

Efeito de um programa de hidroginástica na composição corporal e na força muscular

Estudo realizado com e sem recurso a material indutor de arrasto

Dissertação apresentada com vista à obtenção do 2º
Ciclo de estudos conducente ao grau de Mestre em
Atividade Física e Saúde, da Faculdade de Desporto
da Universidade do Porto, ao abrigo do Decreto-Lei
nº 74/2006 de 24 de março

Orientador: Professora Doutora Susana Soares

Co-orientador: Professor Doutor José Carlos Ribeiro

Autor: Ema Isabel Monteiro Louro

Porto, outubro 2011

Ficha de catalogação

Louro, E. (2011). *Efeito de um programa de hidroginástica na composição corporal e na força muscular. Estudo realizado com e sem recurso a material indutor de arrasto*. Porto: E. Louro. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Atividade Física e Saúde, apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

PALAVRAS-CHAVE: HIDROGINÁSTICA, MATERIAL, ARRASTO, COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA MUSCULAR.

Agradecimentos

À Professora Doutora Susana Soares, orientadora desta dissertação, pela sempre presente disponibilidade e pertinência, paciência e compreensão.

Às minhas “meninas” da hidroginástica, que prontamente aceitaram participar no estudo, pelo empenhamento, compromisso e, acima de tudo, obrigada pelo carinho e alegria que ainda hoje nutrimos.

Ao CIAFEL, cuja participação no custeamento total dos testes realizados foi fundamental.

À Câmara Municipal de Amarante, por ter autorizado a realização do estudo em turmas pertencentes ao seu domínio e pela cedência de transporte entre Amarante e o CIAFEL para a realização dos testes de avaliação.

Aos meus pais,
os meus pilares que amo incondicionalmente,
por quem são e por quem me tornei.

Índice Geral

Índice de Figuras	VII
Índice de Quadros	IX
Resumo	XI
Abstract	XIII
Abreviaturas e símbolos	XV
1. Introdução	1
2. Revisão da Literatura	5
2.1. Composição corporal	5
2.1.1. Massa gorda	10
2.1.2. Massa isenta de gordura	13
2.1.2.1. Massa não óssea isenta de gordura	13
2.1.2.2. Massa óssea	14
2.2. Exercício físico	23
2.2.1. Efeito do exercício físico na composição corporal e na força muscular dos membros inferiores	30
2.2.2. Hidroginástica	39
2.2.3. Efeito da hidroginástica na composição corporal e na força dos membros inferiores	45
3. Objetivos e Hipóteses	55
4. Metodologia	57
4.1. Amostra	57
4.2. Procedimentos metodológicos	58
4.2.1. Determinação da composição corporal	65
4.2.2. Determinação da força muscular dos membros inferiores	65
4.3. Procedimentos estatísticos	66
5. Resultados	67
5.1. Massa gorda	67
5.2. Percentagem de massa gorda	68
5.3. Massa não óssea isenta de gordura	68

5.4. Conteúdo mineral ósseo	69
5.5. Área corporal	70
5.6. Massa total.....	71
5.7. Força muscular dos membros inferiores	71
6. Discussão dos resultados	73
7. Conclusões	77
Bibliografia.....	79

Índice de Figuras

Figura 1. Correspondência aproximada entre a duração do exercício físico e sistemas energéticos solicitados.	29
Figura 2. Material indutor de arrasto utilizado no protocolo experimental.	57
Figura 3. Descrição dos movimentos executados com os membros inferiores, no segmento localizado das aulas de hidroginástica, e imagens correspondentes. Os exercícios estão diferenciados através de numeração ordinal, precedida de MI (membros inferiores).	59
Figura 4. Descrição dos movimentos executados com os membros superiores, no segmento localizado das aulas de hidroginástica, e imagens correspondentes. Os exercícios foram diferenciados através de numeração ordinal, precedida de MS (membros superiores).....	62
Figura 5. Testes <i>30-second Chair Stand</i> e <i>5-times Chair Stand</i>	65

Índice de Quadros

Quadro 1. Níveis de risco de doença ou desordem associadas à percentagem de massa gorda, diferenciando os géneros.....	12
Quadro 2. Escala de classificação da percentagem de massa gorda, diferenciando género e idade, do <i>American College of Sports Medicine</i> baseado nos pacientes do <i>Cooper Clinic</i>	13
Quadro 3. Escala de Perceção Subjetiva de Esforço de Borg com 15 níveis de esforço percebido.....	26
Quadro 4. Equivalência entre a Escala de Perceção Subjetiva de Esforço de Borg e a classificação de intensidade do exercício físico repercutida pelo <i>American College of Sports Medicine</i>	27
Quadro 5. Recomendações gerais de exercício físico para populações saudáveis pelo <i>American College of Sports Medicine</i>	30
Quadro 6. Características metabólicas gerais do tecido muscular.	32
Quadro 7. Estudos realizados na área dos efeitos do exercício físico na composição corporal e na força muscular.	36
Quadro 8. Compilação de alguns estudos referentes à influência da hidroginástica na composição corporal e força muscular.....	47
Quadro 9. Valores médios e respetivos desvios padrão da quantidade de massa gorda, em gramas (g), medida nos sujeitos dos G1 e G2. Valores referentes às regiões apendicular e do tronco, medidos antes e depois da aplicação do programa de exercício e respetivas amplitudes das diferenças encontradas.....	67
Quadro 10. Valores médios e respetivos desvios padrão da percentagem de massa gorda, em gramas (g) medida nos sujeitos dos G1 e G2. Valores referentes às regiões apendicular e do tronco, medidos antes e depois da	

aplicação do programa de exercício e respetivas amplitudes das diferenças encontradas..... 68

Quadro 11. Valores médios e respetivos desvios padrão da quantidade de massa não óssea isenta de gordura, em gramas (g), medida nos sujeitos dos G1 e G2. Valores referentes às regiões apendicular e do tronco, medidos antes e depois da aplicação do programa de exercício e respetivas amplitudes das diferenças encontradas. 69

Quadro 12. Valores médios e respetivos desvios padrão do conteúdo mineral ósseo, em gramas (g), medido nos sujeitos dos G1 e G2. Valores referentes às regiões apendicular e do tronco, medidos antes e depois da aplicação do programa de exercício e respetivas amplitudes das diferenças encontradas..... 69

Quadro 13. Valores médios e respetivos desvios padrão da área corporal, em cm², medida nos sujeitos dos G1 e G2. Valores referentes às regiões apendicular e do tronco, medidos antes e depois da aplicação do programa de exercício e respetivas amplitudes das diferenças encontradas..... 70

Quadro 14. Valores médios e respetivos desvios padrão da quantidade de massa total, em gramas (g), medida nos sujeitos dos G1 e G2. Valores referentes às regiões apendicular e do tronco, medidos antes e depois da aplicação do programa de exercício e respetivas amplitudes das diferenças encontradas..... 71

Quadro 15. Valores médios e respetivos desvios padrão dos resultados obtidos nos teste *30-seconds Chair Stand*, em segundos (s), e *5-repetitions Chair Stand*, em número de repetições (rep.), medidos nos sujeitos dos G1 e G2. Valores medidos antes e depois da aplicação do programa de exercício e respetivas amplitudes das diferenças encontradas. 72

Resumo

Com este estudo pretendemos determinar a influência de um programa de hidroginástica na alteração da composição corporal e da força muscular.

Constituíram-se 2 grupos experimentais a partir de 22 sujeitos do sexo feminino, um com 13 indivíduos (grupo 1) e o outro com 9 (grupo 2). Os grupos realizaram a mesma bateria de exercícios, tendo o grupo 2 recorrido à utilização de material indutor de arrasto (luvas e caneleiras). Os sujeitos realizaram 25 sessões de hidroginástica com a duração total de 45 min, duas vezes por semana, ao longo de 13 semanas. Em cada aula, a ativação geral e o segmento aeróbio tiveram a duração de 16 min e consistiram em exercícios aeróbios com intensidade moderada a intensa. O segmento localizado teve a duração total de 24 min e foi composto por uma sequência aleatória de 8 movimentos de membros inferiores e 8 de membros superiores.

Os parâmetros de análise massa gorda e percentagem de massa gorda, massa não óssea isenta de gordura e conteúdo mineral ósseo foram apurados através do método *Dual-energy X-ray absorptiometry*. A força muscular foi medida através dos testes *30-second Chair Stand* e *5-repetitions Chair Stand*. Todas as medidas tiveram lugar antes e após a aplicação do protocolo de exercícios.

No grupo 1 observou-se uma diminuição da massa gorda, da percentagem de massa gorda e da massa total nas regiões apendicular e do tronco. Na sequência da aplicação do programa de exercício não se observaram alterações no conteúdo mineral ósseo. No grupo 2, não se verificaram efeitos do programa de exercício na composição corporal. A força muscular aumentou na sequência do programa para os 2 grupos. O recurso a material indutor de arrasto parece não ter influenciado na variação destes componentes. A amplitude das variações mostrou uma elevada heterogeneidade de resposta dentro de cada grupo, o que significa que a alteração na composição corporal e na força muscular, decorrentes do programa de hidroginástica, foram muito diferentes de indivíduo para indivíduo.

PALAVRAS-CHAVE: HIDROGINÁSTICA, MATERIAL, ARRASTO, COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA MUSCULAR.

Abstract

The purpose of this study was to determine the influence of an aquatic program in the alteration of body composition and muscular strenght.

A sample of 22 female subjects was divided in 2 groups, one with 13 individuals (group1) and another with 9 (group 2). The groups participated in the same exercises protocol, but the group 2 performed it with drag inductor material (gloves and ankle cuffs). Along 13 weeks, the subjects participated in 25 sessions of 45 min, twice a week. In each session. The warm up and the aerobic segment had the duration of 16 min and compounded aerobic exercises of moderate to high intensity. During the local segment, subjects performed a randomized sequence of 8 upper body and 8 lower body movements.

The fat mass, lean mass and bone mineral content were determined by Dual-energy X-ray absorptiometry. Muscular strenght was measured with 30-second Chair Stand and 5-repetitions Chair Stand. All measurements took place before and after the exercise protocol.

After the application of the aquatic program, group 1 decreased fat mass, fat mass percentage and total mass in appendicular and trunk region and showed no fluctuation on bone mineral content scores. In group 2 no differences where observed in body composition. Muscular strenght increased after de exercise protocol in both groups. Drag inductor material didn't promote changes in the studyed variables. The heterogeinity of the responses of the subjects to exercise protocol, for all variables, was very high.

KEYWORDS: AQUATIC EXERCISE, MATERIAL, DRAG, BODY COMPOSITION, STRENGHT.

Abreviaturas e símbolos

Abreviatura	Descrição
%MG	Percentagem de massa gorda
AC	Área corporal
ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
AEA	<i>Aquatic Exercise Association</i>
ATP	Adenosina trifosfato
bpm	Batimentos por minuto
CC	Composição corporal
CMO	Conteúdo mineral ósseo
DXA	<i>Dual-energy X-ray absorptiometry</i>
DMO	Densidade mineral óssea
EPSE	Escala de Percepção Subjetiva de Esforço
G1	Grupo experimental 1
G2	Grupo experimental 2
GC	Grupo de controlo
GE	Grupo experimental
MG	Massa gorda
MI	Membros inferiores
MIG	Massa isenta de gordura
MM	Massa não óssea isenta de gordura
MO	Massa óssea
MS	Membros superiores
MT	Massa total
NHANES	<i>National Health and Nutrition Examination Survey</i>
rep.	Número de repetições
SD	Desvio-padrão
VO ₂ máx	Consumo máximo de oxigénio
VO ₂ R	Volume de oxigénio residual
WHO	Organização Mundial de Saúde

1. Introdução

Ao longo da vida processam-se degenerações naturais no nosso organismo. Entre os danos que ocorrem em todas as funções vitais, associados ao aumento da idade, destaca-se o contexto da composição corporal (CC), onde se distingue uma tendência para a perda de massa isenta de gordura corporal (MIG), reflexo principalmente da perda de músculo e de osso, a par do incremento de massa gorda (MG). Associadas a estas transformações é possível que surjam incrementos ponderais, que podem, inclusivamente, levar à obesidade. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO), a obesidade constitui, nos dias de hoje, um dos principais fatores de risco para doenças crónicas, tais como as coronárias, diabetes, hipertensão, hiperlipidemia e alguns tipos de cancro (WHO, 2000). Além disso, com a diminuição da MIG, o indivíduo poderá incorrer em patologias ósseas como a osteoporose. Relacionando essa perda com as limitações progressivas de força muscular, o indivíduo pode ver comprometida a sua postura, mobilidade e, de um modo geral, a sua qualidade e esperança de vida.

