 1998; Rikli, 1997, 1998, 1999); e com os coeficientes de correlação são superiores 0,70.

Quadro 5 – Testes de aptidão física funcional (adaptado de Rikli (1999)).

<b>Parâmetros avaliados</b>	<b>Testes</b>	<b>Critérios de avaliação</b>
<b>Força dos membros inferiores</b>	Levantar e sentar na cadeira	Nº de execuções em 30s sem utilização dos membros superiores
<b>Força dos membros superiores</b>	Flexão do antebraço	Número de execuções em 30s
<b>Flexibilidade do tronco e dos membros inferiores</b>	Sentado e alcançar	Distância atingida pelas mãos em direção ao pé
<b>Flexibilidade do ombro</b>	Alcançar atrás das Costas	Distância mínima alcançada entre as mãos atrás das costas
<b>Velocidade, agilidade e equilíbrio</b>	Sentado, caminhar 2,44 m e voltar a sentar	Tempo necessário para levantar de uma cadeira, caminhar 2,44m e voltar à posição inicial
<b>Resistência cardiovascular</b>	Andar 6 minutos	Distância percorrida durante 6 min
<b>Composição corporal</b>	Estatura e peso	Avaliação do índice de massa corporal (IMC) – (peso/estatura ao quadrado)

### 3.10. Variáveis em estudo

O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos de um programa de treino de força muscular na aptidão física e funcional desta população. As variáveis dependentes foram os valores médios dos testes selecionados e realizados pelos dois grupos (GE e GC). Já como variável independente temos o tempo pré-treino/semana 0 - M1, após o treino/semana 12 - M2 e após paragem/semana 22 - M3.

### 3.11. Tratamento estatístico

A análise estatística de dados compreendeu dois blocos. Num primeiro bloco realizou-se uma análise exploratória e descritiva dos dados. Num segundo bloco, efetuou-se a análise inferencial dos mesmos. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o programa STATISTICA para *windows* – versão 10 da Stat Soft. Inc., Estados Unidos da América.

No que diz respeito à análise exploratória e descritiva, foram utilizados os parâmetros de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão, coeficientes de variação e erro padrão). Foi também realizada a análise da simetria (*Skewness*) e de achatamento (*Kurtosis*) das curvas de normalidade da distribuição, através do teste *Shapiro-Wilk* (nível de significância de 5%) e da representação gráfica (caixa de bigodes).

O teste M Box é normalmente utilizado para testar a igualdade das matrizes de covariâncias das variáveis dependentes entre grupos (nível de significância de 1%). Nas análises em que foi rejeitada a igualdade das matrizes de covariâncias, o teste multivariado *Pillai's trace* foi utilizado para a análise da variância em substituição do teste *Wilks' Lambda*. Adicionalmente, foi realizado o teste de esfericidade de *Mauchly*, para averiguar se a assunção de esfericidade foi violada, fez-se ajuste para *Greenhouse-Geisser* (se o valor de  $G-G < 0,75$ ) ou para *Huynh-Feldt* (quando o valor de  $\epsilon > 0,75$ ).

Depois de verificadas os critérios de normalidade e de homogeneidade, procedeu-se à análise das variâncias através do modelo geral linear (GLM), para medidas repetidas com dois factores [grupo (GE e GC) x tempo (M1, M2 e M3)]. Esta metodologia foi utilizada para verificar se o treino de força complementar se traduz numa melhoria da performance funcional e física dos indivíduos na realização dos testes selecionados para este estudo: força máxima, potência e aptidão funcional.

Para cada uma das análises também foi calculado o efeito do tamanho e o poder do teste à posteriori. Sempre que a hipótese nula (igualdade de variâncias entre células) foi rejeitada, estabeleceram-se comparações múltiplas à posteriori, recorrendo ao teste de Bonferroni.

Adicionalmente, foi também testada a diferença entre grupos, no que diz respeito às suas características antropométricas e idade. Para este efeito foi aplicado o t-teste para amostras independentes.

Em todos os procedimentos estatísticos foi adotado o nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

## Capítulo 4 - Resultados

### 4.1. Amostra

Dos 22 idosos voluntários (14 do GE e 8 do GC), apenas 17 cumpriram o protocolo experimental. Ao longo do estudo, 5 dos idosos (3 do GE e 2 do GC) não compareceram aos momentos de avaliação M2 (após treino) e/ou M3 (após destreino), essencialmente devido a compromissos familiares. Desta forma, verificou-se uma perda amostral de 25 % e a amostra final passou a ser constituída por 11 indivíduos no GE (sendo 4 do sexo masculino e 7 do sexo feminino) e por 6 no GC (sendo 1 do sexo masculino e 5 do sexo feminino). As principais características dos idosos que completaram o protocolo experimental estão descritas no quadro 6.

**Quadro 6** - Principais características da amostra (média e respetivo desvio padrão).

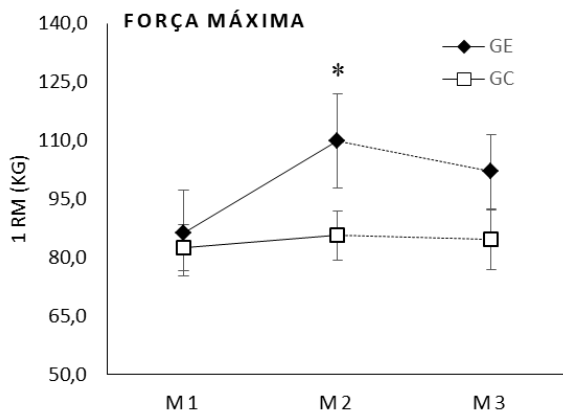
Grupo	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Altura (m)
Experimental	69,4 ± 3,4	69,2 ± 12,7	1,60 ± 0,1
Controlo	65,5 ± 6,5	60,3 ± 9,7	1,58 ± 0,1

No que concerne às variáveis antropométricas, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre ambos os grupos ( $p \geq 0,15$ ).

### 4.2. Força máxima dinâmica dos membros inferiores (FMDmi)

Na figura 4 apresentam-se os valores de força máxima dinâmica dos membros inferiores, obtida no teste 1RM na máquina prensa de pernas, nos 3 diferentes momentos de avaliação.

Os resultados mostraram que a adição de uma sessão de treino de força à atividade física já praticada aumentou significativamente a FDMmi do GE (interação entre grupo e tempo: -  $P < 0,03$ ;  $\eta_p^2 = 0,21$  e potência observada = 0,68). Após 12 semanas de treino, este grupo aumentou 30% à sua força máxima dos membros inferiores ( $P < 0,001$ ), não tendo sido observadas alterações no GC ( $P = 1,00$ ).



**Figura 4** - Força máxima dos membros inferiores valores médios e respetivo erro padrão dos valores obtidos no teste 1 RM pré-treino (M1); após-treino (M2) e após-destreino (M3) para o grupo experimental (GE) e grupo controlo (GC). \* para o GE, o M1 diferente de M2 ( $P \leq 0,001$ ) e de M3 ( $P \leq 0,02$ ).

Passadas as 10 semanas de destreino (M3), o FMDmi do GE em relação ao M2 para o M3 regista um decréscimo de 5% mas em relação M1 (pré-treino) o valor registado manteve-se 22% acima. Relativamente ao GC este não mostrou alterações significativas ao longo do tempo, após as 11 semanas de destreino (M3).

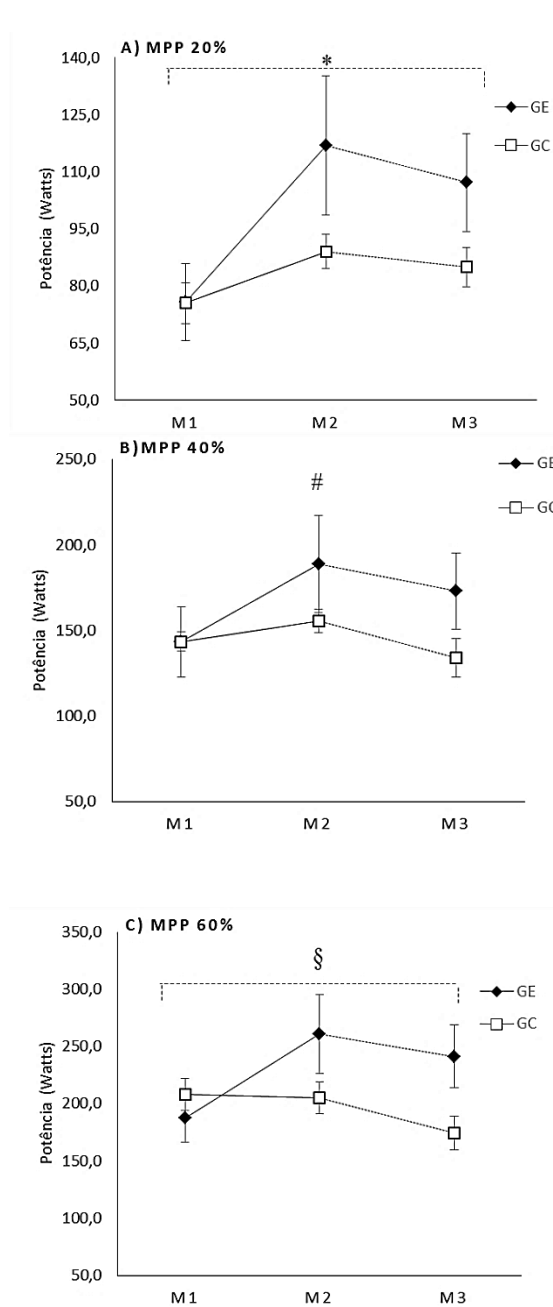
### 4.3. Potência muscular dos membros inferiores

#### 4.3.1. Potência Média Propulsiva e Taxa de Produção de Força

A figura 5 apresenta, para ambos os grupos, a potência média propulsiva (MPP) obtida a intensidades submáximas (20%, 40% e 60% de 1 RM), nos 3 diferentes momentos de avaliação (M1 – pré treino; M2 – após treino; M3 – após destreino).

Os resultados mostram que o treino semanal de força complementar, contribuiu para aumento significativo da MPP 20% 1RM (interação do factor tempo: -  $p < 0,00$ ; tamanho do efeito ( $\eta_p^2$ ) = 0.37 e potência observada = 0,96). Após a intervenção das 12 semanas de treino este grupo aumentou em 52% (M2) a sua potência propulsiva ( $p < 0,00$ ), enquanto que no GC não foram observadas alterações significativas ( $p = 1,00$ ). Com o destreino de 10 semanas (M3) o valor da potência a 20% no GE manteve-se 46% acima do valor obtido no pré-treino (M1) ( $p < 0,00$ ). O GC voltou a não mostrar interação significativa entre o M3 e o M1.





**Figura 5** – Potência propulsiva média (MPP) valores médios e respetivo erro padrão do grupo experimental (GE) e grupo controlo (GC) pré-treino (M1) após treino (M2) e após destreino (M3), para as intensidades de carga 20% 40% e 60% 1RM:

A) MPP 20% de 1RM \* - o M1 é diferente de M2 ( $P \leq 0,000$ ) e de M3 ( $P \leq 0,000$ ).

B) MPP 40% de 1RM # - o M1 diferente de M2 ( $P < 0,002$ );

C) MPP 60% de 1RM § - para o tempo x grupo com o GE no M1 diferente do M2 ( $P < 0,00$ ) e diferente do M3 ( $P < 0,03$ ).

Relativamente à MPP 40% verificou-se um aumento significativo deste parâmetro ao longo do tempo, com uma diferença entre o M1 e o M2 (fator tempo:  $p < 0,002$ ;  $\eta_p^2 = 0,23$ ; potência observada = 0,74). O M2 em relação ao M3 não apresentam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,18$ ), assim como o M3 não revelou diferenças em relação ao M1 ( $p < 0,28$ ).

Embora não se tenha observado uma interação significativa entre tempo e grupo ( $p < 0,21$ ), o GE, após de 12 semanas de treino aumentou 34% o valor da potência média propulsiva avaliado a 40% de 1RM. Após 10 semanas de destreino (M3) o valor da MPP 40% manteve-se 26% acima dos valores observados no M1. Relativamente ao GC, alterações da MPP 40% foram inferiores a 8,5% e não são estatisticamente significativas.