De acordo com o *American College of Sports Medicine* (ACSM) (2010), a relação entre a prática regular de exercício físico e a melhoria da saúde é incontestável. Existem evidências de que a prática regular de exercício físico em adultos promove um maior equilíbrio, quer ao nível das normais alterações da CC, quer ao nível da retenção de cálcio no tecido ósseo e também nos níveis de força muscular (Wilsgaard et al., 2009). Rivlin (2007) salienta que, em idades mais avançadas, tal como em situações de excesso de peso, devem ser fomentados os exercícios aeróbios, de força muscular e de flexibilidade. Juntos promovem a manutenção e até a melhoria da CC, bem como dos níveis de força muscular (ACSM, 2010).

O exercício físico pode ser realizado quer em ambiente terrestre, quer em ambiente aquático. De acordo com Barbosa (2000) e Fomina (2009), o meio aquático apresenta vários benefícios para a prática de exercício físico, quando comparado com o meio terrestre. Além da diminuição do efeito da força

da gravidade e do suporte do próprio corpo, que facilitam a execução de movimentos que os indivíduos podem não ser capazes de realizar em terra, a resistência constante da água ao movimento permite uma exercitação sujeita a cargas de elevada intensidade. Para os autores, o meio aquático permite a execução de atividades que em terra poderiam colocar a integridade física do indivíduo em risco, tal como saltos, rotações e movimentos com grandes amplitudes. Neste sentido, a hidroginástica apresenta-se como uma modalidade mais acessível a populações sedentárias e especiais, como a obesa ou indivíduos com limitações articulares ou algum tipo de paralisia, facilitando as condições de exercitação. Sendo assim, o exercício, neste contexto, parece ser uma boa ferramenta para o controlo do peso corporal.

Em relação ao conteúdo mineral ósseo (CMO), a literatura não é consensual. Por um lado, há estudos que referem que o exercício físico em meio aquático não se revela benéfico para a manutenção e aumento da densidade mineral óssea (DMO), devido à eliminação do efeito da gravidade na água e à necessidade de existir carga tensional sobre o osso para o desenvolvimento do CMO (Bravo et al., 1997; Lindsay e Cosman, 2008; Nichols et al., 2002; Rivlin, 2007; South-Paul, 2001). Por outro lado, há outros estudos que evidenciam o efeito positivo do exercício aquático no CMO como os de Silva et al., 2011; Rotstein et al., 2008 e Silva, 2001.

No contexto da hidroginástica existem várias formas de prática. Uma dessas formas envolve a utilização de equipamento indutor de arrasto, que visa aumentar a resistência nos movimentos realizados. A realidade científica mostra-nos que, apesar do vasto leque de material de apoio disponível, existem poucos estudos que demonstrem as verdadeiras repercussões decorrentes da sua utilização. Colado et al. (2009b) averiguaram os efeitos da utilização de bandas elásticas, tendo concluído que o aumento das cargas de resistência no exercício aquático usando este material parece acarretar benefícios fisiológicos semelhantes aos induzidos pela utilização de outros equipamentos de resistência como cintos, luvas ou palas, para membros superiores (MS) e *Aquafins* (caneleiras com palas perpendicularmente integradas) ou botas *Hydro-tone* (*Hydro-tone Fitness Systems, Inc.*), para

membros inferiores (MI)). Outros autores estudaram o efeito da utilização de material indutor de arrasto nas aulas de hidroginástica. No entanto, não especificaram o tipo de equipamento utilizado, nem o protocolo metodológico aplicado, nem os parâmetros relativos à carga, como as suas intensidades e volumes. Os resultados mostraram-se desprovidos de possibilidade de comparação, por ausência de grupo de controlo (GC), indispensável para obter dados relativos à mesma prática, mas realizada sem qualquer material (Candeloro e Caromano, 2007; Colado et al., 2009a; Tokmakidis et al., 2008; Volaklis et al., 2007).

Tendo em conta o estado da arte, consideramos pertinente averiguar os efeitos de um programa de hidroginástica, realizado com e sem material indutor de arrasto (luvas e caneleiras), na CC e na força muscular. Utilizaram-se como parâmetros de avaliação a percentagem de massa gorda (%MG), a partir da quantidade de MG apresentada, a massa não óssea isenta de gordura (MM), o conteúdo mineral ósseo, a área corporal (AC), a massa total (MT) e a força muscular dos MI.

2. Revisão da Literatura

A presente revisão foi dividida em capítulos, organizados de modo a realizar uma abordagem global e encadeada dos temas, onde explanamos os conhecimentos básicos necessários para um abrangente domínio dos assuntos explorados. Nos subcapítulos directamente ligados ao cerne das nossas questões e hipóteses procuramos uma revisão mais aprofundada, de forma a melhor nos apoiarmos aquando da discussão e fundamentação dos resultados obtidos no protocolo experimental.

2.1. Composição corporal

A importância do estudo da CC enquanto ferramenta fundamental na prevenção e tratamento de doenças é, nos dias de hoje, inquestionável. Para Heyward e Stolarczyk (1996) a análise do perfil corporal permite-nos identificar indivíduos em situação de risco de doença associada a elevada ou reduzida %MG total ou abdominal (subcutânea e visceral). Permite-nos ainda monitorizar alterações da CC associadas a determinadas doenças, analisar a eficiência de planos alimentares e/ou de exercício físico no controlo da CC, estimar o peso e proporção dos compartimentos da CC ideal dos indivíduos e realizar o acompanhamento do crescimento, desenvolvimento e maturação dos diversos sistemas associados à idade através das alterações da CC.

Ao longo dos anos foram desenvolvidas várias metodologias e técnicas de avaliação da CC, de entre as quais o índice de massa corporal. Calculado através das medidas de peso e altura, salienta-se como a mais acessível e rápida forma de análise da CC. Reconhecendo as limitações desta e de outras técnicas surgiu a necessidade de diferenciação da CC em diferentes compartimentos do corpo, bem como do que representam as alterações em cada um deles no contexto da saúde, já que a relação ideal entre os componentes corporais é determinante para um nível de vida saudável.

Para uma melhor definição, a WHO organiza a análise da CC em cinco níveis: nível I (atômico), nível II (molecular), nível III (celular), nível IV (sistemas, tecidos) e nível V (todo o corpo) (WHO, 1995).

De acordo com Malina et al. (2004), no nível atômico encontramos os elementos químicos básicos, em que, do leque dos 106 elementos químicos existentes na natureza, cerca de 50 estão presentes no organismo humano. Sensivelmente 95% do corpo humano é constituído por oxigénio, hidrogénio, carbono e nitrogénio, e estes, em conjunto com o sódio, o potássio, o cálcio, o magnésio, o enxofre, o cloreto e o fósforo perfazem cerca de 99,5% da massa corporal total.

O nível molecular compreende essencialmente 4 tipos de moléculas: os lípidos (gordura), que constituem a MG, e, compondo a MIG, a água, as proteínas, e os sais minerais. Podemos também encontrar pequenas quantidades de hidratos de carbono sob a forma de glicogénio, essencialmente no fígado e no tecido muscular (Malina, 2004). Os sais minerais situam-se predominantemente no tecido ósseo, as proteínas no tecido muscular e os lípidos no tecido adiposo, existindo em menores quantidades noutras localizações (Lohman, 1992). O autor refere que a percentagem ideal de MG média é de 15% para os homens e 23% para as mulheres e, de acordo com a WHO (1995), as moléculas constituintes da MIG, água, proteínas, sais minerais e glicogénio, coexistem numa proporção de 72,5%, 19,5%, 8% e entre 1% a 2%, respetivamente. Cerca de 50 a 55% da água existente no corpo humano é intracelular (WHO, 1995) e Sobral e Silva (2001) salientam que 55% a 65% da massa corporal é constituída por água e que este compartimento ocupa entre 72 e 74% da MIG e 20% da MG.

O nível celular da CC comporta a massa corporal total como o somatório das células e dos líquidos ou sólidos extracelulares. Os sólidos extracelulares são os minerais constituintes do tecido ósseo e outros componentes do tecido conetivo. As células são a base estrutural de todo o organismo e existem vários métodos de determinação de gordura celular e massa celular livre de gordura, no entanto a sua precisão continua a ser discutida e nenhum é universalmente

aceite. Neste nível, a massa corporal é aferida juntando a massa celular, os fluidos e sólidos extracelulares e a MG.

O nível dos tecidos compreende todos os tecidos, órgãos e sistemas bem como a sua distribuição. Os tecidos primários denominam-se de tecido muscular, adiposo, ósseo, sanguíneo, visceral e cerebral e estão presentes em quantidades variáveis nos diversos sistemas existentes no organismo humano (Malina et al., 2004). Para Heyward e Stolarczyk (1996), no estudo da CC aferimos a MG e MIG presentes em qualquer tecido corporal.

O último nível analisa todo o corpo, isto é, a altura, o peso, a morfologia, o volume ou a densidade corporal, entre outros. Interrelacionar todos os componentes inseridos nos restantes níveis é a forma mais completa de analisar a CC e aferir estados de saúde.

De acordo com Sobral e Silva (2001), independentemente dos métodos de análise ou dos níveis da CC, estes baseiam-se em dois tipos de modelos básicos: o modelo bicompartimental, que considera a massa corporal dividida em MG e MIG e os modelos multicompartimentais, mais atuais, que utilizam vários compartimentos dependendo dos autores considerados. A título de exemplo, o método de fracionamento de Ross e Wilson distingue a MG e decompõe a MIG em massa muscular, óssea e residual; outros modelos multicompartimentais já realizam uma análise química, aferindo a quantidade de componentes como a água, proteínas, gorduras e minerais (ACSM, 2005; Heyward e Stolarczyk, 1996; Sobral e Silva, 2001).

Malina et al. (2004) referem que os indivíduos do sexo feminino atingem os valores de MIG da idade adulta precocemente, sensivelmente aos 15 a 16 anos de idade, comparativamente com os do sexo masculino, que atingem os níveis adultos cerca dos 19 a 20 anos. No final da adolescência e início da idade adulta, o sexo masculino apresenta uma MIG cerca de 1.5 vezes superior, sendo a MIG média do sexo feminino cerca de 70% da MIG do sexo masculino. Um jovem adulto do sexo masculino apresenta cerca de 0.36 kg de MIG por centímetro, enquanto uma mulher apenas revela 0.26 kg.

Opostamente, as mulheres jovens adultas apresentam valores de MG 1.5 vezes superiores relativamente aos homens. No sexo masculino, a %MG aumenta gradualmente até perto do salto pubertário (cerca de 11 a 12 anos de idade), diminuindo gradualmente até aos 16 a 17 anos e, posteriormente retornando a um ligeiro e progressivo acréscimo até à idade adulta. Já no sexo feminino, a %MG aumenta gradualmente desde a infância até à idade adulta. Esta evolução distinta da %MG deve-se às diferenças entre os sexos, nomeadamente no que diz respeito à altura e quantidade de massa muscular, tendencialmente superiores no sexo masculino, ou fatores hormonais ou o nível de sedentarismo dos indivíduos, culturalmente inferiores no sexo feminino (Malina et al., 2004).

Para os autores, a proporção ideal entre os compartimentos é variável de acordo com o crescimento e maturação, e fatores como a hereditariedade e estilo de vida são também fortes concorrentes para a quantidade de cada componente nos indivíduos. Os autores referem que a MG representa o compartimento corporal mais passível de alteração de acordo com hábitos de alimentação e de exercício físico.

A avaliação da CC através do *Dual-energy X-ray absorptiometry* (DXA) revela-se um método não invasivo, que, de acordo com Lohman (1996) e a WHO (2000), parece ser a melhor, mais usual e precisa técnica para determinação da proporção, em quantidade, entre os compartimentos da CC: MG, MM e massa óssea (MO). A aferição e interpretação das grandezas de cada compartimento da CC constituem um excelente preditor de bem-estar e saúde dos indivíduos, nível de crescimento, maturação, nutrição e *performance* (Khan et al., 2001; Sobral e Silva, 2001; WHO, 1995).

Especificamente, o DXA estima dados relativos à MO, aferindo a quantidade de CMO e a DMO, à quantidade e %MG e à quantidade de MM das zonas analisadas e da totalidade do corpo, como também da AC ocupada. No contexto da saúde, a diferenciação dos valores de cada compartimento apresentados nas várias regiões parece pertinente, permitindo o estudo da proporcionalidade dos mesmos no corpo humano. Por exemplo, a

diferenciação da %MG nas regiões abdominal e superior do tronco é muito importante, uma vez que parece que a %MG visceral nestas zonas corporais, principalmente na região abdominal, está mais associada ao risco de doenças crónicas, comparativamente com os depósitos encontrados nas extremidades (Heyward e Stolarczyk, 1996; Lohman, 1996).

Segundo Malina et al. (2004), a MG, MM e MO são os principais componentes do corpo humano: o tecido ósseo fornece a estrutura e a mobilidade ao corpo humano, representando o maior reservatório de minerais; o tecido adiposo constitui a principal fonte de energia e o tecido muscular (maior representante da MM) é o responsável pela ação motora em si.

De acordo com Lohman (1996) e El Maghraoui e Roux (2008), o DXA expõe os três tipos de tecido (ósseo, gordo e magro) a dois fótons com energias diferentes (45 e 100 KeV). A distinção dos tecidos é possível uma vez que cada tecido tem uma densidade própria. A MG e MM apresentam normalmente uma densidade aproximada de 0.900 g/cm^2 e de 1.100 g/cm^2 , respetivamente, enquanto a MO revela uma densidade média de 1.500 g/cm^2 (Heymsfield et al., 1996; Silva, 2007; Sobral e Silva, 2001). Desta forma, podemos aferir que indivíduos com menor densidade corporal apresentam tendencialmente maior %MG. Os autores sugerem que normalmente o sexo masculino apresenta valores superiores de densidade corporal, em qualquer idade, com valores inferiores de MG.

Devido à distribuição pouco homogénea do tecido adiposo pelo corpo humano e às limitações do DXA no que diz respeito à determinação da MG em zonas do corpo com diferentes tamanhos, profundidades e CMO, a medição através deste processo pode apresentar alguns erros. No entanto, vários estudos demonstraram que estes são aceitáveis, viabilizando este método de avaliação (Delmonico et al., 2008; Evans et al., 2010; Schreiweis et al., 2005; Valentine et al., 2008).

Apesar da radiação a que o indivíduo está sujeito, que é considerada extremamente baixa, o DXA é de fácil e rápida utilização com resultados aproximados à realidade, tornando-se uma ferramenta fundamental na análise

da CC, e é especialmente utilizado no diagnóstico da osteoporose (El Maghraoui e Roux, 2008; Silva, 2007; WHO, 2000).

2.1.1. Massa gorda

De acordo com a WHO (1995) o tecido adiposo é constituído por adipócitos, vasos sanguíneos e elementos estruturais e é o principal local de armazenamentos de lípidos, ou seja, de energia. Para Heyward e Stolarczyk (1996) o tecido adiposo é constituído por cerca de 83% de MG, 2% de proteínas e 15% de água.

Malina et al. (2004) e Silva (2007) referem que podemos dividir os lípidos em essenciais e não essenciais. Os lípidos essenciais (fosfolípidos) localizam-se nos órgãos, representam 10 % dos lípidos e colaboram nas funções fisiológicas e vitais das células. Os restantes 90% dizem respeito aos lípidos não essenciais (triglicerídeos), que são responsáveis pelas funções de fornecimento de energia, proteção e isolamento térmico, podendo ser encontrados em depósitos subcutâneos, em cavidades, nas vísceras e em depósitos intra ou intermusculares. A sua distribuição é regulada hormonal e geneticamente (Heyward e Stolarczyk, 1996; Lohman, 1996; Silva, 2007).

Heyward e Stolarczyk (1996) salientam a elevada importância dos lípidos no transporte e armazenamento de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), no funcionamento do sistema nervoso central, menstrual e reprodutor, bem como no crescimento e maturação durante a puberdade.

Se por um lado o défice de MG corporal acarreta inúmeras complicações para o organismo, nomeadamente na capacidade de produção e transformação de energias para as funções vitais do organismo e para as tarefas diárias do indivíduo, podendo estar associado a desvios psicológicos como a anorexia nervosa e a bulimia (Guedes e Neto, 2007); por outro lado, o excesso de MG revela-se potencialmente mais perigoso, podendo acarretar inúmeros problemas de saúde. Com base nesta constatação, para uma melhor definição do problema, o ACSM (2005) distinguiu termos como o excesso de peso, excesso de MG e obesidade.

O excesso de peso consiste no desvio de peso corporal até 20% acima do peso tomado como ideal para altura de um indivíduo. É importante referir que nem sempre está associado ao excesso de MG, já que poderá refletir uma percentagem elevada de MM, como ocorre em alguns atletas.

Referimo-nos a excesso de MG quando a %MG apresentada é superior aos parâmetros considerados normais. Para estimar a quantidade de MG relativa a cada indivíduo, divide-se a MG pelo peso total do mesmo e multiplica-se por 100, obtendo assim a %MG. De acordo com Heyward e Stolarczyk (1996), o excesso de peso decorrente do excesso de MG assume um papel fundamental nas variações metabólicas, constituindo um fator de risco significativo para o aparecimento de doenças crónicas e degenerativas, como a hipertensão, hiperlipidemia, diabetes e complicações cardiovasculares.

A obesidade surge em situações extremas de excesso de MG resultantes de uma excessiva ingestão calórica, face ao dispêndio energético. Wilmore e Costill (1993) mencionaram que para a origem da obesidade concorrem diversos fatores: hereditariedade, modificações fisiológicas, como distúrbios hormonais ou alterações anormais na homeostasia do organismo, traumas psicológicos e emocionais, hábitos alimentares e atividades associadas ao estilo de vida. O excesso de MG e a obesidade representam um dos principais fatores de risco de doença a nível mundial, sendo também uma influência negativa e, por vezes, limitativa da prática de exercício físico e, até, de atividade física.

Heyward e Stolarczyk (1996) salientam que mais importante do que o estudo do conteúdo lipídico do organismo, é o conhecimento do seu padrão de distribuição, já que, de acordo com os autores, a influência dos depósitos de MG na ocorrência de certas doenças parece variar de acordo com a sua localização. Por exemplo, vários estudos demonstraram a relação estreita e linear entre a %MG abdominal visceral e as doenças cardiovasculares, independentemente da quantidade de MG corporal (Brouwer et al., 2007; Glaner et al., 2010; Hu et al., 2004).

A partir do excesso de MG e até à obesidade, o indivíduo começa a verificar alterações funcionais que culminam em doenças cardiovasculares,

hipertensão, diabetes e até alguns tipos de cancro (Jackson et al., 1999). O ACSM (2005) acrescenta ainda a hiperlipidemia e Wilmore e Costill (1993) mencionam também as dificuldades em respirar num padrão normal e a maior incidência de infeções pulmonares. A consideravelmente inferior oxigenação do sangue, que poderá estar na origem de trombozes, o aumento do diâmetro do coração, os ataques cardíacos e o desenvolvimento de problemas ortopédicos, são também ocorrências apontadas pelos últimos autores.

Entre o nascimento e o estado adulto ocorrem alterações nas proporções da MG e da MIG, bem como dos constituintes da segunda. De acordo com Sobral e Silva (2001), um recém-nascido apresenta valores superiores de água que vão diminuindo ao longo da sua maturação, enquanto os níveis de proteínas e minerais vão aumentando.

O ACSM (2005) e Lohman (1992) salientaram que existem vários fatores a concorrer para a %MG como a idade, a prática de exercício físico e as diferenças metabólicas, fisiológicas e morfológicas inerentes ao género e etnia do indivíduo. Em termos médios, Lohman (1992) estima uma %MG ideal de 15% para os homens e 23% para as mulheres em idade adulta. Na avaliação da %MG corporal, o autor definiu intervalos para situações de risco de doenças com ela relacionadas (Quadro 1).

Quadro 1. Níveis de risco de doença ou desordem associadas à percentagem de massa gorda, diferenciando os géneros.

Nível / Género	Masculino	Feminino
Em risco (associado a malnutrição)	$\leq 5\%$	$\leq 8\%$
Abaixo da média	6 a 14%	9 a 22%
Média	15%	23%
Acima da média	16 a 24%	24 a 31%
Em risco (associado a obesidade)	$\geq 25\%$	$\geq 32\%$

Lohman (1992)

Apesar desta referência, o ACSM (2010) salienta que não existe um consenso relativo aos valores considerados saudáveis em termos de %MG. Ainda assim, estabelece um intervalo de %MG satisfatória entre 16 a 25% e 20 a 32% para o sexo masculino e feminino, respetivamente.

Com a evolução da investigação no domínio da obesidade, surgiu a necessidade de ter valores de referência mais específicos, nomeadamente no que diz respeito à relação entre a MG e a idade. Assim, na tentativa de melhor enquadrar os indivíduos, o ACSM (2010) determinou uma escala de classificação relativamente à %MG, que podemos visualizar no Quadro 2.

Quadro 2. Escala de classificação da percentagem de massa gorda, diferenciando género e idade, do *American College of Sports Medicine* baseado nos pacientes do *Cooper Clinic*.

Sexo masculino						
Idade	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 – 59	60 – 69	70 – 79
Muito magro*	4.2 a 6.3%	7.0 a 9.9%	9.2 a 12.8%	10.9 a 14.4%	11.5 a 15.5%	13.6 a 15.2%
Excelente	7.9 a 10.5%	11.9 a 14.5%	14.9 a 17.4%	16.7 a 19.1%	17.6 a 19.7%	17.8 a 20.4%
Bom	11.5 a 14.8%	15.5 a 18.2%	18.4 a 20.6%	19.9 a 22.1%	20.6 a 22.6%	21.1 a 23.1%
Satisfatório	15.8 a 18.6%	19.0 a 21.3%	21.3 a 23.4%	22.7 a 24.6%	23.2 a 25.2%	23.7 a 24.8%
Fraco	19.6 a 23.1%	22.1 a 24.9%	24.1 a 26.6%	25.3 a 27.8%	26.0 a 28.4%	25.4 a 27.6%
Muito mau	24.6 a 33.3%	26.2 a 34.3%	27.7 a 35%	28.9 a 36.4%	29.4 a 36.8%	28.9 a 35.5%
Sexo feminino						
Idade	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 – 59	60 – 69	70 – 79
Muito magro**	9.8 a 13.6%	11.0 a 14.0%	12.6 a 15.6%	14.6 a 17.2%	13.9 a 17.7%	14.6 a 16.6%
Excelente	14.8 a 16.5%	15.6 a 17.4%	17.2 a 19.8%	19.4 a 22.5%	19.8 a 23.2%	20.3 a 24.0%
Bom	17.3 a 19.4%	18.2 a 20.8%	20.8 a 23.8%	23.8 a 27.0%	24.8 a 27.9%	25.0 a 28.6%
Satisfatório	20.1 a 22.7%	21.7 a 24.6%	24.8 a 27.6%	27.9 a 30.4%	28.7 a 31.3%	29.7 a 31.8%
Fraco	23.6 a 27.1%	25.6 a 29.1%	28.5 a 31.9%	31.4 a 34.5%	32.5 a 35.4%	32.7 a 36.0%
Muito mau	28.9 a 38.9%	30.9 a 39.4%	33.5 a 39.8%	35.6 a 40.4%	36.2 a 40.8%	37.4 a 40.5%
ACSM (2010)						
* Não é recomendada menor que 3%				** Não é recomendada menor que 10 – 13%		

2.1.2. Massa isenta de gordura

A MIG representa toda a massa livre de gordura que encontramos em qualquer tecido (muscular, sanguíneo e visceral). A partir daqui é extraída a MM, maioritariamente constituída por tecido muscular, e a MO.

2.1.2.1. Massa não óssea isenta de gordura

Como já foi referido, a MM é maioritariamente representada pelo tecido muscular (Malina et al., 2004).

O tecido muscular é o maior dos tecidos no corpo humano, constituindo cerca de 40 a 50% da massa corporal total (Powers e Howley, 2009) e o maior consumidor energético do organismo (Malina et al., 2004).

De acordo com Malina et al. (2004) existem três tipos de músculo: liso, cardíaco e voluntário ou esquelético. Controlado automaticamente pelo sistema nervoso central, o músculo liso, também denominado involuntário, é encontrado nas paredes dos órgãos internos como os vasos sanguíneos, o intestino ou o estômago. O músculo cardíaco é caracteristicamente idêntico ao músculo esquelético, no entanto apenas se encontra no coração e tal como o músculo liso não é controlado voluntariamente. O tecido muscular esquelético encontra-se em todo o corpo e juntamente com os tecidos ósseo e articular produzem o movimento do corpo humano (Wilmore e Costill, 1993).

Ao longo da idade ocorrem alterações significativas na massa muscular. Acontece uma perda de cerca de 10% entre os 25 e os 50 anos de idade e, entre os 50 e os 80 anos, as perdas de massa muscular ascendem a cerca de 40% (Powers e Howley, 2009). Segundo os autores, este envelhecimento do tecido envolve uma diminuição das fibras do tipo II e aumento das fibras do tipo I. No entanto, a perda muscular não é apenas característica do envelhecimento. Na verdade, o músculo é um tecido extremamente plástico e o número e tipo de fibras varia consoante a sua utilização ou não.

2.1.2.2. Massa óssea

A MO é essencialmente determinada pelo peso do CMO. O CMO refere-se ao total absoluto de sais minerais no osso, a que corresponde determinado peso, e a DMO é a quantidade de sais minerais por unidade de medida de tecido ósseo (Forsyth e Davey, 2007).

Malina et al. (2004) mencionam que o tecido ósseo (isento de gordura, água e vasos sanguíneos) representa em média 14% da massa corporal total de um jovem adulto.