No que concerne ao MPP 60%, verificámos uma interação tempo x grupo presente no GE ( $p < 0,00$ ; tamanho do efeito:  $\eta_p^2 = 0,29$ ; potência observada = 0,86), após a intervenção das 12 semanas do treino o GE revelou um aumento de 37% do M1 para o M2 ( $P < 0,00$ ) e de 29% no M3 em relação ao M1 ( $p < 0,03$ ). O GC continuou a não revelar diferenças estatisticamente significativas nos momentos avaliados.

A potência média propulsiva resulta da interação entre a força produzida e a velocidade; estes parâmetros também foram analisados. No quadro 7 apresentam-se os valores médios e respetivos desvios padrão de MPV, MPF e RDF obtidas a 20%, 40% e 60% de 1 RM, nos 3 diferentes momentos de avaliação (M1 – pré treino; M2 – após treino; M3 – após destreino).

Observando o quadro 7, constatámos que a MPV 20% se alterou ao longo do tempo ( $p < 0,005$ ), não se verificando uma interação tempo x grupo. Ambos os grupos aumentaram significativamente a MPV a 20% no segundo momento de avaliação e manteve-se no M3.

Ao longo do tempo estes grupos revelaram diferenças estatisticamente do M1 para o M2 com  $p < 0,005$  e do M1 para o M3 com  $p < 0,007$ . No entanto apesar de não significativo o GE revela um aumento de 18% do M1 para o M2, e do M3 em relação ao M1 uma diferença de 20%. As alterações da MPV 20% no GC variaram entre 14% do M1 para o M2 e manteve-se nos 12% no M3.

A MPV a 40% e a 60% do 1RM, manteve-se inalterada ao longo dos diferentes momentos e não obtivemos diferenças estatisticamente significativas em ambos os grupos. Contudo, o GE após treino (M2) revelou um aumento de 1% e de 6%, no MPV a 40% e 60%, respetivamente.

Relativamente ao MPF a 20%, verificámos que o GE após treino aumentou 30% comparativamente ao momento pré-treino (M1) (quadro 7;  $p < 0,000$ ). Após 10 semanas de cessação do treino, a MPF a 20% 1RM manteve-se acima dos valores registados na

sessão pré-treino (aproximadamente 22%;  $p < 0,002$ ). Quanto à MPF a 40% 1RM verificámos que ao longo do tempo o M1 é diferente do M2 (com  $p < 0,00$ ) e do M3 (com  $p < 0,02$ ). No entanto, e apesar de não ser estatisticamente significativo, o GE aumentou 27% do M1 para o M2 e registou 20% de aumento no M3 em relação ao M1 ( $p < 0,09$ ). Com o GC este aumento foi de 6% para o M2 e de 5% para o M3.

Sobre o MPF 60% não verificámos alterações estatisticamente significativas no GC e no GE. Contudo, o GE revelou um aumento de 26% após treino (M2) em relação à sessão pré-treino (M1). Verificou-se também que na avaliação M3 estes valores mantiveram-se acima dos valores observados no M1 (24% acima).

Quadro 7 - Valores médios e respetivos desvios padrão da média da MPV, MPF e RDF, nos três momentos avaliados (M1; M2;M3) a 20%, 40% e 60% da 1RM; com valores de *post hoc* com diferenças estatisticamente significativas de Bonferoni, com nível de significância  $p < 0,05$ : \* factor tempo, \*\* factores tempo x grupo, \*\*\* valores de grupo; valores do tamanho do efeito ( $\eta^2$ ) e valores da potência observada (po). Variáveis

			Grupo		Resultados Estatísticos
			GE	GC	
MPV (m.s <sup>-1</sup> )	20%	M1	0,444 ± 0,08	0,514 ± 0,08	$p < 0,005$ * $\eta_p^2 = 0,30$ ; po = 0,87
		M2	0,519 ± 0,09	0,593 ± 0,09	
		M3	0,526 ± 0,08	0,576 ± 0,10	
	40%	M1	0,41 ± 0,07	0,484 ± 0,06	$p < 0,17$ $\eta_p^2 = 0,10$ ; po = 0,34
		M2	0,41 ± 0,07	0,500 ± 0,08	
		M3	0,42 ± 0,07	0,443 ± 0,10	
	60%	M1	0,35 ± 0,07	0,433 ± 0,06	$p < 0,18$ $\eta_p^2 = 0,10$ ; po = 0,33
		M2	0,37 ± 0,07	0,412 ± 0,05	
		M3	0,36 ± 0,06	0,375 ± 0,05	
MPF (N)	20%	M1	170,11 ± 68,34	162,25 ± 36,89	$p < 0,02$ ** $\eta_p^2 = 0,22$ ; po = 0,71
		M2	216,93 ± 74,72	165,79 ± 32,44	
		M3	200,62 ± 59,13	167,69 ± 46,55	
	40%	M1	345,20 ± 138,31	324,39 ± 74,37	$p < 0,006$ * $\eta_p^2 = 0,28$ ; po = 0,84
		M2	431,16 ± 150,15	346,33 ± 97,24	
		M3	400,66 ± 118,35	347,90 ± 129,68	
	60%	M1	517,16 ± 204,46	556,99 ± 175,91	$p < 0,09$ $\eta_p^2 = 0,14$ ; po = 0,47
		M2	643,94 ± 225,67	548,11 ± 144,09	
		M3	614,61 ± 173,78	556,43 ± 215,53	
RDF (N.m.s <sup>-1</sup> )	20%	M1	660,38 ± 220,57	1595,33 ± 941,52	$p < 0,77$ $\eta_p^2 = 0,016$ ; po = 0,08
		M2	1983,72 ± 1597,88	2342,86 ± 1442,78	
		M3	1404,08 ± 1136,03	1954,09 ± 1038,99	
	40%	M1	3526,58 ± 4948,68	8960,3 ± 5589,3	$p < 0,96$ $\eta_p^2 = 0,002$ ; po = 0,05
		M2	4779,98 ± 3104,98	10717 ± 9243,2	
		M3	5744,17 ± 5003,43	10897 ± 11615	
	60%	M1	2627,81 ± 2545,43	13318 ± 12057	$p < 0,009$ *** $\eta_p^2 = 0,38$ ; po = 0,79
		M2	5986,69 ± 5544,60	13552 ± 7073,2	
		M3	11105,05 ± 6747,64	16533 ± 14149	

De acordo com a análise do quadro 7 constatamos que, em relação a taxa de produção de força (RFD) a 20% 1RM não existem diferenças estatisticamente significativas entre grupos e ao longo do tempo. No RFD a 40% também não existem diferenças estatisticamente significativas nos M1, M2 e M3 de ambos os grupos. Relativamente ao RFD 60% apenas o GC revela uma análise estatisticamente significativa e apenas ao M3 ( $p < 0,02$ ).

#### 4.4. Testes funcionais da aptidão física

No quadro 8 apresentámos os valores médios e respetivos desvios padrão dos valores obtidos nos testes funcionais: sentar e alcançar, andar 2,44m, alcançar atrás das costas, andar 6min.

Quadro 8 - Testes funcionais “senta e alcança”, “andar 2,44 m e voltar a sentar”, “alcançar atrás das costas” e “andar 6 minutos” valores médios e respetivos desvios padrão, nos três momentos avaliados; com valores de *post hoc* com diferenças estatisticamente significativas de Bonferoni, com nível de significância  $p < 0,05$ : \* factor tempo, \*\* factores tempo x grupo, \*\*\* valores de grupo; valores do tamanho do efeito  $\eta^2$  e valores da potência observada ( $p_o$ ).

Testes	Avaliação	Grupos		Resultados estatísticos
		GE	GC	
Senta e alcança	M1	2,20 ± 1,18	4,67 ± 0,86	p<0,848 $\eta_p^2 = 0,010$ ; $p_o = 0,073$
	M2	3,91 ± 1,10	5,33 ± 1,19	
	M3	4,23 ± 1,83	5,50 ± 1,14	
2,44 m	M1	5,28 ± 0,30	5,66 ± 0,27	p<0,21 $\eta_p^2 = 0,09$ ; $p_o = 0,31$
	M2	5,36 ± 0,24	5,27 ± 0,28	
	M3	5,90 ± 0,18	5,57 ± 0,26	
Alcançar atrás das costas	M1	-13,34 ± 2,23	-1,40 ± 1,72	p< 0,005 * $\eta_p^2 = 0,41$ ; $p_o = 0,86$
	M2	-12,55 ± 2,81	-0,60 ± 1,94	
	M3	-11,00 ± 1,94	-0,60 ± 2,09	
Andar 6 min	M1	565,17 ± 35,07	594,25 ± 7,94	p< 0,01 *** $\eta_p^2 = 0,33$ ; $p_o = 0,90$
	M2	547,50 ± 32,34	538,17 ± 18,57	
	M3	507,70 ± 19,23	499,33 ± 10,13	

Na análise do quadro 8, observámos que no teste “senta e alcança” ambos os grupos aumentam a sua prestação, embora não sejam encontradas diferenças estatisticamente significativas.

Relativamente ao teste “andar 2,44 metros e voltar a sentar”, o GE apresenta uma evolução de 3% do M1 para o M2, o GC apresenta diferenças nos momentos de avaliação

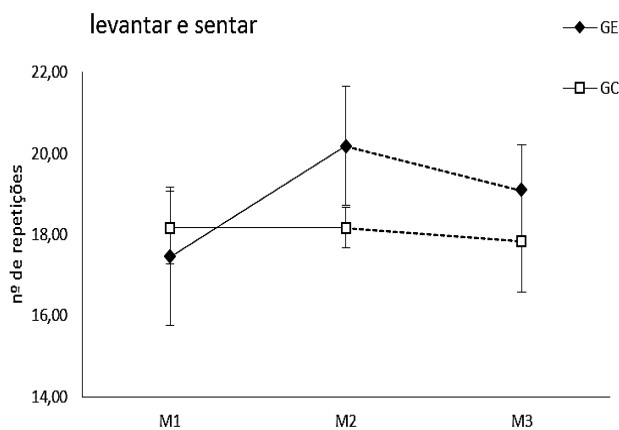
com valores residuais. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em ambos os grupos ao longo do tempo.

No teste de alcançar atrás das costas verificámos que o GE mantém uma tendência de evolução mas que não é visível ao longo das 12 semanas de treino, nem é estatisticamente significativa. Já o GC tem uma evolução positiva ( $p < 0,35$ ).

Da análise do teste “andar 6 minutos” constatámos que ambos os grupos, GE e GC, diminuem o seu rendimento, pelo que o efeito do treino semanal no GE não revelou um efeito positivo. No M3, após as 10 semanas de paragem, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ). Com efeito a capacidade aeróbica decaiu ao longo do tempo de forma significativa, em ambos os grupos.

#### 4.4.1. Levantar e sentar

Na figura 6 apresentamos os valores médios e respetivos desvio padrão do teste “levantar e sentar”.

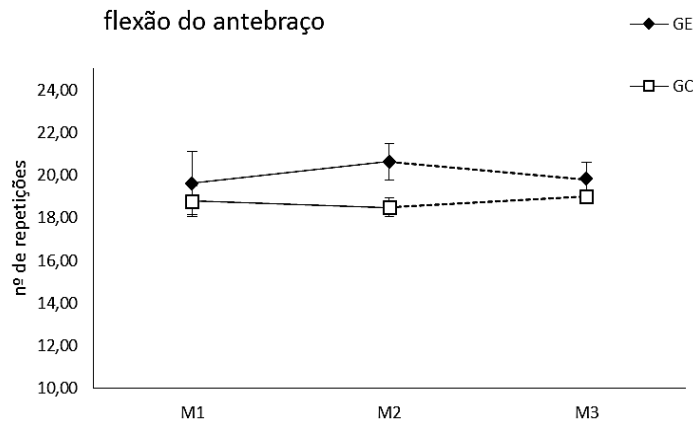


**Figura 6** - Teste “levantar e sentar” valores médios e respetivo erro padrão da do grupo experimental (GE) e grupo controlo (GC) pré-treino (M1) após treino (M2) e após destreino (M3).

Não existiram alterações estatisticamente significativas ao longo do tempo, no entanto com a análise da figura 6, podemos observar que o GE revela um aumento de 19% do M1 para o M2, embora haja um decréscimo do M2 para o M3 e ainda assim, este M3 apresenta-se 15% mais alto que o valor inicial (M1). O GC revelou alterações de 1% no sentido negativo de diferença entre os momentos avaliados.

#### 4.4.2. Flexão do antebraço

Na figura 7 apresentamos os valores médios e respectivos desvios padrão do teste de “flexão do antebraço”.



**Figura 7** – Teste “flexão do antebraço” valores médios e respectivos desvios padrões do grupo experimental (GE) e do grupo de controle (GC) pré treino (M1), após treino (M2) e após destreino (M3).

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ao longo do tempo em nenhum dos grupos. Da análise, da figura 7 verificámos que o GE, no M2, apresenta um aumento de 14% do número de repetições em relação ao M1 e no M3 está 9% acima em relação ao M1. O GC revelou diferenças de 2% nos momentos avaliados.

## **Capítulo 5 - Discussão dos resultados**

O presente estudo pretendeu constatar se o uma sessão treino de força adicional ao treino de hidroginástica melhora a força máxima, a potência muscular e as capacidades funcionais de indivíduos idosos, proporcionando-lhes uma maior retenção das capacidades analisadas.

### **5.1. Força máxima nos membros inferiores**

Na força máxima dos membros inferiores obtivemos uma evolução considerável. Os indivíduos do GE apresentaram um aumento de 30% de força nos membros inferiores no M2, mantendo-se num valor de 22% após o destreino (M3). Assim, podemos inferir que a adição de um treino de força ao treino de hidroginástica produz efeitos positivos na produção de força máxima dos membros inferiores desta faixa etária.

De acordo com a literatura analisada, presente estudo corrobora os resultados observados em diversos estudos. Fielding et al. (2002) realizaram com 15 indivíduos, durante 16 semanas e 3 vezes por semana, registaram um aumento de 33% no teste de 1 RM no exercício de prensa de pernas. Izquierdo, Hakkinen, Ibanez, Kraemer & Gorostiaga (2005) encontraram em 11 homens de meia idade, ao fim de 16 semanas de treino de força, aumentos de 22% na leg press. Takeshima et al. (2004) referem um aumento de 21% da força máxima dinâmica na prensa de pernas, após um programa de 12 semanas de exercício aeróbio e de força hidráulica, realizado por um grupo de 18 indivíduos (homens e mulheres), com média de 68,3 anos. Hakkinen, Kraemer, Newton & Alen (2001), observaram que os indivíduos masculinos idosos aumentaram 21% e os indivíduos femininos aumentaram 31% de força no 1RM, após 6 meses de treino de força, com uma frequência de duas vezes por semana.

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.

Num estudo com 28 indivíduos divididos em 2 grupos, com idades entre os 65 e os 78 anos, depois de um treino de 20 semanas, num treino progressivo de 7 exercícios em máquinas, realizando 1 série ou 3 séries, 2 vezes por semana, Galvao & Taaffe (2005) encontraram melhorias na prensa de pernas de 14% e de 17%, respetivamente.

A realização de exercício regular resulta em alterações positivas nos idosos, homens e mulheres, pelo que estratégias de preservação ou aumento da massa muscular devem ser implementadas contra a sarcopénia e fragilidade muscular pois estas são características universais de envelhecimento. Carvalho & Soares (2004) estabelecem uma correlação positiva da força muscular ao nível dos extensores dos joelhos com a velocidade da marcha, subida de degraus, levantar e sentar de uma cadeira e outras atividades. Isto significa que a vida diária desta população ganha efetivamente.

O treino de força em idosos saudáveis ativos direcionado 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, Bembem, Brickman & Bembem, 2012).

No nosso estudo verificámos que existe o benefício da adição de um treino de força ao já existente treino aeróbio. Izquierdo et al. (2004) 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 vida diária dos idosos, provando que o músculo continua sensível ao treino de força, mesmo nestas idades. Também Vandervoort (2002) refere que as células do músculo esquelético,



mesmo em idosos muito idosos (população fragilizada), conseguem manter a capacidade de ser estimuladas com o exercício.

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).

## **5.2 Potência Muscular**

A potência muscular pode ser explicada como sendo a velocidade com que a força muscular produz movimentos de um segmento do corpo (Zijlstra, Bisseling, Schlumbohm & Baldus, 2010) ou capacidade muscular para produzir força de forma rápida e explosiva (Clara, 2006). Neste sentido a potência muscular é uma determinante de sucesso em atividades desportivas que envolvam saltos, lançamentos, ou levantamentos de pesos.

Na população idosa, a progressiva perda de força e potência muscular é um fator importante na incapacidade assim como a perda da sua independência (Ibanez et al., 2008). Os aumentos de força estão associados a melhorias funcionais, aspetos determinantes para a manutenção da autonomia diária do idoso e conseqüentemente para a sua qualidade de vida (Carvalho e Soares, 2004; Kraemer e Fleck, 2010). Correia, Homens, Silva & Espanha (2006) referem que, mais importante do que a perda de força máxima no idoso, é, do ponto de vista funcional, a perda de potência muscular. Esta manifestação é particularmente importante nas situações em que os indivíduos têm que reagir rapidamente a alterações inesperadas do padrão de movimento, como por exemplo, reequilibrar rapidamente após perturbação da locomoção.

A potência muscular observada é proporcional às alterações da força muscular gerada e/ou velocidade do movimento geradas. A curva de força-velocidade mostra que quanto maior a quantidade de força concêntrica produzida, mais lento o encurtamento muscular e a velocidade do movimento correspondente e vice-versa. Desta forma a curva de potência muscular é parabólica, indicando menor potência muscular com resistências leves e velocidades de execução elevadas e resistências elevadas com velocidade de movimento baixa. Segundo diversos autores a carga deslocada a 20% e a 40% de 1 RM

são cargas leves e quando deslocada a 60% da 1RM esta é considerada uma carga moderada .

A potência muscular máxima ocorre a níveis intermédios de velocidade e de tensão muscular e é designada de limiar do rendimento muscular (Badillo & Serna, 2002). Este parâmetro pode ser otimizado através de diferentes processos: - aplicação de cargas ligeiras, promovendo o aumento da velocidade de execução ou; - aplicação de cargas moderadas a elevadas, privilegiando a produção de força muscular (Badillo & Serna, 2002).

Segundo diversos autores a carga deslocada a 20% e a 40% de 1 RM são cargas leves e quando deslocada a 60% da 1RM esta é considerada uma carga moderada (Peterson, Rhea, Sen & Gordon, 2010; Raymond, Bramley-Tzerefos, Jeffs, Winter & Holland, 2013; Romero-Arenas, Martinez-Pascual & Alcaraz, 2013; Swain & Leutholtz, 2007). No presente estudo, as intensidades de carga aplicadas no processo de treino variaram entre 50 a 85% de 1RM. Contudo, a potência muscular foi avaliada com cargas leves a moderadas (20 40% e 60% do 1 RM) dado que estas cargas estão mais próximas das ações motoras do quotidiano.

Os resultados obtidos indicam que a potência média propulsiva avaliada a 20%, 40% e 60% do 1 RM do grupo GE melhorou significativamente do momento pré-treino para o momento após treino, mantendo-se após as 10 semanas de destreino num valor mais elevado que o pré-treino. Neste grupo a potência produzida com cargas leves e moderadas aumentou entre 34 e 52% e manteve-se 26% a 46% acima dos valores iniciais.

Sayers & Gibson (2012) no seu estudo com 72 adultos idosos (idade média - 70 anos), durante 12 semanas e 3 vezes por semana, verificaram que o treino de potência a alta velocidade aumenta significativamente o desempenho muscular e a velocidade da acção de travagem na condução. Num treino de força máxima de 12 semanas com idosos inativas, Kalapotharakos (2005) observou um aumento da potência muscular dos membros inferiores quando aferidos pelo teste de levantar e sentar. Fielding et al (2002) no seu estudo referem que a potência máxima aumentou 84% na prensa de pernas após um treino de 16 semanas de alta velocidade com cargas de 70% no 1RM.

Relativamente às cargas leves, em particular na carga de 20% de 1RM, verificou-se um aumento significativo da velocidade média propulsiva após o período de treino, sem diferenças significativas entre grupos. Este facto pode estar relacionado com questões de aprendizagem, dado que com cargas mais leves os sujeitos perdiam, com alguma frequência, o contacto com a plataforma da prensa de pernas. Assim, os valores iniciais podem refletir alguma inibição na execução da ação motora por partes dos participantes.

Com o aumento da carga a deslocar aumentou também a quantidade de potência gerada para efetuar este deslocamento da resistência, pelo que foram requisitados mais fibras musculares tipo II. No GE, o incremento da potência muscular observado a 40 e 60% de 1RM, deve-se essencialmente ao aumento da componente de força muscular propulsiva, já que não se observaram alterações significativas da velocidade média propulsiva. Isto condiz com o princípio da especificidade do treino e parece ser verdadeiro também para a população idosa (Ibanez et al, 2008). No nosso estudo, os valores de 60% refletem as cargas treinadas nas últimas 4 semanas antes do segundo momento de avaliação, onde foi aumentada a carga da prensa de pernas até aos 85% da 1RM.

A melhoria de força e potência muscular induzidas por programas de treino de força com intensidades de carga moderadas-altas parecem produzir um deslocamento da curva força – velocidade para o lado esquerdo, indicando uma melhoria da potência com cargas mais elevadas. De acordo com estudo efetuado por (Hortobagyi, Mizelle, Beam & DeVita, 2003) a performance dos idosos durante as ações motoras de cadeia fechada que ocorrem no dia a dia (por exemplo levantar da cadeira) está próximo das suas capacidades máximas. Segundo os mesmos autores, os idosos estarão assim a operar no lado esquerdo da curva força-velocidade durante a realização da maior parte das tarefas do quotidiano. Desta forma o treino e força que estimule esta parte da curva, através da utilização de cargas mais elevadas, será benéfico para esta população.

A melhoria da força e potência muscular parece decorrer de alterações neurais e musculares. O treino progressivo de força pode incrementar a ativação dos músculos agonistas, assim como diminuir o processo de coativação do músculo antagonista, (Hakkinen, Kraemer, Newton & Alen, 2001). O aumento da ativação parece estar associado ao aumento do recrutamento de unidades motoras e/ou aumento da frequência de disparo das mesmas (Duchateau, Semmler & Enoka, 2006). Vários estudos também

têm demonstrado que a melhoria da produção de força deve-se a um aumento da ativação dos andares superiores do sistema nervoso central (Aagaard, Suetta, Caserotti, Magnusson & Kjaer, 2010; Duchateau, Semmler & Enoka, 2006). Tal como referido anteriormente, além das alterações neurais o treino de força induz também alterações morfológicas que podem contribuir para o aumento da potência muscular (Mau-Moeller, Behrens, Lindner, Bader & Bruhn, 2013).

### **5.3. Taxa de Produção de força muscular**

A taxa de produção de força descreve a capacidade para rapidamente desenvolver força muscular, podendo ser medida através do declive da curva força-tempo obtida durante condições isométricas, e esta depende do início da contração que é afetada por diferentes parâmetros fisiológicos (Aagaard, Suetta, Caserotti, Magnusson & Kjaer, 2010) Andersen et Aagaard (2006). A taxa de produção de força também pode ser estimada durante ações dinâmicas, também através do declive da curva força-tempo, refletindo assim a máxima produção de força por unidade de tempo. Esta variável é determinante para o desenvolvimento da potência muscular, dado que define a capacidade de produzir força rapidamente (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson & Dyhre-Poulsen, 2002; Caserotti, Aagaard, Larsen & Puggaard, 2008). A taxa de produção de força determinará a magnitude da aceleração na fase inicial do movimento e influenciará consequentemente a velocidade do movimento (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson & Dyhre-Poulsen, 2002). Este parâmetro da aptidão muscular não é apenas importante para atletas de alta competição, mas revela-se também um parâmetro relevante para a população idosa. Quanto melhor for a produção de força por unidade de tempo, melhor será a resposta do idoso a perturbações do equilíbrio, podendo assim evitar potenciais quedas (Aagaard, 2003).