Segundo Zaleske (2006), o termo osso tem dois significados diferentes, podendo tratar-se do tecido ósseo ou o osso como um órgão. O osso como órgão possui três funções principais: constitui um suporte estrutural, mecânico e de proteção para os tecidos moles, servindo para conexões entre músculos e

permitindo a locomoção. É responsável pela homeostasia dos níveis de cálcio no organismo e principal local de armazenamento deste elemento químico, bem como de fosfato, magnésio, potássio, sódio e outros íons. É também o principal local de hematose, processo de formação e desenvolvimento das células sanguíneas (Bringham et al., 2008; Forsyth e Davey, 2007; Nichols et al., 2002). Bringham et al. (2008) e Forsyth e Davey (2007) salientam que a localização e organização dos diferentes tipos de tecido ósseo ao longo do esqueleto dependem da função do osso e são fundamentais na promoção de uma estrutura e densidade óssea forte, resistente e eficaz tanto a nível de locomoção como de proteção.

De acordo com Bringham et al. (2008), Guyton e Hall (2006) e Nichols et al. (2002), o osso é um órgão dinâmico e em constante formação. Nichols et al. (2002) e Zaleske (2006) defendem que a modelação do tecido ósseo está incluída no processo de formação do osso, implicando alterações ao nível do crescimento em dimensão e em CMO, que ocorrem até cerca dos 18 a 20 anos de idade. Nesta altura o esqueleto atinge a maturidade, isto é, o pico ósseo, que é a fase de maior mineralização do osso. De acordo com Sobral e Silva (2001), entre os 10 e os 17 anos de idade, ocorre um aumento relativo de CMO, na ordem dos 22% nos rapazes e 16% nas raparigas.

Para Nunes (s.d.) o valor máximo de CMO que o osso pode ter, ou seja, o índice do pico de MO é determinado por variados fatores como a dieta, já que sendo o cálcio um componente determinante do metabolismo do osso, a sua ingestão adequada na infância e adolescência parece ser fundamental e proporcionar um maior pico de massa óssea. O exercício físico é outro fator, as evidências científicas têm demonstrado que crianças e adolescentes fisicamente ativos alcançam maiores picos de MO e, consequentemente, maior DMO, posteriormente, na idade adulta (Nichols et al., 2002; Oliva et al., 2004; Sharma et al., 2009). O equilíbrio hormonal é também fundamental, já que algumas hormonas influenciam a reabsorção e outras a deposição óssea. O estrogénio parece ser o mais decisivo para a manutenção do osso saudável, uma vez que estimula a secreção de calcitonina, uma hormona que inibe a

libertação do cálcio do osso. Por outro lado, a paratormona atua inversamente à calcitonina, estimulando a ação dos osteoclastos (Forsyth e Davey, 2007). Por último, o historial familiar e a tradição genética influenciam cerca de 80% nos constituintes da MO. Fatores como a altura do indivíduo e dos seus membros, a massa muscular e níveis hormonais são definidos geneticamente.

Bringhurst et al. (2008) e Forsyth e Davey (2007) referem a remodelação como um processo do osso, principalmente o osso trabecular, que ocorre ao longo da vida e permite a constante renovação do mesmo.

As células responsáveis pela remodelação óssea são os osteoblastos e os osteoclastos.

Os osteoblastos são responsáveis pela síntese e segregação da matriz orgânica, ou seja, pela contínua deposição óssea e em torno de 4% de todas as superfícies ósseas de um adulto existe atividade osteoblástica (Bringhurst et al., 2008; Guyton e Hall, 2006).

Os osteoclastos são células fagocitárias multinucleadas, localizadas na matriz orgânica, ativas normalmente em 1% das superfícies esqueléticas e principais responsáveis pela contínua reabsorção de osso através da sua dissolução mineral (Bringhurst et al., 2008; Guyton e Hall, 2006; Nichols et al., 2002). Bringhurst et al. (2008) e Guyton e Hall (2006) referem que a atividade e desenvolvimento dos osteoclastos são regulados pela concentração de cálcio em circulação. Em caso de excesso, o estrogénio estimula a secreção de calcitonina que por sua vez inibe o processo osteoclástico, evitando a libertação do cálcio do tecido ósseo. A hormona paratiróide, a paratormona, parecem também participar no controlo da homeostasia do cálcio na corrente sanguínea em oposição à calcitonina. Uma diminuição do cálcio em circulação estimula a secreção da paratormona originando um incremento da atividade dos osteoclastos, de modo a libertar cálcio para a circulação sanguínea. Por outro lado, quando existe uma elevada concentração de cálcio, a tiróide é estimulada a produzir calcitonina, que inibe os osteoclastos e consequente reabsorção óssea (Forsyth e Davey, 2007; Nunes, s.d.).

Resumidamente, podemos explicar o processo de remodelação como sendo um ciclo em que os osteoclastos são atraídos ao local onde ocorre algum tipo de anomalia, ou devido à necessidade de cálcio no organismo para a realização de diversos processos metabólicos (absorção de vitamina D no intestino, coagulação sanguínea, processos imunológicos, entre outros) iniciando a absorção de tecido envelhecido ou lesionado sendo, de seguida, recrutados os osteoblastos para a reconstrução do osso (Forsyth e Davey, 2007).

De acordo com Skelton e Dinan-Young (2007) o esqueleto atinge o pico ósseo até aos 25 anos e a partir dos 30 anos de idade existe um equilíbrio entre a deposição e a reabsorção óssea. Licata (2009) realçou que um osso saudável depende da sua capacidade de resistência ao stress, portanto, da qualidade do colagénio, do tamanho das placas de minerais bem como do índice de *turnover* (capacidade de combinação do metabolismo de reabsorção e deposição óssea para renovação do osso). Além disso, Khan et al. (2001) referem que o CMO individual varia de acordo com fatores genéticos, género, CC, estilo de vida (consumo de tabaco e bebidas alcoólicas), medicação, metabolismo hormonal e dieta alimentar. Para os autores, estes fatores influenciam cerca de 90%, sendo que os restantes 10% são determinados pela atividade física do sujeito.

Após os 50 anos ocorre uma perda de cálcio progressiva mais acentuada, perdendo-se gradualmente o equilíbrio existente e tornando-se a atividade osteoclástica mais ativa originando a deteriorização do osso. Os mesmos autores apontam algumas modificações incontornáveis ao nível do tecido ósseo relacionadas com a idade: alterações na dinâmica das células do osso, modificando o equilíbrio entre a formação e reabsorção do osso; alterações na estrutura e arquitetura do osso (principalmente no osso trabecular); acumulação de microfraturas; desequilíbrio na distribuição dos minerais pelo osso, ocorrendo hipermineralização em certas zonas e hipomineralização noutras; alterações nas propriedades cristalinas dos depósitos de minerais; e alterações no conteúdo proteico da matriz orgânica.

As situações acima discriminadas resultam na fragilização do osso, particularmente ao nível da anca, vértebras e pulsos pela perda de CMO e DMO, constituindo um problema de saúde mundial (Skelton e Dinan-Young, 2007; WHO, 2000).

De forma geral, até aos 50 e 65 anos, para as mulheres e os homens respetivamente, existe um equilíbrio entre a reabsorção e deposição óssea de modo a que a MT, estrutura, força e resistência do osso se mantenham constantes, prevenindo as lesões ou deformações (Guyton e Hall, 2006; Nichols et al., 2002; WHO, 2000). Esta remodelação óssea contínua revela-se de extrema importância. À medida que o osso envelhece vai-se fragilizando, havendo assim a necessidade de deposição de uma nova matriz orgânica (ação dos osteoblastos), enquanto a matriz antiga é degenerada (ação dos osteoclastos). Por outro lado, o osso tem capacidade de se reforçar nas zonas em que sofre maior stress, ou seja, onde e quando submetido a maiores cargas (Bringham et al., 2008). Tendo em conta este último facto, podemos perceber que, por exemplo, os atletas possuem maior capacidade de reposição óssea e, por isso, ossos mais pesados do que indivíduos que não praticam qualquer atividade física ou esforço. De maior relevo é o mesmo não ser acontecer em atletas de ciclismo ou de natação. A justificação para estes apresentarem DMO inferiores aos atletas que estão sujeitos a maiores cargas de impacto em outras modalidades, mas ainda assim superiores aos seus semelhantes não atletas parece residir no facto de estes desportos não submeterem o indivíduo a esforços com grandes cargas impostas por saltos, como o esperado em modalidades como o voleibol, a ginástica, o futebol ou o ténis (Silva et al., 2011; Winters-Stone, 2005). Podemos então afirmar que o stress físico contínuo de impacto, que implique saltos e deslocamentos em carga, estimula a deposição osteoblástica e calcificação óssea (Guyton e Hall, 2006).

Com o decorrer da idade, pelas modificações inalienáveis a que o tecido ósseo está sujeito, o equilíbrio metabólico acima referido vai gradualmente deixando de existir. Na supremacia do processo osteoclástico surgem osteopatias relacionadas com a diminuição do CMO e consequentemente da DMO.

No vasto leque de osteopatias existentes, as mais comuns parecem ser a osteoporose e o raquitismo (Guyton e Hall, 2006), em que a mineralização do osso é inadequada, durante o crescimento, essencialmente devida a uma deficiência de vitamina D, o que representa uma quantidade de osso normal com resistência diminuída (Bukata e Rosier, 2006), ou a osteomalacia, com características semelhantes ao raquitismo, mas que ocorre em idades adultas, o hiperparatiroismo e hipoparatiroidismo primários, que se caracterizam pelo excesso e deficiência, respetivamente, de secreção da paratormona responsável pela estimulação dos osteoclastos (Bukata e Rosier, 2006), e a doença de Paget, que constitui uma desordem localizada da remodelação óssea que causa esclerose e deformação do osso, salientadas por Bukata e Rosier (2006) e Forsyth e Davey (2007).

A osteoporose é definida como uma doença sistémica do esqueleto caracterizada por baixa MO e deteriorização microestrutural do tecido ósseo, que originam a sua fragilidade e risco de fratura (Lindsay e Cosman, 2008; Nichols et al., 2002; WHO, 2000). Por se tratar da osteopatia mais comum, faremos uma breve abordagem à sua definição e características.

Segundo Forsyth e Davey (2007) e Guyton e Hall (2006) a osteoporose ocorre essencialmente numa fase mais tardia da vida, principalmente nas mulheres a partir da menopausa, e resulta da diminuição acentuada da matriz óssea orgânica, ou seja, do CMO e, conseqüentemente, da DMO. Para a WHO (2000), cerca de 50% das mulheres jovens terão osteopenia (osteoporose em início de desenvolvimento) e 15% apresentarão osteoporose após a menopausa. Os homens apresentam uma probabilidade de 13% de ter osteoporose na terceira idade. Na osteoporose, a atividade osteoblástica está abaixo da osteoclástica, logo a deposição está deprimida relativamente à reabsorção de osso, originando mais perda óssea do que formação.

O DXA, anteriormente referido, é considerado o método padrão no diagnóstico e determinação da osteoporose. Para o diagnóstico da osteoporose, a WHO propôs o cálculo de *T-scores* para os locais em que a densidade foi analisada. O *T-score* mede o desvio-padrão (SD) para aquela medida de densidade específica em relação aos valores padrão de uma

população de referência jovem e saudável (Bukata e Rosier, 2006; WHO, 2000). Segundo a WHO (2000) a Fundação Internacional de Osteoporose recomenda a utilização dos valores padrão de referência da *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES), que se baseia numa população referência de mulheres entre os 20 e os 29 anos de idade. Estes valores de referência utilizam uma população feminina, já que, como observamos anteriormente, se trata do género com maior incidência da doença, e a WHO alerta que a utilização deste padrão de referência para os homens é viável e eficaz.

De acordo com a WHO (2000) estão definidos os seguintes intervalos para classificação da osteoporose:

- Até 1 SD abaixo da média (> -1) – normal
- Entre 1 e 2,5 SD abaixo da média (< -1 e > -2.5) – osteopenia
- Até 2,5 SD abaixo da média (< -2.5) – osteoporose
- Até 2,5 SD abaixo da média (< -2.5) com presença de uma ou mais fraturas por fragilidade óssea – osteoporose severa

Apesar de poder surgir em qualquer osso, para Lindsay e Cosman (2008) as manifestações clínicas da osteoporose mais frequentes ocorrem nas vértebras, no osso ilíaco e cabeça do fémur, ao nível da pélvis. Bukata e Rosier (2006) especificam ainda que as lesões osteoporóticas frequentes passam por compressões nas vértebras e fraturas no quadril, no colo femoral, na região femoral intertrocanterica, na região proximal do úmero e da tibia e na região distal do rádio.