Vários estudos têm demonstrado que, na população idosa, a taxa de produção de força aumenta após treino de força (Caserotti, Aagaard, Larsen & Puggaard, 2008; Suetta et al., 2004). Segundo estes autores a taxa de produção de força aumenta entre 18 a 50% após 12 semanas de treino de força, 2 vezes por semana. No entanto Hakkinen et al. (1998), não observou alteração da taxa de produção de força após 10 semanas de treino de

diferentes manifestações da força em homens idosos. No nosso estudo também não foram observadas alterações significativas deste parâmetro da força. Contudo, foi observado uma grande variabilidade dos valores de RFD obtidos, o que também afetou os resultados finais. De acordo com os procedimentos estatísticos, a variabilidade destes resultados implicaria uma amostra maior.

#### **5.4. Testes funcionais**

Relativamente aos testes funcionais aplicados, a bateria de Fullerton (Jones, Rikli & Beam, 1999; Jones, Rikli, Max & Noffal, 1998; Rikli, 1997, 1998, 1999) é uma bateria completa, prática, replicável e sem custos de aplicação, estando já validada para a população portuguesa (Barreiros, Espanha & Correia, 2006; Fonseca, 2008; Monteiro, 2011).

Spiriduso e Cronin (2001) defendem que o exercício e a atividade física estão relacionadas 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). O desempenho dos participantes neste estudo nos valores iniciais está dentro dos valores apresentados por Rikli (1999), exceto no teste de “alcançar atrás das costas”, que apresenta um valor inicial mais baixo.

Entre as pessoas idosas saudáveis que vivem em lares, as mudanças dos membros inferiores foram bastante preditoras de incapacidades futuras e estas medidas do desempenho físico podem identificar as pessoas idosas num estágio clínico preditor de incapacidade e que podem beneficiar de intervenções precoces (Guralnik, Ferrucci, Simonsick, Salive & Wallace, 1995). No estudo de Skelton (1995), não encontraram efeitos nos testes funcionais após a aplicação de um programa de treino, possivelmente porque os indivíduos eram todos saudáveis e não tinham limitações iniciais.

Os resultados do nosso estudo, embora não sendo estatisticamente significativos parecem indicar o benefício do treino sobre algumas capacidades funcionais, nomeadamente nos testes de “levantar e sentar” e “flexão do antebraço”. Assim, Rikli (1997) apela à

participação desta população em programas de atividade física. Stathokostas, Little, Vandervoort & Paterson (2012) referem que em idosos fragilizados e com idades superiores aos 80 anos, são mais notórias as melhorias nos testes funcionais e que para alterações efetivas da aptidão funcional nos indivíduos idosos será necessária a realização de exercício pelo menos 3 vezes por semana (Nakamura, Tanaka, Yabushita, Sakai & Shigematsu, 2007). Seguin & Nelson (2003) referem por isso a importância de se determinar com cuidado o plano de treino nestas idades, tanto para prevenir o declínio funcional como para melhorar a aptidão física funcional.

A potência muscular está relacionada com a mudança na performance do teste de “andar 2,44m” (Hruda, Hicks & McCartney, 2003). Contrariamente ao esperado, o GE, apesar de ter melhorado significativamente a potência muscular, não apresentou alterações significativas no teste de “andar 2,44m”, tendo inclusive piorado ligeiramente.

Em relação ao teste “de 6 min” e de acordo com as normativas da atividade funcional descritas por Rikli (1999), apercebemo-nos que ambos os grupos, no momento inicial de avaliação, se encontraram num nível de capacidade aeróbia basal inferior ao que deveriam apresentar para a sua idade, algo também observado por Marques, Carvalho, Soares, Marques & Mota (2009) num estudo com 77 mulheres, com idades entre os 60 e os 79 anos, que refere que o grupo se encontra abaixo da sua capacidade aeróbia. O nosso estudo incidu sobretudo num treino de força destinado ao aumento da força muscular e muito menos na componente aeróbia, que aumentaria o desempenho de andar mais rápido. O treino multicomponente, que inclui treino aeróbio, demonstrou efeitos positivos na capacidade aeróbia (Marques, Carvalho, Soares, Marques & Mota, 2009; Sillanpaa, Hakkinen, Holviala & Hakkinen, 2012). Mas o treino de força em idosos saudáveis ativos direcionado para a velocidade de movimento melhora substancialmente a potência das pernas e a força máxima, mas não melhora a performance funcional (Earles, Judge, & Gunnarsson, 2000).

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.

Já em relação aos testes de “levantar e sentar” e “flexão do antebraço” obtivemos resultados que indicam um aumento mais significativo e que nos permite inferir uma importante melhoria na funcionalidade dos indivíduos sujeitos a este plano de treino de força. 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. Do mesmo modo Alves, Mota, Costa e Alves (2004) revelam alterações positivas. Raymond, Bramley-Tzerefos, Jeffs, Winter & Holland (2013), na sua revisão, constaram 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 quadricípites e isquiotibiais, se deve à perda de força muscular dos membros inferiores. O aumento de força nos músculos usados no andar, no 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.

O treino progressivo de força de alta intensidade aumenta a força nos membros inferiores mais do que o treino de baixas intensidades, embora este treino de alta intensidade não seja necessário para aprimorar a performance funcional (Raymond, Bramley-Tzerefos, Jeffs, Winter & Holland, 2013); Lesmes, Costill, Coyle & Fink (1978) referem que, embora o treino com velocidade seja importante na alteração do momento de força máxima, o treino em velocidade rápida ou lenta aumenta a produção de potência e ambos reduzem significativamente a fadiga.

O acréscimo de um treino de força não provocou as melhorias esperadas no GE na execução dos testes funcionais “senta e alcança”, “andar 2,44m” e “6 minutos” pelo que rejeitámos a hipótese 5, 6 e 7, levantadas por nós no início deste estudo experimental. No entanto, aceitámos as hipóteses 3 e 4, correspondentes aos testes funcionais “sentar e levantar” e “flexão do antebraço”, onde se verificaram os efeitos benéficos do treino no GE, tanto na melhoria após o treino como na manutenção dos efeitos do treino após o destreino.

### **5.5.Destreino**

Não menos relevante é a questão do destreino, ou seja, a perda da aptidão física e funcional associada a longas paragens do treino físico. Vários estudos têm demonstrado perdas parciais da força muscular adquirida durante o processo de treino (Evans, 1997; Hakkinen, Alen, Kallinen, Newton & Kraemer, 2000; Pereira, Izquierdo, Silva, Costa, Gonzalez-Badillo, et al., 2012). Contudo, durante paragens mais prolongadas (superiores a um ano) verifica-se um decréscimo da força muscular para os valores pré-treino (Frontera, Hughes, et al., 2000).

Neste estudo, os participantes foram reavaliados após 10semanas de paragem do treino. Foi verificado que a força e a potência muscular decaiu entre 1,9 a 5,7%, mantendo-se acima dos valores pré-treino. Evans (1997) refere um decréscimo mais acentuado, observando uma diminuição de 32% da força muscular após 4 semanas de destreino.

Smith, Winegard, Hicks & McCartney (2003) constataam no seu estudo que após dois anos de treino em idosos, os benefícios musculares não foram inteiramente perdidos após três anos de destreino, na prensa de pernas foi mantido 14% de 1RM acima do valor inicial. Fatouros et al. (2006) verificaram, em três grupos de idosos, com 65-75 anos, durante 6 meses de treino de força, que após o destreino este causou grandes perdas (27-29%) revertendo o processo de treino que tinha sido aplicado. Também Carvalho, Marques & Mota (2009) encontrou um declínio na força dos membros superiores e inferiores após 3 meses de destreino, num grupo de 72 idosos. Connelly & Vandervoort (1997) reportam um declínio acentuado de 68,3% após destreino de um ano, em idosos com 82 anos.



Sherk, Bembem, Brickman & Bembem (2012) apuraram que após 6 meses de destreino, os valores de força adquiridos no treino, são mais facilmente mantidos, particularmente se o treino for realizado durante um longo período de tempo.

Este processo pode ser novamente revertido. Após 8 semanas de reinício do treino, Taaffe & Marcus (1997) verificaram que a força muscular voltou aos valores anteriores, mas sem as alterações na morfologia das fibras. Estes resultados indicam que os homens idosos perdem força muscular após pequenas paragens no treino, mas que é apenas necessário um pequeno período de treino para ganhar força novamente. Estes autores sugerem que muita desta retenção de força com o destreino e reaquisição da força perdida reflete adaptações neurais.

No que concerne às capacidades funcionais verificou-se em diversos estudos um decréscimo nas mesmas. Toraman & Ayceman (2005), no seu estudo, referem que mesmo após 6 semanas de destreino o valor dos indivíduos estudados é mais elevado que o valor inicial mas com tendências de retorno aos valores iniciais. Bocalini, Serra, Rica & Dos Santos (2010) referem, no seu estudo, que após uma curta paragem de 4 a 6 semanas os testes funcionais de “sentar e levantar”, “2,44 m” e “flexão do antebraço” voltam aos valores iniciais de pré-treino. Carvalho, Marques & Mota (2009) mostram que existem efeitos negativos na interrupção do exercício nos vários parâmetros dos testes funcionais. Com efeito os músculos dos membros superiores e dos membros inferiores assim como a flexibilidade dos mesmos sofrem um declínio após o destreino. No teste de 6 minutos verificámos que ambos os grupos decrescem após as 10 semanas de paragem, indicando que o treino aeróbio realizado na hidroginástica é influente na resposta aeróbia dos indivíduos ao esforço do teste.

Verificámos ainda que após o destreino de 10 semanas em ambos os grupos, o tempo médio de deslocamento no teste “2,44 metros” aumentou, pelo que os indivíduos levaram mais tempo a levantar-se da cadeira e a percorrer esta distância e voltar a sentar-se, pelo que o exercício físico ajuda na manutenção desta capacidade funcional, embora sem se verificarem diferenças estatisticamente significativas. Também Connelly & Vandervoort (1997) referem uma perda de velocidade de deslocamento em cerca de 28,6%. Nos testes de “levantar e sentar” e de “flexão do antebraço”, o valor continuava acima do valor do pré-teste provando a eficiência do treino aplicado. No nosso estudo nos testes “levantar e

sentar” e “flexão do antebraço”, os indivíduos mantêm-se acima do valor inicial registrado no pré-treino, indo de encontro ao estudo apresentado por Connelly & Vandervoot (1997).

## Capítulo 6 – Conclusões

### 6.1. Conclusões

- O treino de força é benéfico para o desenvolvimento e manutenção das capacidades funcionais, nesta população. Para a realização destes programas de exercício, o treino deve realizar-se pelo menos uma vez por semana e supervisionado. Com a inclusão de exercícios com cargas moderadas a elevadas e com ênfase na velocidade de execução.

- De acordo com as hipóteses inicialmente propostas validamos como verdadeira a hipótese 1, onde verificamos um aumento da força máxima dos membros inferiores com a adição de um treino de força semanal (Holviala et al., 2014; Izquierdo, Hakkinen, Ibanez, Kraemer & Gorostiaga, 2005; Radaelli et al., 2013).

- Validamos como verdadeira a hipótese 2, pois a potência aumenta nesta população, após o acréscimo de um treino de força semanal (Holviala et al., 2014; Izquierdo, Hakkinen, Ibanez, Kraemer & Gorostiaga, 2005; Radaelli et al., 2013).

- Relativamente às hipóteses 3 e 4, que se referem aos testes funcionais “levantar e sentar” e “flexão do antebraço”, respetivamente, os nossos resultados confirmam os efeitos positivos do treino de força nesta população, constatado nos diversos estudos consultados (Monteiro, 2011; Pereira, Izquierdo, Silva, Costa, Bastos, et al., 2012).