Nichols et al. (2002) divide a osteoporose em duas categorias: osteoporose primária, resultado da alteração do normal ciclo do metabolismo do osso e osteoporose secundária, em que a perda óssea é consequência de outra doença. Por exemplo, a doença de *Cushing* é uma desordem endócrina causada por níveis elevados de cortisol no sangue, hormona que inibe a formação de novo tecido ósseo por redução da síntese de colagénio, redução da velocidade de diferenciação das células tronco em osteoblastos ativos e por incremento da velocidade de reabsorção óssea. O hipertireoidismo secundário que normalmente é resultado de doença renal em que ocorre uma

desregulação crónica na homeostasia do cálcio, provoca a atividade osteoclástica ou o tratamento prolongado com corticosteróides cujo principal representante é o cortisol, hormona em cima referida (Coutinho, 1977).

De acordo com a literatura (Bukata e Rosier, 2006; Forsyth e Davey, 2007; Guyton e Hall, 2006; Nichols et al., 2002; Rivlin, 2007; WHO, 2000), os fatores de risco associados à osteoporose são: situações de repouso prolongado e inatividade geral; imobilização prolongada (com gesso); qualquer tipo de paralisia motora; baixo peso corporal (menos de 85% do peso corporal ideal); deficiência de cálcio, proteínas e vitamina D; excessivo consumo de álcool, drogas ou tabaco; distúrbios genéticos e historial de família; idade avançada; sexo feminino; doenças crónicas causadoras de osteoporose secundária; tumores de medula óssea; anomalias endócrinas, como o excesso de glucocorticóides (aumentam a excreção urinária, diminuem a absorção de cálcio no intestino, inibindo a função dos osteoblastos e estimulando o processo osteoclástico), deficiência de estrogénio (hormona responsável pela inibição dos osteoclastos); e raça caucasiana e asiática.

South-Paul (2001) salienta que a osteoporose é, normalmente, assintomática, até que uma fratura ocorra. Após diagnosticada, os procedimentos a ter, de modo a diminuir o desenvolvimento da doença, incluem a prevenção de maior perda óssea através de exercício físico com carga, como o levantamento de pesos; eliminação do consumo de tabaco, álcool e cafeína; suplementação hormonal (estrogénio), de cálcio e vitamina D; eliminação de comportamentos que promovam o risco de queda; exclusão, se possível, de medicação que conhecidamente comprometa a quantidade de CMO, como glucocorticóides, hormonas paratiroideias e medicação hepática; e monitorização da sua evolução.

2.2.Exercício físico

Todo o movimento corporal com origem em contrações musculares esqueléticas, que aumenta substancialmente o consumo energético, é considerado atividade física. O exercício físico advém deste conceito, obtendo a atividade física um carácter planeado e estruturado com objetivos bem definidos com vista à melhoria da aptidão física (ACSM, 2010). A aptidão física representa um conceito multidimensional de atributos de um indivíduo, que lhe permitem uma melhor capacidade e *performance* na realização de exercício físico e envolve 3 dimensões: saúde, habilidades motoras e componente fisiológica.

O ACSM (2010) distingue 5 componentes fundamentais da aptidão física relacionados com a saúde que dotam o indivíduo de maior capacidade na realização de tarefas diárias, bem como um menor risco de desenvolvimento de doenças associadas à inatividade: a resistência cardiovascular, a força muscular, a resistência muscular, a flexibilidade e a CC. Além destas, o equilíbrio, a coordenação, a velocidade, a potência, a agilidade e a velocidade de reação surgem como componentes secundárias, relacionadas com as habilidades motoras e normalmente associadas à prática de desporto e sua *performance* (ACSM, 2010; Winters-Stone, 2005). As componentes que mais nos interessam para o presente estudo são a força muscular, a CC e a agilidade, pelo que passaremos a expor o que a literatura refere em termos do efeito da prática de exercício físico no seu desenvolvimento (ACSM, 2010; Guedes e Neto, 2007). A força muscular é a capacidade de determinado músculo ou grupo muscular produzir a máxima força possível. É de salientar que, de acordo com o ACSM (2010), a resistência e força musculares convergem no conceito de aptidão muscular, baseando-se os autores no fundamento de que um músculo saudável deve ter estas duas capacidades desenvolvidas de forma equilibrada. A CC, como já foi tratado anteriormente, consiste na proporção dos componentes corporais (tecido adiposo, muscular, ósseo e restantes) num indivíduo. Nas componentes secundárias distinguimos

a agilidade como sendo a capacidade de movimentação do corpo ou segmentos corporais com velocidade e precisão.

As variáveis relacionadas com a componente fisiológica, delineadas pelo ACSM (2010), passam pela aptidão metabólica, que traduz o estado dos sistemas metabólicos do indivíduo, das variáveis preditivas do risco de diabetes e doenças cardiovasculares e pela aptidão morfológica, a proporção entre os compartimentos corporais, em particular a MG e sua percentagem regional; e a integridade óssea (valores de CMO), sendo estes últimos os que nos interessam de forma mais particular.

O exercício físico é uma ferramenta incisiva para a promoção de alterações na CC (ACSM, 2010; Geliebter et al., 1997; Heitmann et al., 2009; WHO, 2000). Além disso, o ACSM (2010) salienta vários benefícios decorrentes da prática regular de exercício físico, como a melhoria das funções cardiovasculares e respiratórias, através do aumento do volume máximo de oxigénio, da diminuição da ventilação por minuto, da frequência cardíaca e da pressão arterial em esforços submáximos, da diminuição da necessidade de oxigénio no miocárdio em esforços submáximos e do aumento da densidade capilar ao nível do tecido muscular. Reduz o risco de doenças coronárias pela diminuição da pressão arterial em repouso, aumenta o colesterol de alta densidade e diminui os triglicerídeos em circulação. Redução a %MG especificamente na região abdominal e a necessidade de insulina pelo aumento da tolerância à glicose e liquidação do sangue. O exercício físico reduz a morbilidade e mortalidade, já que funciona como reabilitador profilático em múltiplas doenças. Níveis elevados de exercício físico estão associados a menor risco de doenças coronárias e cardiovasculares, diabetes do tipo 2, fraturas osteoporóticas, cancro do cólon e da mama. Por outro lado, a prática de exercício físico induz a diminuição da ansiedade e da depressão, aumenta a independência funcional e psicológica, aumenta a sensação de bem-estar e a produtividade, tanto no trabalho como no lazer, reduz o risco de quedas e lesões e constitui uma terapia para doenças crónicas em idosos.

Para um controlo dos vários compartimentos da CC, é necessário o planeamento do exercício físico, respeitando os vários princípios de modo a melhor concretizar os objetivos de treino determinados. Aboarrage (2003) e Cerca (2003) distinguem os seguintes: individualidade, adaptação, sobrecarga, especificidade, volume e intensidade e continuidade. Aboarrage (2003) salienta ainda a reversibilidade e Cerca (2003) acrescenta o princípio da atividade consciente, da atividade apreensível e da aquisição das capacidades.

O princípio da individualidade parte do princípio que cada indivíduo tem as suas características e, por isso, cada um reage individualmente ao estímulo. Da mesma forma, cada indivíduo apresenta objetivos individuais para a prática de exercício físico. Assim sendo, o planeamento das sessões deve ser individualizado ao máximo (Aboarrage, 2003; Cerca, 2003).

Todos os estímulos a que os indivíduos estão sujeitos causam reações no organismo com o intuito de restabelecer o equilíbrio, ou seja a homeostasia. Estas reações são proporcionais à intensidade dos estímulos. Este princípio determina que o indivíduo se adapta às situações que vive. O princípio da sobrecarga vai de encontro ao princípio da adaptação. Apenas ocorrem alterações se o estímulo for suficientemente forte para causar danos a nível celular e, conseqüentemente, a síntese de novos tecidos, dotando-os de capacidade para suportar estímulos gradualmente mais intensos. Também é interessante frisar que o indivíduo tem limites de sobrecarga, que quando ultrapassados são prejudiciais podendo causar danos excessivos (Aboarrage, 2003; ACSM, 2010; Cerca, 2003).

O treino específico é aquele que se baseia nas características da atividade realizada, nomeadamente nas habilidades mais requisitadas e nos sistemas energéticos mais solicitados (Cerca, 2003). De acordo com o ACSM (2010), as componentes da aptidão física que serão desenvolvidas vão determinar as características da atividade realizada.

A intensidade e o volume do treino são os verdadeiros determinantes da adaptação do organismo às sobrecargas e devem variar inversamente. Volumes maiores de carga implicam menores intensidades e grandes grupos musculares envolvidos, enquanto maiores intensidades com menor volume são

características de trabalhos mais específicos e evoluídos do treino (Aboarrage, 2003; Cerca, 2003; Powers, 2009).

De acordo com o ACSM (2010), a intensidade do exercício físico pode ser baseada no consumo de oxigénio, na frequência cardíaca ou equivalentes metabólicos. Borg (2000) definiu algumas escalas de intensidade baseadas no esforço percebido, assumindo que o reconhecimento da intensidade do esforço realizado por parte do indivíduo é fundamental para a obtenção de resultados e alcance dos objetivos definidos. Por se tratar da escala por nós escolhida para determinação da intensidade das sessões do protocolo experimental, no Quadro 3 descrevemos os 15 níveis de esforço determinados por Borg. Optámos por esta escala, uma vez que parece ser a de mais fácil interpretação e utilização, tendo em conta a população alvo do nosso estudo.

Quadro 3. Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de Borg com 15 níveis de esforço percebido.

Pontuação	Nível de esforço percebido
6	Sem nenhum esforço
7	
8	Extremamente leve
9	Muito leve
10	Leve
11	
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso
16	
17	Muito intenso
18	
19	Extremamente intenso
20	Máximo esforço

(Borg, 2000)

O Quadro 4 mostra a equivalência entre a Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (EPSE) de Borg e a classificação de intensidade do exercício físico defendida pelo ACSM, que nos relaciona o nível de intensidade de esforço percebido com o tipo de trabalho cardiovascular com que nos interessa

trabalhar, sendo o nosso objetivo a diminuição da %MG e o aumento da MM e CMO.

Quadro 4. Equivalência entre a Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de Borg e a classificação de intensidade do exercício físico repercutida pelo *American College of Sports Medicine*.

Intensidade	EPSE	ACSM (%VO ₂ R / %FCmáx)
Muito leve	7 – 9	<20 / <50
Leve	10 – 12	20 – 39 / 50 – 63
Moderada	13 – 14	40 – 59 / 64 – 76
Vigorosa/Intensa	15	60 – 84 / 77 – 93
Muito vigorosa/Intensa	16 – 19	≥85 / ≥94
Máxima	20	100

(ACSM, 2010)

Para haver a adaptação à sobrecarga tem que haver um tempo de recuperação, assim como a continuidade da sobrecarga. A administração de nova carga deve ser realizada no momento da recuperação, antes que o organismo retorne à homeostasia inicial, caso contrário não existem ganhos da aptidão física e superação da *performance*. O tempo de recuperação depende da intensidade e volume da sobrecarga, variando entre alguns minutos, para cargas pouco intensas ou volumosas, e 48 horas, para maiores cargas (Aboarrage, 2003; Cerca, 2003; Powers e Howley, 2009).

O princípio da reversibilidade frisa o carácter transitório da evolução da aptidão física conseguida. Na ausência de novos estímulos a condição física retorna aos valores iniciais (Aboarrage, 2003).

Para Cerca (2003), o princípio da atividade consciente exige que os indivíduos conheçam os exercícios que realizam, bem como os seus objetivos. O princípio da atividade apreensível implica uma relação estreita entre a complexidade e a dificuldades dos exercícios e a capacidade real do indivíduo que os pratica. O princípio da aquisição das capacidades implica que os indivíduos passem pelas três fases de aprendizagem de uma tarefa: aquisição, estabilização e desenvolvimento, para uma eficaz evolução da capacidade desenvolvida.

O ACSM (2010) refere que os princípios fundamentais do treino passam essencialmente pela sobrecarga e a especificidade.

Além destes princípios, a eficiência do processo de prática de exercício físico depende dos componentes estruturais de treino que definem a estrutura e carga de uma sessão de exercício físico (Cerca, 2003). De acordo com o ACSM (2010), no planeamento de uma sessão de exercício físico as principais componentes a ter em conta são o tipo, a duração, a intensidade, a frequência e a progressão da prescrição. O tipo refere-se às características do exercício físico que se realiza e a duração equivale ao tempo total de execução de determinado exercício. A intensidade é definida como a quantidade de trabalho realizado por unidade de tempo e é sempre tida em conta juntamente com o volume, ou seja, com a quantidade total de trabalho. A frequência corresponde à quantidade de sessões de trabalho por unidade de tempo e a progressão da prescrição tem a ver com o aumento da carga ao longo do treino, quer por incremento de intensidade, do volume, da duração ou complexidade.