- Relativamente as hipóteses 5, 6 e 7 dos testes funcionais “sentar e alcançar”, “levantar, caminhar 2,44m, dar a volta e voltar a sentar” e “Caminhada de 6 min”, não foram confirmados os efeitos positivos que prevíamos, deste modo rejeitamos estas hipóteses também Vieira et al. (2013) refere semelhantes resultados.

## **6.2.Limitações ao estudo**

Uma das limitações a este estudo é o número da amostra, que se apresenta pequeno, pois esteve dependente do regime de voluntariado da população avaliada. Esta população, em particular nesta região, não está ainda adaptada ao estímulo e participação em estudos desta natureza. Achamos também que o facto de termos pouco tempo de familiarização com o espaço e como o equipamento utilizado neste estudo pode ter limitado os resultados observados.

## **6.3.Recomendações pra futuros estudos**

Para futuros estudos recomendamos que:

- Se verifique que tipo de treino mais beneficiará esta população, se o treino progressivo de intensidade alta, moderada ou baixa;
- Se realize um levantamento do número de idosos que apresenta risco de quedas e quais as melhores intervenções na sua prevenção;
- Seja concretizado um trabalho com indivíduos portadores de doenças crónicas e com outros que estejam hospitalizados ou institucionalizados, indo ao encontro das recomendações feitas por vários estudos analisados

## Capítulo 7 – Bibliografía

- Aagaard, P. (2003). Training-induced changes in neural function. *Exerc Sport Sci Rev*, 31(2), 61-67.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol (1985)*, 93(4), 1318-1326. doi: 10.1152/jappphysiol.00283.2002
- 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 teting and prescription* (Seventh edition ed.): ACSM.
- Badillo, J., & Serna, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de la fuerza*: INDE.
- Baechler, T. R., Earle, R. W., & Wathen, D. (2008). Resistance Training. In T. R. B. R. W. Earle (Ed.), *Essentials of Strength Training and Conditioning* (Third Edition ed., pp. 381-411).
- 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
- Balagopal, P., Schimke, J. C., Ades, P., Adey, D., & Nair, K. S. (2001). Age effect on transcript levels and synthesis rate of muscle MHC and response to resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 280(2), E203-208.
- Balsamo, S., Mota, L. M., Santana, F. S., Nascimento Dda, C., Bezerra, L. M., Balsamo, D. O., . . . Bottaro, M. (2013). Resistance training versus weight-bearing aquatic exercise: a cross-sectional analysis of bone mineral density in postmenopausal women. *Rev Bras Reumatol*, 53(2), 193-198.

- Barbosa, T. M., Marinho, D. A., Reis, V. M., Silva, A. J., & Bragada, J. A. (2009). Physiological Assessment of Head-Out Aquatic Exercises in Healthy Subjects: A Qualitative Review. *J Sports Sci Med*, 8(2), 179-189.
- Barreiros, J. (2006). Envelhecimento, degeneração, desuso e lentidão psicomotora. In E. FMH (Ed.), *Actividade física e envelhecimento* (pp. 89-104). Lisboa.
- Barreiros, J., Espanha, M., & Correia, P. P. (2006). *Actividade Física e Envelhecimento*: Edições FMH.
- Batterham, S. I., Heywood, S., & Keating, J. L. (2011). Systematic review and meta-analysis comparing land and aquatic exercise for people with hip or knee arthritis on function, mobility and other health outcomes. *BMC Musculoskelet Disord*, 12, 123. doi: 10.1186/1471-2474-12-123
- Bergamin, M., Ermolao, A., Tolomio, S., Berton, L., Sergi, G., & Zaccaria, M. (2013). Water- versus land-based exercise in elderly subjects: effects on physical performance and body composition. *Clin Interv Aging*, 8, 1109-1117. doi: 10.2147/CIA.S44198
- Binder, E. F., Schechtman, K. B., Ehsani, A. A., Steger-May, K., Brown, M., Sinacore, D. R., . . . Holloszy, J. O. (2002). Effects of exercise training on frailty in community-dwelling older adults: results of a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 50(12), 1921-1928.
- Bocalini, D. S., Serra, A. J., Rica, R. L., & Dos Santos, L. (2010). Repercussions of training and detraining by water-based exercise on functional fitness and quality of life: a short-term follow-up in healthy older women. *Clinics (Sao Paulo)*, 65(12), 1305-1309.
- Borg, E., & Kaijser, L. (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scand J Med Sci Sports*, 16(1), 57-69. doi: 10.1111/j.1600-0838.2005.00448.x
- 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.
- Broman, G., Quintana, M., Lindberg, T., Jansson, E., & Kaijser, L. (2006). High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women. *Eur J Appl Physiol*, 98(2), 117-123. doi: 10.1007/s00421-006-0237-2

- Campbell, M. J., McComas, A. J., & Petito, F. (1973). Physiological changes in ageing muscles. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 36, 174-182.
- Carvalho, J., & Soares, J. (2004). Envelhecimento e força muscular - breve revisão. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4, 79-93.
- 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, M. 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: 10.1159/000140681
- Caserotti, P., Aagaard, P., Larsen, J. B., & Puggaard, L. (2008). Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. *Scand J Med Sci Sports*, 18(6), 773-782. doi: 10.1111/j.1600-0838.2007.00732.x
- 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
- Clara, H. S. (2006). Programas de treino de força muscular para o idoso. In E. FMH (Ed.), *Actividade Física e Envelhecimento*.
- Clark, B. C., & Manini, T. M. (2010). Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 13(3), 271-276. doi: 10.1097/MCO.0b013e328337819e
- Colado, J. C., Garcia-Masso, X., Rogers, M. E., Tella, V., Benavent, J., & Dantas, E. H. (2012). Effects of aquatic and dry land resistance training devices on body composition and physical capacity in postmenopausal women. *J Hum Kinet*, 32, 185-195. doi: 10.2478/v10078-012-0035-3
- 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*.
- Correia, P. P., Homens, P. M., Silva, P., & Espanha, M. (2006). Função neuromuscular no idoso: a importância do treino de força *Actividade Física e Envelhecimento* (pp. 135-153). Lisboa: Edições FMH.
- 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
- Duchateau, J., Semmler, J. G., & Enoka, R. M. (2006). Training adaptations in the behavior of human motor units. *J Appl Physiol (1985)*, 101(6), 1766-1775. doi: 10.1152/jappphysiol.00543.2006
- 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.
- Estatística, I. N. E. (2011). Instituto Nacional de Estatística. [http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_main](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main)
- Evans, W. (1997). Functional and metabolic consequences of sarcopenia. *J Nutr*, 127(5 Suppl), 998S-1003S.
- 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.
- 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.
- Feigenbaum, M. S., & Pollock, M. L. (1999). Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc*, 31(1), 38-45.



- Fernandez-Lao, C., Cantarero-Villanueva, I., Ariza-Garcia, A., Courtney, C., Fernandez-de-las-Penas, C., & Arroyo-Morales, M. (2013). Water versus land-based multimodal exercise program effects on body composition in breast cancer survivors: a controlled clinical trial. *Support Care Cancer*, *21*(2), 521-530. doi: 10.1007/s00520-012-1549-x
- Fielding, R. A., LeBrasseur, N. K., Cuoco, A., Bean, J., Mizer, K., & Fiatarone Singh, M. A. (2002). High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *J Am Geriatr Soc*, *50*(4), 655-662.
- Fonseca, M. (2008). *Efeitos da hidroginástica na funcionalidade, dor e rigidez articular de portadores de osteoartrose do joelho*. (Mestrado), Universidade do Porto.
- Foss, M., & Keteyain, S. (1998). *Fox's Physiological basis for exercise and sport* (Sixth Edition ed.): Mac Graw-Hill.
- Fragoso, I., & Vieira, F. (2006). Variabilidade Morfológica no Idoso *Actividade Física e Envelhecimento* (pp. 61-70). Lisboa: Edições FMH.
- 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., Hughes, V. A., Fielding, R. A., Fiatarone, M. A., Evans, W. J., & Roubenoff, R. (2000). Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol (1985)*, *88*(4), 1321-1326.
- 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
- Frontera, W. R., Suh, D., Krivickas, L. S., Hughes, V. A., Goldstein, R., & Roubenoff, R. (2000). Skeletal muscle fiber quality in older men and women. *Am J Physiol Cell Physiol*, *279*(3), C611-618.
- Galvao, D. A., & Taaffe, D. R. (2005). Resistance exercise dosage in older adults: single-versus multiset effects on physical performance and body composition. *J Am Geriatr Soc*, *53*(12), 2090-2097. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.00494.x

- 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.
- Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Simonsick, E. M., Salive, M. E., & Wallace, R. B. (1995). Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med*, 332(9), 556-561. doi: 10.1056/NEJM199503023320902
- Hakkinen, K., Alen, M., Kallinen, M., Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (2000). Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training 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., Kraemer, W. J., Newton, R. U., & Alen, M. (2001). Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiol Scand*, 171(1), 51-62. doi: 10.1046/j.1365-201X.2001.00781.x
- 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.
- Hasse, M. (2006). O corpo e o envelhecimento: imagens, conceitos e representações. In E. FMH (Ed.), *Actividade física e envelhecimento* (pp. 17-27). Lisboa.
- 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.
- Holviala, J., Hakkinen, A., Alen, M., Sallinen, J., Kraemer, W., & Hakkinen, K. (2014). Effects of prolonged and maintenance strength training on force production, walking, and balance in aging women and men. *Scand J Med Sci Sports*, 24(1), 224-233. doi: 10.1111/j.1600-0838.2012.01470.x
- Holviala, J., Kraemer, W. J., Sillanpaa, E., Karppinen, H., Avela, J., Kauhanen, A., . . . Hakkinen, K. (2012). Effects of strength, endurance and combined training on muscle strength, walking speed and dynamic balance in aging men. *Eur J Appl Physiol*, 112(4), 1335-1347. doi: 10.1007/s00421-011-2089-7
- Hortobagyi, T., Mizelle, C., Beam, S., & DeVita, P. (2003). Old adults perform activities of daily living near their maximal capabilities. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 58(5), M453-460.
- Hruda, K. V., Hicks, A. L., & McCartney, N. (2003). Training for muscle power in older adults: effects on functional abilities. *Can J Appl Physiol*, 28(2), 178-189.
- 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. *J Diabetes Complications*, 22(2), 112-118. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2007.06.008
- 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
- Johnson, M., & Vandervoort, A. (2008). Training for muscular fitness *Physiology of exercise and healthy aging* (pp. 157-168). USA: Human Kinetics.
- Jones, C. J., Rikli, R. E., & Beam, W. C. (1999). A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Research quarterly for exercise and sport*, 70(2), 113-119.
- Jones, C. J., Rikli, R. E., Max, J., & Noffal, G. (1998). The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Research quarterly for exercise and sport*, 69(4), 338-343.

- Kaneda, K., Sato, D., Wakabayashi, H., Hanai, A., & Nomura, T. (2008). A comparison of the effects of different water exercise programs on balance ability in elderly people. *J Aging Phys Act*, *16*(4), 381-392.
- 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
- Kemper, H. (2006). Exercise and the physical consequence for the aging people *Actividade Física e Envelhecimento* (pp. 121-134). Lisboa: Edições FMH.
- Kenney, W. L., Wilmore, J., & Costill, D. (2012). *Physiology of sport and exercise: Human Kinetics*.
- Khaw, K. T. (1997). Healthy aging. *BMJ*, *315*(7115), 1090-1096.
- 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.
- Lesmes, G. R., Costill, D. L., Coyle, E. F., & Fink, W. J. (1978). Muscle strength and power changes during maximal isokinetic training. *Med Sci Sports*, *10*(4), 266-269.
- 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
- 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
- MacRae, H. (2004). Cardiovascular and pulmonary function. In H. Kinetics (Ed.), *Physical Dimensions of Aging* (pp. 87-106).

- Marques, E., Carvalho, J., Soares, J. M., Marques, F., & Mota, J. (2009). Effects of resistance and multicomponent exercise on lipid profiles of older women. *Maturitas*, 63(1), 84-88. doi: 10.1016/j.maturitas.2009.03.003
- Marques, E. A., Mota, J., Machado, L., Sousa, F., Coelho, M., Moreira, P., & Carvalho, J. (2011). Multicomponent training program with weight-bearing exercises elicits favorable bone density, muscle strength, and balance adaptations in older women. *Calcif Tissue Int*, 88(2), 117-129. doi: 10.1007/s00223-010-9437-1
- 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.
- Mau-Moeller, A., Behrens, M., Lindner, T., Bader, R., & Bruhn, S. (2013). Age-related changes in neuromuscular function of the quadriceps muscle in physically active adults. *J Electromyogr Kinesiol*, 23(3), 640-648. doi: 10.1016/j.jelekin.2013.01.009
- Mavros, Y., Kay, S., Anderberg, K. A., Baker, M. K., Wang, Y., Zhao, R., . . . Fiatarone Singh, M. A. (2013). Changes in insulin resistance and HbA1c are related to exercise-mediated changes in body composition in older adults with type 2 diabetes: interim outcomes from the GREAT2DO trial. *Diabetes Care*, 36(8), 2372-2379. doi: 10.2337/dc12-2196
- Mayer, F., Scharhag-Rosenberger, F., Carlsohn, A., Cassel, M., Muller, S., & Scharhag, J. (2011). The Intensity and Effects of Strength Training in the Elderly. *Deutsches Arzteblatt International*, 108(21), 359-U330. doi: DOI 10.3238/arztebl.2011.0359
- 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*, 74(3), 437-444.
- Meredith-Jones, K., Waters, D., Legge, M., & Jones, L. (2011). Upright water-based exercise to improve cardiovascular and metabolic health: a qualitative review. *Complement Ther Med*, 19(2), 93-103. doi: 10.1016/j.ctim.2011.02.002
- Monteiro, A. (2011). *Efeitos de diferentes programas de treino sobre a aptidão funcional e com posição corporal de mulheres idosas*. (Doutoramento), Universidade do Porto.
- Moreno, A. (2006). O idoso e as idades. In E. FMH (Ed.), *Actividade física e envelhecimento* (pp. 9-16). Lisboa.
- 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., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., . . . American Heart, A. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116(9), 1094-1105. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185650
- Nilwik, R., Snijders, T., Leenders, M., Groen, B. B., van Kranenburg, J., Verdijk, L. B., & van Loon, L. J. (2013). The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. *Exp Gerontol*, 48(5), 492-498. doi: 10.1016/j.exger.2013.02.012
- 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
- Nunes, M., & Santos, S. (2009). Avaliação funcional de idosos em três programas de atividade física: caminhada, hidroginástica e Lian Gong. *Rev. Port. Cien. Desp*, 9 (2-3), 150-159.

- 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.
- 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
- Pereira, A., Izquierdo, M., Silva, A. J., Costa, A. M., Gonzalez-Badillo, J. J., & Marques, M. C. (2012). Muscle performance and functional capacity retention in older women after high-speed power training cessation. *Exp Gerontol*, *47*(8), 620-624. doi: 10.1016/j.exger.2012.05.014
- Peterson, M. D., & Gordon, P. M. (2011). Resistance exercise for the aging adult: clinical implications and prescription guidelines. *Am J Med*, *124*(3), 194-198. doi: 10.1016/j.amjmed.2010.08.020
- 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
- Ray, C., Melton, F., Ramirez, R., & Keller, D. (2012). The Effects of a 15-Week Exercise Intervention on Fitness and Postural Control in Older Adults. *Activities, Adaptation & Aging*, *36*:3, 227-241.
- 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
- Rikli, R. E. J., C.J. (1997). Assessing physical activity performance in independent older adults: issues and guidelines. *Journal of Aging and Physical Activity*(5), 241-261.

- Rikli, R. E. J., C.J. (1998). The reliability of a 6-minute walk test as a measure of physical endurance in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*(6), 363-375.
- Rikli, R. E. J., C.J. (1999). Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *Journal of Aging and Physical Activity*(7), 162-181.
- Roig, M., Macintyre, D. L., Eng, J. J., Narici, M. V., Maganaris, C. N., & Reid, W. D. (2010). Preservation of eccentric strength in older adults: Evidence, mechanisms and implications for training and rehabilitation. *Exp Gerontol*, 45(6), 400-409. doi: 10.1016/j.exger.2010.03.008
- 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
- Sato, D., Kaneda, K., Wakabayashi, H., Shimoyama, Y., Baba, Y., & Nomura, T. (2011). Comparison of once and twice weekly water exercise on various bodily functions in community-dwelling frail elderly requiring nursing care. *Arch Gerontol Geriatr*, 52(3), 331-335. doi: 10.1016/j.archger.2010.05.002
- Sayers, S. P., & Gibson, K. (2012). Effects of high-speed power training on muscle performance and braking speed in older adults. *J Aging Res*, 2012, 426278. doi: 10.1155/2012/426278
- Seguin, R., & Nelson, M. E. (2003). The benefits of strength training for older adults. *Am J Prev Med*, 25(3 Suppl 2), 141-149.
- Sherk, K. A., Bembem, D. A., Brickman, S. E., & Bembem, M. G. (2012). Effects of resistance training duration on muscular strength retention 6-month posttraining in older men and women. *J 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.
- Smith, K., Winegard, K., Hicks, A. L., & McCartney, N. (2003). Two years of resistance training in older men and women: the effects of three years of detraining on the retention of dynamic strength. *Can J Appl Physiol*, *28*(3), 462-474.
- Spiriduso, W. W., Francis, K. L., & MacRae, P. G. (2004). *Physical dimensions of aging* (Second Edition ed.): Human Kinetics.
- Stathokostas, L., Little, R. M., Vandervoort, A. A., & Paterson, D. H. (2012). Flexibility training and functional ability in older adults: a systematic review. *J Aging Res*, *2012*, 306818. doi: 10.1155/2012/306818
- 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.
- Taaffe, D. R., & Marcus, R. (1997). Dynamic muscle strength alterations to detraining and retraining in elderly men. *Clin Physiol*, *17*(3), 311-324.
- Takehima, 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
- Takehima, N., Rogers, M. E., Watanabe, E., Brechue, W. F., Okada, A., Yamada, T., . . . Hayano, J. (2002). Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Med Sci Sports Exerc*, *34*(3), 544-551.
- 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
- Taylor, A., & Johnson, M. (2008). *Physiology of exercise and healthy aging*. Editora Human Kinetics.
- Thompson, L. V. (1994). Effects of age and training on skeletal muscle physiology and performance. *Phys Ther*, 74(1), 71-81.
- Toraman, N. F., & Ayceman, N. (2005). Effects of six weeks of detraining on retention of functional fitness of old people after nine weeks of multicomponent training. *Br J Sports Med*, 39(8), 565-568; discussion 568. doi: 10.1136/bjism.2004.015586
- Toraman, N. F., & Ayceman, N. (2005). Effects of six weeks of detraining on retention of functional fitness of old people after nine weeks of multicomponent training. *Br J Sports Med*, 39, 565-568.
- Tsourlou, T., Benik, A., Dipla, K., Zafeiridis, A., & Kellis, S. (2006). The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *J Strength Cond Res*, 20(4), 811-818. doi: 10.1519/R-18455.1
- Vandervoort, A. A. (2002). Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve*, 25(1), 17-25.
- Varela, A. (2006). Exercício aquático e a saúde do idoso *Atividade Física e Envelhecimento* (pp. 197-206). Lisboa: Edições FMH.
- Vaughan, S., Morris, N., Shum, D., O'Dwyer, S., & Polit, D. (2012). Study protocol: a randomised controlled trial of the effects of a multi-modal exercise program on cognition and physical functioning in older women. *BMC Geriatr*, 12, 60. doi: 10.1186/1471-2318-12-60
- Vieira, D. C., Tibana, R. A., Tajra, V., Nascimento Dda, C., de Farias, D. L., Silva Ade, O., . . . Prestes, J. (2013). Decreased functional capacity and muscle strength in elderly women with metabolic syndrome. *Clin Interv Aging*, 8, 1377-1386. doi: 10.2147/CIA.S50333
- Volaklis, K. A., Spassis, A. T., & Tokmakidis, S. P. (2007). Land versus water exercise in patients with coronary artery disease: effects on body composition, blood lipids, and physical fitness. *Am Heart J*, 154(3), 560 e561-566. doi: 10.1016/j.ahj.2007.06.029

- Wang, T. J., Belza, B., Elaine Thompson, F., Whitney, J. D., & Bennett, K. (2007). Effects of aquatic exercise on flexibility, strength and aerobic fitness in adults with osteoarthritis of the hip or knee. *J Adv Nurs*, 57(2), 141-152. doi: 10.1111/j.1365-2648.2006.04102.x
- Warburton, D. E., Charlesworth, S., Ivey, A., Nettlefold, L., & Bredin, S. S. (2010). A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 7, 39. doi: 10.1186/1479-5868-7-39
- Woods, J. A., Wilund, K. R., Martin, S. A., & Kistler, B. M. (2012). Exercise, inflammation and aging. *Aging Dis*, 3(1), 130-140.
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). Strength Training for Senior athletes *Science and practice of strength training* (pp. 215-226): Human Kinetics.
- Zijlstra, W., Bisseling, R. W., Schlumbohm, S., & Baldus, H. (2010). A body-fixed-sensor-based analysis of power during sit-to-stand movements. *Gait Posture*, 31(2), 272-278. doi: 10.1016/j.gaitpost.2009.11.003

## Índice de Anexos

Anexo 1 – Termo de consentimento e Informação do protocolo de teste

Anexo 2 – Pedido de autorização da utilização do Ginásio de Musculação do IPG

Anexo 3 - Anamnese

Anexo 4 – Protocolo do teste de Força Máxima

Anexo 5 – Descrição dos protocolos da Bateria de Fullerton

Anexo 6 - Calendarização das Sessões de Treino

Anexo 7 – Plano de Treino

## Anexo 1 – Termo de consentimento e Informação do protocolo de teste

**Participação em projeto de investigação:** - Efeitos do treino da força muscular nas capacidades funcionais de idosos ativos e sua retenção após cessação.

### **Introdução**

Este documento reflete um pedido de participação num projeto de investigação. O seu consentimento, para participar voluntariamente, só deve ser dado depois de ter recebido informação oral e escrita. Durante a apresentação da informação, se tiver alguma dúvida, por favor não hesite em pedir esclarecimentos aos responsáveis pelo projeto (prof. Sílvia ...ou prof. Carolina Vila-Chã). A sua participação é voluntária e pode desistir a qualquer momento do projeto de investigação.

### **Objetivos do estudo**

Nas últimas décadas, tem sido demonstrado que a perda de massa muscular e, conseqüentemente, perda de força, representa um dos principais mecanismos responsáveis pelo declínio das capacidades funcionais e qualidade de vida do ser humano em processo de envelhecimento. Este facto tem despertado o interesse de investigadores para a compreensão dos mecanismos envolvidos por forma a permitir desenvolver estratégias que possibilitem reduzir este efeito nocivo à saúde. Embora os estudos atuais indiquem claramente a importância da prática do exercício físico para contrariar tais perdas, ainda não está claro que tipos de atividade física devem ser implementadas, como se deve articular as diferentes atividades físicas (por exemplo: hidroginástica; ginástica, treino de força) ou até que intensidades utilizar. Assim, este projeto de investigação pretende averiguar se acrescentar uma sessão de treino de força ao trabalho já desenvolvido nas sessões de hidroginástica e de ginástica localizada promove melhorias importantes na força muscular e se estas melhorias se refletem positivamente na realização das atividades do dia-a-dia. Para responder a estas questões foi organizado um projeto que é constituído por duas partes:

- 1- Participação ativa num programa de treino de força muscular
- 2- Realização de testes para avaliar as alterações da força muscular e capacidades funcionais.