No planeamento do exercício físico é importante o conhecimento do metabolismo energético. Desta forma é possível objetivar o nosso treino de acordo com os nutrientes que queremos utilizar. Durante o exercício físico, os nutrientes utilizados para degradação e consumo de energia derivada são os hidratos de carbono, os lípidos e em muito menor escala, as proteínas (Powers e Howley, 2009). Os hidratos de carbono são a fonte de energia disponível num curto espaço de tempo, já que estão armazenados no músculo e no fígado, sob a forma de glicogénio, e 1g produz cerca de 4 kcal de energia. Os lípidos representam o maior fornecedor de energia em esforços de longa duração, estão armazenados sob a forma de triglicéridos e contêm cerca de 9 kcal de energia. As proteínas contêm cerca de 4 kcal de energia e encontram-se na maioria dos tecidos do corpo humano.

A fonte imediata de energia é denominada adenosina trifosfato (ATP) e é obtida por variados mecanismos aeróbios, processados com a presença de oxigénio, e anaeróbios, sem a presença de oxigénio. O sistema fosfagénico é um sistema anaeróbio e é a forma de produção de energia mais imediata em esforços de curta duração e elevada intensidade. O sistema glicolítico também é caracterizado por ser anaeróbio e serve-se da degradação do glicogénio ou

da glicose. No entanto, do seu processo resultam moléculas que podem participar no sistema aeróbio de degradação dos hidratos de carbono. Por último, o sistema aeróbio de produção de energia utiliza os nutrientes lípidos, proteínas e hidratos de carbono na produção de energia e é capaz de sintetizar energia em esforços de média a longa duração e reduzida intensidade, tratando-se este do sistema energético que nos interessa solicitar para a diminuição da %MG. Na Figura 1 podemos observar a relação aproximada entre a duração do exercício físico e os sistemas energéticos solicitados (Powers e Howley, 2009).

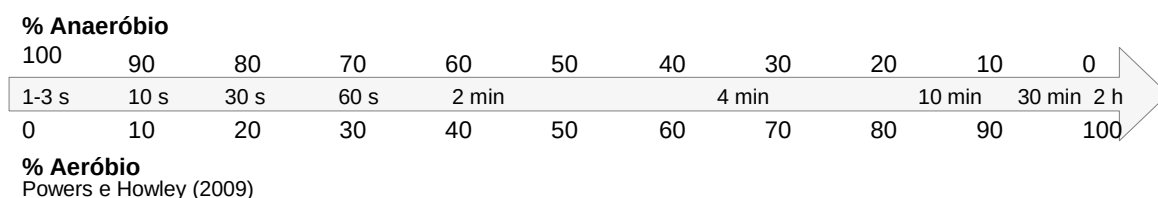


Figura 1. Correspondência aproximada entre a duração do exercício físico e sistemas energéticos solicitados.

É importante salientar que os diferentes nutrientes são recrutados de acordo com as suas quantidades em circulação e necessidades calóricas. De acordo com Powers e Howley (2009) apenas 2% do substrato energético é constituído por proteínas em esforços inferiores a 1 hora de duração e em situação de esforços mais prolongados, a sua cota parte passa a 5 – 10% nos últimos minutos de exercício.

Uma forma de controlar fisiologicamente as características do treino passa pelo cálculo do volume de oxigénio residual (VO_{2R}). Assim, os exercícios prolongados de baixa a moderada intensidade ($< 40\% a 60\%VO_{2R}$) solicitam em maior percentagem os lípidos enquanto os hidratos de carbono são mais requeridos em esforços de intensidade vigorosa ($>60\%VO_{2R}$). O autor refere que uma das causas deste fenómeno é a maior solicitação de fibras musculares do tipo II (A e B), cuja contração depende do sistema glicolítico, em detrimento do lipídico que é aeróbio.

No Quadro 5 encontramos as recomendações gerais do ACSM para a prática de exercício físico para populações saudáveis (ACSM, 2010).

Quadro 5. Recomendações gerais de exercício físico para populações saudáveis pelo *American College of Sports Medicine*.

Frequência semanal	Tipo de exercício físico
Pelo menos 5	Atividade aeróbia (resistência cardiovascular) com intensidade moderada (40% a 60%VO ₂ R) Exercício de força (por exemplo, musculação) Flexibilidade
Pelo menos 3	Atividade aeróbia com intensidade vigorosa ($\geq 60\%$ VO ₂ R) Exercício de força Flexibilidade
3 a 5	Combinação de atividade aeróbia moderada e vigorosa Exercício de força Flexibilidade
2 a 3 ACSM (2010)	Força e resistência muscular, atividade aeróbia, equilíbrio e agilidade

O ACSM (2010) defende que uma sessão de treino deve englobar 4 partes: o aquecimento, com duração entre 5 e 10 min, com intensidade aeróbia de baixa a moderada (até 60% VO₂R) e resistência muscular de modo a preparar o organismo para o exercício físico; alongamentos, com pelo menos 10 min, realizado após o aquecimento ou o retorno à calma; o condicionamento, 20 a 60 min incluindo exercício aeróbio e neuromuscular, com intensidade variável de acordo com os objetivos específicos (princípio da especificidade do treino); e o retorno à calma, 5 a 10 min de exercícios aeróbios de baixa a moderada intensidade (até 60% VO₂R) e resistência muscular.

2.2.1. Efeito do exercício físico na composição corporal e na força muscular dos membros inferiores

Quando se objetiva o exercício físico para a perda de MG, o exercício aeróbio é o mais aconselhado. No entanto uma combinação de treino aeróbio e anaeróbio parece ser o mais acertado, quando se pretende o reequilíbrio da proporção entre MG e MIG. O recurso ao treino de força no controlo do peso é

determinante, não só devido ao aumento do metabolismo basal, como também pela preservação da MIG em detrimento da MG, que interessa ver diminuída (Tavares, 2003).

O ACSM (2010), recomenda para um programa de intervenção na CC, a prática de exercício físico com uma frequência de 5 vezes por semana, durante 30 a 60 minutos (total semanal de 150 horas) e a uma intensidade cardiovascular moderada a vigorosa (40 a 60%VO₂R), com eventual progressão para intensidades na ordem dos 50 a 75%VO₂R. Inicialmente o exercício deve ser maioritariamente aeróbio, envolvendo grandes grupos musculares, e deve envolver resistência muscular para um treino equilibrado. Wilmore e Costill (1993) aconselham a prática de exercício físico maioritariamente de resistência cardiovascular como caminhada, corrida, ciclismo e natação, com uma duração de 20 a 30 min e no mínimo 3 a 4 vezes por semana e a um nível de intensidade entre 13 e 15 da EPSE, o equivalente a 40 a 60%VO₂R. Além disso, e de acordo com as recomendações do ACSM (2005), os programas de perda de peso devem compreender exercícios que utilizem os lípidos como principal fonte de energia e trabalho neuromuscular que visa o aumento da MM e do metabolismo basal de modo a desequilibrar a balança energética, sabendo que um consumo de 3500 kcal provoca uma perda de cerca de 500 gramas de gordura.

Em termos genéricos, o exercício de força muscular provoca a hipertrofia muscular, ou seja o aumento do tamanho das fibras (especialmente do tipo IIA e IIB), enquanto o trabalho de resistência muscular provoca a hiperplasia, isto é, o incremento do número de fibras musculares, maioritariamente do tipo I. No Quadro 6 podemos observar as características metabólicas gerais do tecido muscular, bem como estabelecer uma ligação entre o tipo de exercício físico e o desgaste energético correspondente e, conseqüentemente, o crescimento muscular decorrente da exercitação (Powers e Howley, 2009).

Quadro 6. Características metabólicas gerais do tecido muscular.

Características	Fibras do tipo I	Fibras do tipo IIA	Fibras do tipo IIB
Número de mitocôndrias	Elevado	Moderado	Reduzido
Resistência à fadiga	Elevado	Moderado	Reduzido
Sistema energético predominante	Aeróbio	Combinado	Anaeróbio

Powers e Howley (2009)

Powers e Howley (2009) referem o músculo como um tecido extremamente plástico, capaz de se desenvolver quando é submetido a cargas consecutivas e de atrofiar em situações de imobilização e desuso. Para os autores, o exercício físico é a melhor forma de aumentar a força muscular.

Sharkey (1990) salienta que o músculo é o primeiro órgão a ser submetido aos benefícios do exercício físico. Tratando-se dos órgãos que habilitam o organismo de movimento, o exercício físico produz o seu desenvolvimento, aumentando os índices de enzimas necessárias à obtenção de energia através de métodos aeróbios, elevando o número e tamanho de mitocôndrias (células onde se dá uma parte do metabolismo aeróbio) e incrementando a capacidade de o músculo utilizar as gorduras como principal fonte de energia.

De acordo com o ACSM (2010) podemos dividir o corpo humano em 6 grandes grupos musculares: peito, ombros, parte superior e inferior das costas e MI e MS. Considerando esta diferenciação, o ACSM (2010) recomenda, para populações adultas saudáveis, um treino de resistência muscular em que cada grupo muscular deve ser exercitado 2 a 4 séries de 8 a 12 repetições e com intervalos de 2-3 min entre séries, 2 a 3 vezes por semana e com intervalos de pelo menos 48 horas para o mesmo grupo muscular.

Nunes (s.d.) refere que a manutenção da integridade do osso depende da sujeição do mesmo a forças, como as da ação muscular ou outras forças externas. O autor salienta os seguintes tipos de força: compressivas, que pressionam as extremidades do osso uma contra a outra; tensivas, que provocam o estiramento ou alongamento na extremidade do osso (característico da força aplicada pela contração muscular); de torção, que

implicam uma rotação do osso em torno do próprio eixo com uma das extremidades fixa ou em rotação em sentido contrário; deslizantes, que ocorrem paralelamente à superfície do osso, opostamente às forças de compressão e torção que atuam longitudinalmente; e de inclinação, que combinam forças compressivas numa extremidade do osso e forças de tensão na outra.

Assim, tendo em conta o vasto leque de forças, Nunes (Nunes, s.d.) afirma que a sujeição do osso a todos os tipos de força, com exercício físico variado e diversificado, que implique a aplicação de cargas no esqueleto, é o ideal para a manutenção duma MO saudável.

Analisando a literatura disponível observamos que apesar da maioria dos estudos se terem realizado com adultos e idosos com osteoporose, existe literatura que demonstra a importância do exercício aquando da modelação do osso, ou seja nas crianças e adolescentes, mostrando uma relação positiva entre um alto pico ósseo e o exercício físico com carga (Lindsay e Cosman, 2008). Por outro lado, atletas que praticam desportos em que existe o suporte do próprio corpo (ginástica, basquetebol, voleibol, futebol, culturismo, entre outros) apresentam uma MO superior à dos seus pares inativos (Fehling et al., 1995; Silva et al., 2011; Winters-Stone, 2005) e atletas praticantes de desportos sem o suporte do próprio peso corporal (ciclismo, natação, entre outros) revelam uma DMO, e consequentemente um CMO, ligeiramente superior ou semelhante aos seus pares inativos (Silva et al., 2011; Winters-Stone, 2005). Também as mulheres após a menopausa revelam melhorias ou amenização da diminuição dos níveis de perda óssea quando comparadas com mulheres inativas, revelando que o exercício físico com acompanhamento de suplementação de estrogénio se revelou mais eficiente (Nichols et al., 2002).

A partir dos resultados da literatura, concluímos que existem vários tipos de exercício físico que podem influenciar a saúde de osso, o importante é distinguir quais são os mais adequados a cada indivíduo (Winters-Stone, 2005).

Segundo Nichols et al. (2002) existem poucos estudos específicos que verifiquem as respostas fisiológicas ao exercício físico em populações com

perda de CMO. Desta forma, podemos afirmar que não há razões para que estas não o pratiquem, desde que tenham o diagnóstico bem definido e os parâmetros de treino bem regulados com exercícios que primem pela correção postural e ausência de risco de quedas e fraturas. Os autores referem que objetivo fundamental do exercício físico nestas populações (como também nas populações consideradas saudáveis) passa pela melhoria ou manutenção da DMO e do CMO, aumentando a aptidão física.

Vários autores recomendam a prática de exercício aeróbio de médio e alto impacto. Neste leque encontramos atividades como a caminhada, corrida, subir e descer escadas, saltos e dança (Lindsay e Cosman, 2008; South-Paul, 2001; Winters-Stone, 2005). De acordo com Nichols et al. (2002); estas atividades resultam numa melhoria da DMO de cerca de 5%. Resultados similares são apresentados em estudos com mulheres que praticam exercícios de força. Winters-Stone (2005) determinou como ideais sessões entre 30-60 min, 3-5 vezes por semana e South-Paul (2001) aconselha a todas as mulheres, desde a juventude, a praticarem exercício físico em sessões de 30 min, 3 vezes por semana.

Devemos sempre ter em conta que os exercícios de alto impacto, como saltos, corrida, flexão do tronco ou rotação da anca são altamente contraindicados a populações com baixa DMO, já que causam forças de compressão nas vértebras e extremidades, podendo originar fraturas em ossos mais fragilizados. Por oposição, este é exactamente o tipo de exercício físico indicado para a melhoria do CMO em populações consideradas saudáveis (Nichols et al., 2002). A prática de exercício físico com resistência, como o trabalho de força muscular, também parece influenciar positivamente os valores de CMO, uma vez que ao solicitar o músculo a vencer determinada força, este estimula também o osso que lhe está adjacente, levando-o a situação de *stress* a vencer. Aygen et al. (1999) cit. por Nichols et al. (2002) aconselham a aplicação de cargas médias com poucas repetições, como a musculação (15 repetições de 8-10 exercícios pelo menos 2 vezes por semana). Winters-Stone (2005) aponta o trabalho inicial com pequenas cargas

e 15-20 repetições com evolução para cargas superiores e 8-12 repetições, pelo menos 2 vezes por semana.

De acordo com o ACSM (2010) os indivíduos em risco derivado de osteoporose ou osteopenia devem praticar exercícios de resistência (2 a 3 dias por semana) e suporte do próprio corpo (3 a 5 dias por semana) com intensidade moderada a alta, cuja combinação deve perfazer 30 a 60 minutos por sessão. Nas populações osteoporóticas o exercício de alta intensidade deve ser evitado. Para Winters-Stone (2005), o exercício deve ser fomentado, com principal atenção a movimentos que devem ser evitados: movimentos de alto impacto e torção, hiperflexão e extensão das costas, hiperextensão do ombro e levantamento de pesos longe do corpo.

Para South-Paul (2001) e Winters-Stone (2005) o efeito do exercício físico apenas é mensurável após 6 meses de intervenção e os benefícios a nível ósseo perdem-se imediatamente quando o indivíduo cessa a sua atividade física.

Para Nunes (s.d.) o exercício de longa duração ou intenso pode ser prejudicial em termos de CMO, uma vez que podem interferir diminuindo a quantidade de estrogénio em circulação, hormona já mencionada como importante na atividade osteoblástica. Do mesmo modo, em mulheres mais velhas, devido ao baixo nível de estrogénio, o efeito positivo do exercício físico pode não ocorrer na ausência de suplementação e quando ocorre uma paragem de exercício a perda mineral óssea é rápida e extensa (South-Paul, 2001).

Para uma breve contextualização do estado da arte, no Quadro 7 estão referenciados alguns estudos e respetivas conclusões na área do exercício físico e o seu efeito na CC (a MG, MM e MO) e na força muscular.

Quadro 7. Estudos realizados na área dos efeitos do exercício físico na composição corporal e na força muscular.

Legenda: ♂ sexo masculino; ♀ sexo feminino.

Autor (data)	Amostra	Objetivos	Resultados/Conclusões
Geliebter et al. (1997)	65 ♂ ♀ 19-48 anos	Comparar os efeitos de 3 programas de perda de peso: dieta (1); dieta e treino aeróbio/cardiovascular (2); dieta e treino de força (3).	Após 8 semanas os três grupos apresentaram uma média semelhante de perda de peso, cerca de 9.0kg. O grupo 3 apresentou uma menor perda de MIG e um aumento considerável da força e do tamanho do músculo com o braço flexionado. O metabolismo basal de repouso não apresentou diferenças entre os grupos, tendo diminuído em todos os grupos. O consumo máximo de oxigénio aumentou com significado no grupo 2.
Kujala et al. (2000)	3262 ♂ ≥44 anos	Avaliar a probabilidade de risco de fratura osteoporótica da anca de indivíduos sedentários e fisicamente ativos.	Indivíduos que frequentavam atividades físicas vigorosas apresentaram um risco 38% menor de fraturas osteoporóticas em relação a indivíduos sedentários.
Nichols et al. (2002)	♀	Comparar os níveis de DMO em tenistas com início de prática da modalidade antes ou durante a menarca com tenistas com início de prática da modalidade pelo menos 15 anos após a menarca.	As tenistas com início de atividade perto da menarca apresentaram uma DMO 2 a 3 vezes superior.
Hayes et al. (2003)	12 ♀ ♂	Averiguar o efeito de um programa de exercício físico na CC de pacientes pós-transplante de medula óssea.	O programa de exercício originou benefícios no incremento da MIG e na redução de %MG.
Oliva et al. (2004)	35 ♀ ginastas 31 ♀ não ginastas Puberdade	Comparar os níveis de DMO entre um grupo de ginastas e um grupo de meninas sem prática de exercício específico.	O grupo de ginastas apresentou valores superiores de DMO.

Bergstrom et al. (2008)	48 ♀ ativas 44 ♀ sedentárias	Analisar o efeito de um programa de exercício físico em mulheres após a menopausa com perda de DMO.	O grupo de treino obteve um aumento de DMO na anca de 0.005 g/cm ² e o GC um decréscimo de 0.003 g/cm ² . Não se verificaram alterações decorrentes do exercício físico ao nível da coluna lombar Os resultados demonstraram um ligeiro efeito do exercício físico na DMO de mulheres com baixa DMO.
Heitmann et al. (2009)	2819 ♂ ♀ 35-65 anos	Averiguar a influência do exercício físico na MG e na MIG, associando estes parâmetros à mortalidade por género.	Nos homens o exercício físico está associada à diminuição de MG e aumento da MIG, diminuindo a mortalidade. Nas mulheres o exercício físico diminuiu a mortalidade, mas não foram encontradas evidências relacionando os níveis de exercício físico com a diminuição da MG e aumento da MIG.
Fiotti et al. (2009)	15 ♀ Idosas e sedentárias	Averiguar as diferenças de CC e força muscular decorrentes de um programa de exercício físico moderado.	O programa provocou um aumento de 12% e 72% na massa celular e força isométrica, respetivamente, do músculo extensor do joelho.
Khazzani et al.(2009)	487 ♀ 55.1 anos	Avaliar o desempenho em 3 testes de aptidão física em indivíduos com diferentes níveis de CMO.	Níveis baixos de CMO estão associados índices baixos de atividade física e maior historial de quedas e fraturas.
Sharma et al. (2009)	718 ♀ 11.6±0.4 anos	Identificar fatores psicossociais, comportamentais e ambientais associados à ingestão de cálcio, prática de exercício físico e saúde óssea.	Em idades escolares, meninas independentes e praticantes de desportos de equipa apresentam estruturas ósseas mais saudáveis.
Wilks et al. (2009)	375 ♀ ♂ 33-94 anos	Comparar os índices de DMO da tíbia e do rádio entre sedentários e praticantes de atletismo.	As modificações estruturais e metabólicas no tecido ósseo inerentes à idade são mais acentuadas em indivíduos sedentários.

Wilsgaard et al. (2009)	24-84 anos	Analisar a influência do estilo de vida com o pico de massa óssea e a perda mineral óssea relacionada com a idade.	A perda mineral óssea da extremidade do MS, desde o pico ósseo até aos 80 anos de idade, nos indivíduos inativos representa 85% e 69% de risco de fratura osteoporótica para o sexo feminino e masculino respetivamente. Mulheres inativas fumadoras obtiveram uma perda de DMO de 45.7% e mulheres ativas não fumadoras apresentaram uma diminuição de DMO de 34.4%, nos homens a perda mineral óssea correspondente foi de 15.9% e 25.9%.
-------------------------	------------	---	---

2.2.2. Hidroginástica

De acordo com Colado Sánchez e Moreno Murcia (2001) a hidroginástica surge da conjugação entre as atividades de grupo em terra com as atividades aquáticas, sendo estas caracterizadas por qualquer modalidade ou exercício físico realizado dentro de água. Trata-se de uma modalidade fundamentada no conceito de *fitness*, com o objetivo geral de melhoria da saúde sob a perspetiva fisiológica e funcional. Além dos objetivos fisiológicos, a hidroginástica acarreta também benefícios psicológicos e sociais.

Para Soler Villa e Jimeno Calvo (1998) a hidroginástica consiste em adaptar movimentos e exercícios que normalmente se fazem no meio terrestre, aproveitando os benefícios e características do meio aquático. Envolve exercícios de MS e MI e tronco de uma forma constante graças à quase completa imersão do corpo.

A hidroginástica pode ser realizada em zonas profundas (*deepwater*) ou em zonas rasas. Neste caso a superfície da água deve estar próxima do apêndice xifóide o que permite uma condição de maior equilíbrio na realização dos exercícios. O meio aquático permite a realização de movimentos com o corpo na vertical, horizontal e transitando entre estes equilíbrios, o que, recorrendo ou não a material de apoio, aumenta exponencialmente o leque de opções e de graus de dificuldade, não exigindo o domínio excelente do meio aquático ou saber nadar (AEA, 2001). Desta forma e devido às características especiais da água, é passível de incluir uma maior variedade de populações que de outro modo não poderiam praticar exercício físico. São exemplo populações como os mais idosos ou de risco, que têm a sua condição física diminuída derivado a patologias como a osteoporose, doença pulmonar crónica ou asma, com sérios limites relativamente à prática desportiva (AEA, 2001; Barbosa, 2000; Colado Sánchez e Moreno Murcia, 2001; Gaines, 1993).

Soler Villa e Jimeno Calvo (1998) alertam que o exercício no meio aquático está especialmente indicado para populações com menor mobilidade e até algumas limitações causadas por enfermidades. No entanto, a prática de atividades no meio aquático está contra-indicada a populações portadoras de:

otite, sinusite, problemas dermatológicos, conjuntivite, osteoporose severa, alergias respiratórias ao ambiente da piscina, doenças crônicas não controladas ou doenças crônicas ou agudas com proibição de exercício físico no geral.

De acordo com Barbosa (2000) e Fomina (2009) o meio aquático apresenta várias vantagens para a prática de exercício físico, quando comparado com o meio terrestre. Além da diminuição do efeito da força da gravidade, há uma facilitação na execução dos movimentos, bem como um aumento da carga aplicada. Para os autores, o meio aquático permite a execução de atividades diferentes que em terra poderiam colocar a integridade física do indivíduo em risco, tal como saltos, rotações, grandes amplitudes, entre outros. Como referimos, as especiais características da água tornam a hidroginástica uma modalidade mais acessível a populações especiais, com a obesa ou com limitações articulares ou algum tipo de paralisia, facilitando a exercitação. Estas características condicionam também os exercícios ou tipos de aulas a realizar consoante os alunos, bem como a intensidade e volume de cargas a aplicar. Assim, faremos uma breve abordagem às mesmas.

A força de impulsão hidroestática é igual ao peso do volume de água deslocada pelo objeto imerso e atua verticalmente em oposição à força da gravidade, sendo responsável pela flutuabilidade do indivíduo (Aboarrage, 2003; AEA, 2001; Barbosa, 2000). De acordo com Colado Sánchez e Moreno Murcia (2001) a força de impulsão hidrostática reduz o impacto no solo, favorecendo a duração e intensidade da aula e o acesso a indivíduos com problemas articulares ou circulatórios, com obesidade ou osteoporose. Além disso, favorece o relaxamento muscular, também graças à temperatura da água, aumento da pressão hidrostática, entre outros, e favorece a amplitude e facilidade de movimentos pela diminuição do peso corporal e relaxamento e estabilização das articulações, permitindo o acesso de populações com limitações ambulatorias. A pressão hidrostática obedece à lei de Pascal que diz que a pressão da água é exercida de igual modo em toda a superfície do corpo imerso, aumentando proporcionalmente com a profundidade e a densidade do líquido (Aboarrage, 2003), deste modo, aumenta a capacidade ventilatória pela

ação que realiza nos músculos respiratórios (abdominais, diafragmáticos e intercostais), além de facilitar a manutenção da posição vertical e o risco de quedas durante o exercício, melhorar o retorno venoso e a estabilização das articulações e evitar as sensações de fadiga e sobrecarga. Em extensão, revela-se um treino mais global já que estimula mais os MI, MS e tronco, que estão preteridos nalgumas modalidades de terra, como a aeróbica (Colado Sánchez e Moreno Murcia, 2001). As forças de arrasto hidrodinâmico são responsáveis pelo aumento da intensidade das cargas na exercitação e existem 3 tipos: de pressão, de fricção e de onda (Vilas-Boas et al., 2010).

Encontra-se em literatura, mais de carácter não científico, a referência aos benefícios do meio aquático para a prática de exercício físico. No entanto, estes factos não são passíveis de comprovação por ausência de fundamentação científica.

A hidroginástica favorece um desempenho tecnicamente mais correto e seguro, melhorando a postura, quer na realização dos exercícios, quer no dia a dia e reduz a frequência cardíaca, apesar de não influenciar substancialmente na frequência cardíaca de repouso (Colado Sánchez e Moreno Murcia, 2001).

De acordo com Barbosa (2000) a manutenção de uma postura correta é determinante para o alcance dos objetivos das aulas, já que aumenta a eficiência da execução dos exercícios ao mesmo tempo que diminui o risco de lesões. Aboarrage (2003) menciona que a qualidade de movimentos numa aula depende não só de uma postura correta, como também de uma ótima amplitude de movimentos que devem ser preparados de acordo com as características da água tão diferentes do meio terrestre.