### **Programa de treino**

Após as sessões de familiarização com as máquinas da sala de exercício e após aplicação dos testes de avaliação, irá iniciar um programa de treino de força adequado às suas características. O programa de treino será aplicado uma vez por semana ao longo de 12 semanas consecutivas. No sentido de garantir a sua segurança bem-estar, a sessão de treino será planeada de acordo com as recomendações estabelecidas por organizações de saúde mundialmente reconhecidas. Todas as sessões serão acompanhadas por pessoas competentes para orientar o seu treino de força, acompanhando-o na realização dos exercícios. Qualquer sensação desconfortável, ou mau estar, deve ser sempre reportada aos monitores presentes na sala de exercício, para que se proceda a ajustes de treino adequados.

### **Testes de avaliação**

Para perceber o impacto do treino de força, teremos que realizar alguns testes de força muscular que serão aplicados no início e no final do programa de treino de força e após 6 semanas de destreino. Os testes são relativamente simples e não colocam em risco indivíduos aptos para a prática de exercício físico. Os testes implicam avaliar a sua força rápida - através da execução de saltos verticais (na posição de pé, saltar o mais alto possível) – e a sua força máxima (dos membros inferiores e do tronco), recorrendo a máquinas de musculação. Os testes serão sempre aplicados por pessoas com competências e conhecimentos nesta área. Pode desistir da realização dos testes a qualquer momento, bem como o investigador também os pode cancelar se verificar que não estão reunidas as condições físicas e psicológicas adequadas.

### **Benefícios esperados**

O programa de treino de força está planeado com o objetivo melhorar a sua força muscular e, conseqüentemente, a sua qualidade de vida. Os testes aplicados permitirão

aceder a alterações provocadas pela combinação de diferentes tipos de atividade física (hidroginástica, ginástica localizada e treino de força), contribuindo assim para uma melhor planeamento da atividade física para a população sénior. Os resultados das avaliações serão publicados e divulgados, sendo sempre resguardada a identidade dos indivíduos participantes.

### **Riscos e desconfortos possíveis**

Quer durante as sessões de treino, quer durante aplicação dos testes de avaliação não são esperados riscos nem desconfortos. No entanto, se sentir algum desconforto ou mau estar no decorrer do estudo deve reportar aos investigadores responsáveis.

## **CONSENTIMENTO INFORMADO**

Estou ciente do projeto "*Efeitos do treino da força muscular nas capacidades funcionais de idosos ativos e sua retenção após cessação*", a minha participação é completamente voluntária e sei que posso retirar o meu consentimento e desistir da participação neste estudo a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

Confirmo que recebi a informação acima, oralmente e por escrito e tenho a honra de dar o meu consentimento informado para participar na experiência acima mencionada.

Eu também estou ciente que os resultados serão publicados de forma anónima.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Assinatura do participante

## Anexo 2 – Pedido de autorização da utilização do Ginásio de Musculação do IPG

Exmo Sr. Diretor da Escola Superior de Educação

Do Instituto Politécnico da Guarda

Data: 15 de Abril de 2013

Sílvia Nunes Pires aluna da Escola Superior de Educação de Ciências do Desporto, no Mestrado em Ciências do Desporto, com o número 5007595, venho solicitar a autorização para que um grupo de idosos possa ter acesso à sala de musculação a fim de poderem participar num estudo que irá servir de base à minha dissertação do Mestrado em Ciências do Desporto, sob a orientação da Professora Doutora Carolina Vila-Chã. A participação deste grupo na sala de musculação irá ocorrer às quartas-feiras e às sextas-feiras no período da manhã das 9h às 12h.

Com os melhores cumprimentos.

---

(Sílvia Nunes Pires)



## Anexo 3 - Anamnese

Data: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Morada: \_\_\_\_\_

Responda sim ou não às seguintes questões a respeito da sua história, da familiar e sintomas sentidos.

<u>História familiar</u>			<u>História pessoal</u>		
Tem algum familiar direto que teve:			Teve alguma vez:		
	Sim	Não		Sim	Não
Ataque cardíaco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pressão arterial elevada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cirurgia cardíaca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Colesterol elevado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cateterismo cardíaco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Diabetes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cardiopatía congénita	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Problema cardiovascular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Enfarte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Doenças da tiróide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outras doenças coronárias :			Doença pulmonar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____			Asma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Cancro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<u>Sintomas</u>		
Teve alguma vez:		
	Sim	Não
Dor no peito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Falta de ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Palpitações	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arritmia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sopro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Claudicações	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tonturas ou desmaios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fadiga - atividades casuais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ressonar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dor de costas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Problemas ortopédicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros: _____		

### Estilo de vida

Já sentiu alguma vez falta de ar durante o exercício? Sim  Não

Já sentiu alguma vez desconforto/dor no peito durante o exercício?

Sim  Não

Se sim, o desconforto acaba com repouso Sim  Não

---

### Nível de atividade física

Qual o seu nível de ocupação? Sedentário  Leve  Moderado  Forte

Pratica atividade física vigorosa com regularidade? Sim  Não

Se sim, que tipo? \_\_\_\_\_

quantos dias por semana? \_\_\_\_\_

Quanto tempo por dia?

< 15 min  15-30 min  31-60 min  >60 min

Há quanto tempo pratica este tipo de atividade?

< 3 meses

3-12 meses

> 1 ano

Pratica atividade física de recreação ou lazer regularmente? Sim  Não

Se sim, que atividades?

---

Em média:

quantas vezes? \_\_\_\_\_ tempo/semana

durante quanto tempo \_\_\_\_\_ tempo/sessão

Há quanto tempo pratica este tipo de atividade?

< 3 meses  3-12 meses  > 1ano

Obrigado!

## Anexo 4 – Protocolo do teste de Força Máxima

### Teste da Força Máxima (membros inferiores)

---

1º Avaliação

Data:

Nome:

Aquecimento de 5 a 7 minutos em bicicleta/ remo/ passadeira

Pressão arterial	Força R. 10 rep	Pausa 2 min	Pressão arterial	Dobro do peso 5 rep	Pausa 2 min	Pressão arterial	+20/40 kg 2 rep	Pressão arterial

2º Avaliação

Data:

Pressão arterial	Força R. 10 rep	Pausa 2 min	Pressão arterial	Dobro do peso 5 rep	Pausa 2 min	Pressão arterial	+20/40 kg 2 rep	Pressão arterial

Pressão Arterial ( ACSM, 2006)

Sistólica	Diastólica
≤ 120	≤80
120 -139	80- 89
140 -159	90-99
≥160	≥100

## Anexo 5 – Descrição dos protocolos da Bateria de Fullerton

### Protocolo da Bateria de Testes de Fullerton

Esta bateria de testes constituída por instrumentos de avaliação no terreno da aptidão física funcional e equilíbrio de pessoas com mais de 60 anos. Como pretende mos avaliar a capacidade dos sistema músculo esquelético, cárdio respiratório e neurológico através da avaliação de parâmetros físicos como a capacidade cardio-respiratória, a resistência muscular , a flexibilidade, a agilidade e a composição corporal , todos estes regulados por protocolos de padrões científicos aceitáveis. Foram aplicados os protocolos conforme as instruções de administração.

#### Critérios de Seleção dos Testes

A bateria de avaliação da aptidão física e funcional de Fullerton foi concebida tendo em consideração duas finalidades fundamentais:

- 1) Que possam ser facilmente administrados e que sejam fiáveis para serem utilizados pela comunidade em geral;
- 2) Que estejam de acordo com padrões de aceitabilidade científica no que respeita à fiabilidade e validade.

Apresentam-se os 12 critérios que serviram de base à concepção dos diversos testes desta bateria.

1. Representar a maioria das componentes da aptidão física funcional, ou seja, os parâmetros físicos que suportam a realização das tarefas da vida diária de forma independente.
2. Ter um grau de fiabilidade teste-reteste aceitável ( $r 0,80$ )
3. Ter um grau de validade aceitável
4. Refletir as alterações normais da capacidade funcional relacionadas com o envelhecimento
5. Ser capaz de detetar alterações devidas a programas de intervenção
6. Ser capaz de avaliar pessoas idosas com níveis de funcionamento físico diferenciados, ou seja, das mais frágeis às mais aptas fisicamente
7. Ser fácil de administrar e de classificar por profissionais qualificados mas também por técnicos voluntários que por vezes apoiam na administração dos testes
8. Requerer equipamento e espaço mínimos de forma a poder ser administrado em qualquer centro para idosos ou outros locais similares
9. Ser possível a administração em casa
10. Não apresentar perigo se realizado sem qualquer assistência médica, à exceção de situações extremas
11. Ser socialmente aceitável e significativo

12. Ser razoavelmente rápido de administrar. O tempo de teste individual não requer mais de 30-45 min. O tempo de teste em grupo (24 pessoas) não requer mais do que 90 min com o envolvimento de 7 avaliadores.

Testes da avaliação da aptidão física funcional:

1. **Levantar e sentar na cadeira** (número de execuções em 30s sem utilização dos membros superiores) – avaliação da força e resistência dos membros inferiores.
2. **Flexão do antebraço** (número de execuções em 30s) – avaliação da força e resistência dos membros inferiores
3. **Estatuta e peso** – avaliação do índice de massa corporal
4. **Sentado e alcançar** (distância percorrida pelas mãos em direcção à ponta do pé) – avaliação da flexibilidade do tronco e dos membros inferiores
5. **Sentado, caminhar 2,44 m e voltar a sentar** (tempo necessário para levantar de uma cadeira, caminhar 2,44m e voltar à posição inicial) – avaliação da velocidade, agilidade e equilíbrio
6. **Alcançar atrás das Costas** (distância mínima alcançada entre as mãos atrás das costas) – avaliação da flexibilidade do ombro
7. **Andar seis minutos** (distância percorrida durante 6 minutos) – avaliação da capacidade aeróbia
8. **Dois minutos de Step no próprio lugar** (número de passos – elevações do joelho sem deslocamento, durante 2 minutos) – avaliação da capacidade aeróbia, alternativa ao teste de andar durante seis minutos

Sequência de Execução dos testes

A avaliação da aptidão física funcional deve ser realizada em circuito, de forma a minimizar os efeitos da fadiga localizada. Após um período inicial de 8 a 10 minutos de aquecimento, devem ser formados pequenos grupos de 3 a 4 pessoas por estação. A avaliação da capacidade aeróbia não está incluída no circuito, já que deve ser efectuada após todas as outras avaliações.

## Testes

1. LEVANTAR E SENTAR NA CADEIRA

**Objectivo:** Avaliar a força e resistência dos membros inferiores.

**Equipamento:** Cronómetro, cadeira com encosto e sem apoio para braços, com uma altura de assento de aproximadamente 43 cm. Por razões de segurança, a cadeira deve ser colocada contra uma parede, ou estabilizada de qualquer outro modo, evitando que se mova durante o teste.

**Protocolo:** O teste inicia-se com o participante sentado a meio da cadeira, com as costas direitas e os pés afastados à largura dos ombros e totalmente apoiados no solo. Um dos pés pode estar ligeiramente avançado em relação ao outro para ajudar a manter o equilíbrio. Os braços estão flectidos sobre o peito. Ao sinal de “partida” o participante eleva-se até à extensão máxima (posição vertical) e regressa à posição inicial de sentado. O participante é encorajado a completar o máximo de repetições num intervalo de tempo de 30s. O avaliador deve controlar o desempenho enquanto contabiliza o número de elevações. Podem ser feitas chamadas de atenção verbais ou gestuais para corrigir um mau desempenho.

**Prática/ensaio:** Após uma demonstração realizada pelo avaliador, o participante pode ser efectuar um ou dois ensaios, tendo em vista a compreensão da execução do movimento.

**Pontuação:** A pontuação é obtida pelo número total de execuções corretas num intervalo de 30s. No final do tempo, se o participante estiver a meio de uma elevação, esta deve ser a consideração.

## 2. FLEXÃO DO ANTEBRAÇO

**Objectivo:** Avaliar a força e resistência do membro superior.

**Equipamento:** cronómetro, cadeira com encosto (sem apoio para braços) e halteres de mão (2,27 kg – 5lb para mulheres e 3,63 kg - 8 lb para homens).

**Protocolo:** O participante está sentado numa cadeira, com o tronco direito e apoiado no encosto e os pés assentes no solo. O haltere está seguro na mão dominante. O teste começa com o antebraço em extensão, perpendicular ao solo e lateralmente à cadeira. Ao sinal de “iniciar” o participante roda gradualmente a palma da mão para cima, enquanto faz a flexão do antebraço no sentido completo do movimento e regressa depois à posição inicial de extensão do antebraço. Deve ser dada especial atenção à fase final de extensão do antebraço. O avaliador ajoelha-se junto do lado dominante do participante, colocando os seus dedos no bicipite de modo a estabilizar a parte superior do braço e a assegurar a realização da flexão completa. É importante que a parte superior do braço permaneça estática durante o teste. O avaliador pode colocar a sua outra mão atrás do cotovelo, de modo a que o executante se aperceba de que realizou a extensão total e a evitar movimentos de balanço do antebraço. O cronómetro deve ser colocado de forma visível. O participante é encorajado a realizar o maior número possível de flexões num tempo limite de 30s, sempre com movimentos controlados tanto na fase de flexão como de extensão. O avaliador deverá estar totalmente atento à correcção do desempenho – da extensão total à flexão total. Podem ser feitas chamadas de atenção verbais ou gestuais para corrigir um mau desempenho.

**Prática/ensaio :** Após uma demonstração realizada pelo avaliador, o participante pode efectuar um ou dois ensaios, tendo em vista a compreensão da execução do movimento.

**Pontuação:** A pontuação é obtida pelo número total de flexões corretas realizadas num intervalo de 30s. No final do tempo, se o participante estiver a meio de uma flexão, esta deve ser considerada.

### 3. ESTATURA E PESO

**Objectivo:** Avaliar o índice de massa corporal ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

**Equipamento:** Balança, fita métrica de 150 cm, régua e marcador.

**Calçado:** Por uma questão de tempo, as pessoas podem estar calçadas durante a medição de altura e do peso, efectuando-se os ajustamentos abaixo descritos para correcção do resultado. Recomenda-se todavia que esta avaliação seja realizada com o participante descalço.

**Protocolo:**

**Da estatura:** Aplicar verticalmente contra uma parede uma fita métrica de 150 cm, com o zero a 50 cm acima do solo. O participante encontra-se em pé encostado contra uma parede, olhando em frente, com a parte média da cabeça alinhada com a fita métrica. O avaliador coloca a régua nivelada sobre a cabeça do participante, de forma a tocar na fita métrica da parede. A estatura é a medida (cm) indicada na fita métrica mais 50 cm (distância a partir do solo até ao zero da fita métrica). Caso o participante se encontre calçado, é necessário reduzir ao valor avaliado 1,3 a 2,5 cm.

**Do peso:** O Participante deve despir todas as peças de vestuário pesadas, tais como casacos, camisolas grossas, etc. O peso é medido e registado com aproximação às 100g e ajustamentos relativos ao peso do calçado. Em geral deve ser subtraído 0,45 kg para mulheres e 0,91 kg para homens.

### 4. SENTADO E ALCANÇAR

**Objectivo:** Avaliar a flexibilidade do tronco e dos membros inferiores.

**Equipamento:** Cadeira com encosto com uma altura aproximada de 43 cm e uma régua de 45 cm. Por razões de segurança, a cadeira deve ser colocada contra uma parede.

**Protocolo:** Posição sentada com as nádegas apoiadas no bordo anterior do assento. Com uma perna flectida e o pé totalmente assente no solo, a outra perna (a perna de preferência) é estendida com o pé em flexão a  $90^\circ$ . O participante deve ser encorajado a expirar à medida que efectua a flexão anterior do tronco, evitando movimentos bruscos. O movimento deve ser efectuado lentamente, com as mãos (uma sobre a outra com as pontas dos dedos sobrepostas) ao longo da perna estendida, em direcção à ponta do pé. A posição final deve ser mantida durante 2 s. Se o joelho da perna estendida flectir, realizar nova avaliação.

**Prática/ensaio:** Após demonstração pelo avaliador, o participante é questionado sobre a sua perna preferida. A perna preferida é definida pelo melhor resultado. Embora o treino da flexibilidade deva ser efectuado bi-lateralmente, por questões de tempo apenas o lado hábil tem sido usado na avaliação. O participante deve ensaiar duas vezes, seguindo-se a aplicação do teste.

**Pontuação:** Usando uma régua de 45 cm, o avaliador regista a distância (cm) até à ponta do pé (resultado negativo) ou para além da ponta do pé (resultado positivo), que representa o ponto zero. O melhor resultado de duas execuções é usado para avaliar o desempenho. Assegura-se de que regista os sinais – ou + na folha de registo.

**Atenção:** O avaliador deve ser atenção as pessoas que apresentam problemas de equilíbrio, quando da flexão anterior do tronco.

## 5. SENTADO, CAMINHAR 2,44 E VOLTAR A SENTAR

**Objectivo:** Avaliar a mobilidade física – velocidade, agilidade e equilíbrio dinâmico.

**Equipamento:** Cronómetro, fita métrica, cone (ou outro marcador) e cadeira com o encosto (aproximadamente 43 cm de altura).

**Montagem:** A cadeira deve ser posicionada contra uma parede ou outra superfície, de modo a garantir a sua estabilidade durante o teste. Em frente à cadeira deve ser colocado um marcador à distância de 2,44 m. Esta distância é medida entre os bordos anteriores da cadeira e do marcador. Garantir a existência de 1,22 m de distância livre à volta do marcador, de modo a permitir o seu contorno pelo participante.

**Protocolo:** O teste é iniciado com o participante totalmente sentado na cadeira, com o tronco direito, mãos apoiadas nas coxas, e pés totalmente assentes no solo (um pé ligeiramente avançado em relação ao outro). Ao sinal de “partida” o participante eleva-se da cadeira, caminha o mais possível em direcção ao marcador, contorna-o por qualquer dos lados e regressa à posição inicial. O participante deve ser informado de que se trata de um teste “por tempo”, em que o objectivo é caminhar o mais depressa possível, sem correr, na trajectória definida e regressar à cadeira. O avaliador deve funcionar como um assistente, mantendo-se a meia distância entre a cadeira e o marcador, de maneira a poder dar assistência em caso de desequilíbrio. O avaliador deve iniciar o cronómetro ao sinal de “partida” quer a pessoa tenha ou não iniciado o movimento, e pará-lo no momento exacto em que a pessoa se senta.

**Prática/ensaio:** Após demonstração, o participante deve ensaiar uma vez, e realizar duas vezes a avaliação. Deve chamar-se a atenção do participante de que o tempo é contabilizado até este se sentar completamente na cadeira.

**Pontuação:** O resultado corresponde ao tempo decorrido entre o sinal de “partida” e o momento em que o participante se senta na cadeira. Registam-se os valores dos dois desempenhos até os 0,1 s. O melhor resultado é utilizado para medir o desempenho.

## 6. ALCANÇAR ATRÁS DAS COSTAS

**Objectivo:** Avaliar a flexibilidade do ombro.

**Equipamento:** Régua de 45 cm.

**Protocolo:** Na posição de pé, o participante coloca a mão dominante por cima do mesmo ombro e desloca-se o mais possível em direcção ao meio das costas com a palma voltada para baixo e



dedos estendidos (o cotovelo apontado para cima). A mão do outro braço é colocada por baixo e atrás, com a palma voltada para cima, tentando tocar (ou sobrepor) o dedo médio da outra mão.

**Prática/ensaio:** Após demonstração do avaliador, o participante é questionado sobre a sua mão de preferência. A mão de preferência é definida de acordo com o melhor desempenho. Embora o treino da flexibilidade deva ser efectuado bilateralmente, por questões de tempo, apenas o lado hábil tem sido usado na avaliação. Sem mover as mãos do participante, o avaliador ajuda a orientar os dedos médios de ambas as mãos na mesma direcção. O participante ensaia duas vezes para aferir a mão de preferência, seguindo-se duas tentativas do teste. O participante não pode entrelaçar os dedos e puxar.

**Pontuação:** A distância da sobreposição, ou a distância entre as pontas dos dedos médios é medida ao cm mais próximo. Os resultados negativos (-) representam a distância mais curta entre os dedos médios; os resultados positivos (+) representam a medida da sobreposição dos dedos médios. Registam-se duas medidas. O “melhor” resultado é utilizado para expressar o desempenho. Certifique-se de que assinala os sinais – ou + na folha de registo.

## 7. ANDAR SEIS MINUTOS

**Objectivo:** Avaliar a capacidade aeróbia.

**Equipamento:** Cronómetro, uma fita métrica comprida, cones, palitos, giz e marcador. Devem ser colocadas cadeiras ao longo da parte externa do circuito, por razões de segurança.

**Montagem :** O teste envolve a medição da distância máxima de deslocamento, durante 6 min, ao longo de um percurso de 50 m, com marcações de 5 em 5 m. O perímetro interno da distância medida, deve ser delimitada com cones e os segmentos de 5 m com marcador ou giz. A área de percurso deve estar bem iluminada, devendo a superfície ser lisa e não deslizante. Se necessário o teste pode ser realizado numa área rectangular, marcada em segmentos de 5 m.

**Protocolo:** Para facilitar o processo de contabilização das voltas do percurso, registar numa folha ou dar ao participante um palito (ou objecto similar), no final de cada volta. Quando a avaliação é efectuada simultaneamente para mais de um participante, aplicar nas camisolas os números correspondentes à ordem de partida. Os tempos de partida de cada participante devem estar desfasados 10 s de modo a que não ande em grupo ou aos pares. Ao sinal de “partida”, os participantes são instruídos para caminharem o mais rápido possível, sem correrem, na distância marcada à volta dos cones. Se necessário, os participantes podem parar e descansar, sentando-se nas cadeiras colocadas ao longo do percurso e retomar depois a prova. Após todos os participantes terem iniciado o teste, o avaliador deverá colocar-se dentro da área demarcada. Os intermédios devem ser anunciados aproximadamente a meio do percurso, quando faltarem 2 min e quando faltar 1 min. No final dos 6 min, os participantes (em cada 10 s) são instruídos para pararem (quando o avaliador olhar para eles e disser “parar”), deslocando-se para a direita, onde um assistente registará a distância percorrida.

**Pontuação:** O resultado representa o número total de metros caminhados nos 6 minutos. Para determinar a distância percorrida, o avaliador ou assistente regista a marca mais próxima do local onde o participante parou e adiciona-lhe a distância correspondente ao número de voltas dada. Por exemplo, uma pessoa que tenha consigo dez palitos e que tenha alcançado a marcação dos 35 m terá percorrido 535 m.

**Precauções:** O teste deve ser interrompido em caso de ocorrência de tontura, dor, náusea ou fadiga.

Protocolos retirados de: Avaliação da aptidão física e do equilíbrio de pessoas idosas Bateria de Fullerton, de Fátima Baptista e Luís B. Sardinha (2005), Edições Faculdade de Motricidade Humana.



# Anexo 7 – Plano de Treino

## TREINO de Força

Nome:



AQUECIMENTO: 8 MIN DE Passadeira / bicicleta

REPETIR 2 VEZES CIRCUITO



Máquina - 15  
\_\_\_\_\_ kg  
13 repetições



Máquina - 13  
\_\_\_\_\_ kg  
13 repetições



Máquina - 17  
\_\_\_\_\_ kg  
13 repetições



Máquina - 9  
\_\_\_\_\_ kg  
13 repetições



Máquina - 7  
\_\_\_\_\_ kg  
13 repetições



15 repetições



No banco  
pesos \_\_\_\_\_ kg  
13 repetições



Máquina - 3  
\_\_\_\_\_ kg  
13 repetições



Máquina - 5  
\_\_\_\_\_ kg  
13 repetições

## ALONGAMENTOS : CERCA DE 15 seg



Indique como sentiu o treino seguindo a escala:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Observações: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

- 6 Sem nenhum esforço
  - 7 Extremamente leve
  - 8 Muito leve
  - 9 Leve
  - 10 Um pouco intenso
  - 11 Intenso (pesado)
  - 12 Muito Intenso
  - 13 Extremamente intenso
  - 14 Máximo esforço
- Escala RPE de Borg  
© Gunnar Borg, 1970, 1981, 1994, 1996