Para Colado Sánchez e Moreno Murcia (2001) o exercício aquático deve reger-se pelos princípios do treino no meio terrestre, obtendo assim todos os benefícios decorrentes do exercício no meio terrestre, desde que se tenham sempre em conta as características da água.

De acordo com Barbosa (2000) e Gaines (1993) uma aula de hidroginástica deve ter a duração de cerca de 55 minutos: 3 a 5 min de

aquecimento térmico, 3 a 5 min de pré-alongamentos, 20 a 30 min de condicionamento cardiorespiratório, 5 a 15 min de condicionamento muscular e 5 a 10 min de alongamentos finais. E segundo Aboarrage (2003), uma sessão de hidroginástica deve ter a duração de 45 min a 1 hora, dividindo-se a aula em 3 fases: aquecimento, parte específica e relaxamento.

O aquecimento tem como objetivo preparar o organismo para a sessão, em que devem estar presentes exercícios poliarticulares de grande amplitude envolvendo todos os grandes grupos musculares, com particular ênfase, os mais solicitados na fase seguinte (Aboarrage, 2003). Desta forma, promovemos o aumento do metabolismo e da temperatura corporal, a frequência cardíaca e respiratória elevando o consumo de oxigênio e o fluxo sanguíneo para os músculos e a lubrificação articular (Aboarrage, 2003; Barbosa, 2000). O aquecimento deve ter a duração de 5 a 15 min e deve incluir exercícios de alongamentos introduzidos gradualmente de modo a prevenir a ocorrência de lesões.

Para Aboarrage (2003), a parte específica da aula depende do objetivo da sessão e das capacidades físicas tidas como alvo e a sua duração varia entre 25 a 45 min. Envolve um condicionamento cardiorrespiratório, cujos objetivos passam pelo desenvolvimento do sistema cardiorrespiratório e diminuição da percentagem de MG (Barbosa, 2000) e um condicionamento muscular, que consiste no desenvolvimento da força dos diversos grupos musculares, principalmente a força resistente (Aboarrage, 2003).

O objetivo da parte final da aula prende-se com o desenvolvimento da flexibilidade e o retorno gradual à calma. No relaxamento pretendemos recuperar do esforço e retornar ao estado de repouso, reduzindo as atividades metabólicas e tem a duração de 5 a 15 min (Aboarrage, 2003).

Os princípios metodológicos implicam uma duração entre 20 e 60 min através do método contínuo, em que a intensidade do exercício aumenta gradualmente até ao objetivo máximo reduzindo também progressivamente, ou do método intervalado, em que após atingir a zona alvo através de um aumento de intensidade progressivo, são alternadas séries de menor com maior intensidade (Aboarrage, 2003). A *Aquatic Exercise Association* (AEA) (2001)

refere ainda o método de trabalho em circuito, que normalmente é realizado em estações com exercícios unicamente aeróbios ou de força ou resistência muscular ou utilizando combinações destes.

Segundo Barbosa (2000), existem vários formatos de aula que dependem dos objetivos das aulas, do material de apoio utilizado ou do método. Alguns exemplos, fundamentalmente comerciais, das muitas variantes são a dança aquática, o *deepwater*, o *jogging* aquático, o *step* aquático, a aula de localizada e as atividades em estações (Aboarrage, 2003; AEA, 2001; Barbosa, 2000).

A música numa aula de hidroginástica traz benefícios acrescidos, além de motivar para a prática, facilita a contagem do tempo de execução dos exercícios bem como a sua velocidade de execução.

Para uma realização de movimentos adequada ao meio aquático a AEA (2001) sugere que a música deve ter entre 125 e 150 batimentos por minuto (bpm) e existem 3 velocidades de execução dos movimentos, de acordo com a interpretação dos bpm:

- Tempo de terra: 1 movimento realizado de acordo com a batida da música (1,2,3,4,5,6,7 e 8);
- Tempo de água: 1 movimento realizado a cada 2 bpm da música (1,3,5 e 7...);
- Meio tempo de água: 1 movimento realizado a cada 4 bpm (1 e 4).

Outra forma de variação dos movimentos definida pela AEA (2001) vai de encontro à posição do corpo e apoios do indivíduo:

- Apoio: apoio permanente de alguma parte do corpo;
- Ressalto: com alternância de momentos com apoio;
- Suspensão: sem apoios.

Aboarrage (2003), a AEA (2001) e Barbosa (2000) classificam os tipos de equipamentos de apoio de modos diversos, de acordo com as suas características materiais como a sua densidade. Os autores referem termos

como equipamento de sustentação/impulsão, de peso, indutor de arrasto/resistidos, de flutuação, de borracha/elástico e *step* aquático.

O equipamento de impulsão, apresenta baixas densidades de forma a flutuar, resultando num aumento da resistência do movimento realizado para baixo (fundo da piscina), ou seja, contra a força de impulsão como por exemplo os *noodlles* e os halteres.

O material com peso acrescenta resistência aos movimentos ascendentes, contra a força da gravidade, devido à sua densidade superior à do meio aquático, que é o caso dos halteres com peso.

O equipamento de sustentação, ao suportar o peso dos sujeitos, mantendo-os à superfície da água (graças à extremamente baixa densidade do seu material), permite-lhes a adoção da posição suspensa. São exemplos os cintos e os coletes.

Os materiais de borracha, normalmente denominados de elásticos aplicam o conceito de elasticidade para a resistência que provocam. Tal como no meio terrestre, a resistência deste equipamento aumenta de acordo com o afastamento entre as suas extremidades.

O material indutor de arrasto apresenta uma densidade similar à da água. Assim, não sofre grande influência da força hidrodinâmica mas aumenta a resistência ao movimento, independentemente da direção ou sentido do mesmo, através do aumento da área de superfície e consequentemente do arrasto e da turbulência. Engloba equipamentos acessórios como as luvas ou os *aquafins*.

Existem ainda outros tipos de equipamentos indiferenciados como as bicicletas, os *steps* ou os mini-trampolins.

Em termos genéricos, podemos definir o material como flutuador, com capacidade de sustentar os sujeitos (por exemplo os cintos), ou flutuante, com características de sustentação, responsável pelo aumento da força de arrasto na realização dos movimentos.

2.2.3. Efeito da hidroginástica na composição corporal e na força dos membros inferiores

As modalidades aquáticas parecem pouco influenciar a osteogênese, devido à diminuição da pressão e do peso, no entanto devem ser indicadas a indivíduos sem tolerância a cargas e impacto, tratando-se de atividades adequadas para a prevenção de risco de quedas e estimulação do sistema muscular (Lindsay e Cosman, 2008; Nichols et al., 2002; Rivlin, 2007; South-Paul, 2001). Em oposição, Colado Sánchez e Moreno Murcia (2001) mencionam que as populações osteoporóticas são beneficiadas com o exercício aquático já que se sujeitam a cargas, facilitando a deposição do cálcio, evitando o impacto prejudicial que se produz no meio terrestre.

De acordo com Colado Sánchez e Moreno Murcia (2001), o treino de força na hidroginástica favorece a deposição de cálcio devido às forças constantes a que o músculo é submetido, aumenta o rendimento reduzindo o risco de lesões, amplia a independência pela diminuição do risco de quedas e eliminação de medos. Por outro lado, incrementa o metabolismo basal, tornando-se um elemento chave no combate à obesidade, controlando e até diminuindo a %MG e melhora a eliminação de lípidos no sangue e diminui a tensão arterial. Gaines (1993) refere que 1 hora de caminhada na água traduz-se num dispêndio energético até 525 cal, e apenas 240 cal são dispendidas na caminhada em terra, com o benefício da diminuição do risco de lesões e sensação de calor e suor.

Neste subcapítulo procederemos a uma breve abordagem aos estudos existentes no contexto da hidroginástica, da CC e da força muscular (Quadro 8)

Quadro 8. Compilação de alguns estudos referentes à influência da hidroginástica na composição corporal e força muscular..

É de salientar que a maioria dos estudos encontrados foram realizados com mulheres com idades mais avançadas, representando assim uma grande lacuna na área no contexto de idades mais jovens e adultas pela escassez de investigações e literatura que relacione estas realidades.

Por outro lado, o estudo da influência de equipamentos de apoio não parece largamente explorado, tendo encontrado poucas investigações neste

contexto, quer em número quer a nível de especificidade do material utilizado (Candeloro e Caromano, 2007; Colado et al., 2009a; Colado et al., 2009b; Cardoso et al., 2004 e Kruel et al., 2005 cit. por Gonçalves, 2008; Tokmakidis et al., 2008; Tsourlou et al., 2006; Volaklis et al., 2007).

Quadro 8. Compilação de alguns estudos referentes à influência da hidroginástica na composição corporal e força muscular.
 Legenda: ♂ sexo masculino; ♀ sexo feminino.

Autor (data)	Amostra	Objetivos	Resultados/Conclusões
Ruoti et al. (1994)	20 ♀ ♂ GC (GC): 10 ♀ 2 ♂ 65 ± 5.29 anos Grupo experimental (GE): 5 ♀ 3 ♂ 56 ± 6.78 anos	Determinar os efeitos de um programa aquático, que não natação na resistência muscular, %MG e capacidade cardiorrespiratória de indivíduos mais velhos.	O GE apresentou uma melhoria das variáveis analisadas frequência cardíaca de repouso, frequência cardíaca máxima, consumo máximo de oxigênio (VO ₂ máx) e capacidade de trabalho em meio aquático. A variável %MG não sofreu alterações após o protocolo experimental. O exercício físico em meio aquático, que não natação, representa uma forma de melhorar a capacidade cardiorrespiratória e a capacidade de realizar habilidades motoras nos idosos.
Taunton et al. (1996)	41 ♀ 70.0 ± 3.2 anos	Comparar a influência de um programa generalizado de exercícios aquáticos e um programa de exercício de terra na melhoria da capacidade cardiovascular, força, flexibilidade e CC em idosos.	Os 2 programas de exercícios provocaram melhorias semelhantes no VO ₂ máx. Nenhum grupo obteve benefícios ao nível da flexibilidade, força e CC, o que mostra que os exercícios escolhidos não eram suficientemente específicos para provocar alterações substanciais.
Bravo et al. (1997)	86 ♀	Aferir o efeito de um programa de saltos em meio aquático e exercício muscular em mulheres com osteopenia.	Ocorreu melhoria da resistência cardiovascular, força e resistência muscular, agilidade e flexibilidade. Observou-se uma estabilização da perda mineral óssea no fêmur e pescoço, mas nenhuma alteração no processo de perda de DMO na região lombar.
Pereira (1999)	11 ♀ 42.4 ± 5.9 anos	Determinar os benefícios de um programa de hidroginástica na promoção da saúde (aptidão cardiorrespiratória, CC e perfil sanguíneo).	O programa originou melhorias a nível da capacidade cardiorrespiratória e da CC Não foram observadas diferenças ao nível do perfil lipídico sanguíneo.

Gubiani et al. (2001) cit. por Gonçalves (2008)	62 ♀ 60 – 80 anos	Estudar os efeitos de um programa de hidroginástica em indicadores antropométricos.	O programa revelou influenciar na redução da massa corporal total e nos perímetros da cintura, glúteos e gêmeos.
Silva (2001)	GC: 20 ♀ 70 ± 9.1 anos GE: 28 ♀ 69 ± 6.5 anos	Observar a influência de um programa de hidroginástica na DMO em mulheres com osteopenia ou osteoporose.	Em consequência do programa de hidroginástica ocorreu uma diminuição de perda mineral óssea.
Muller et al. (2002) cit. por Gonçalves (2008)	27 ♀ Idosas	Avaliar a eficiência de um programa de treino de força em hidroginástica.	A hidroginástica favorece o desenvolvimento da força máxima dinâmica dos flexores horizontais do ombro.
Silva e López (2002) cit. por Corrêa e Massetto (2010)	77 ♀ Pós-menopausa	Verificar a influência de um programa de corrida em água rasa em mulheres com osteopenia ou osteoporose.	Os sujeitos evidenciaram uma melhoria de DMO no fêmur e coluna lombar em 60 e 70%, respectivamente.
Takeshima et al. (2002)	30 ♀ 60 – 75 anos	Investigar a influência de um programa de exercício aquático na força, flexibilidade, capacidade cardiorrespiratória, MG corporal e colesterol.	O programa de exercício aquático permitiu o incremento da força, capacidade cardiorrespiratória e flexibilidade e a redução da MG corporal e dos níveis de colesterol, concluindo que este é um tipo de exercício seguro e benéfico no desenvolvimento da saúde em mulheres idosas.
Driver et al. (2004)	8 ♂ 8 ♀ 33 – 45 anos (37.65 ± 2.34 anos)	Determinar o efeito de um programa de exercício aquático na aptidão física (capacidade cardiorrespiratória, CC, força e resistência muscular e flexibilidade) de indivíduos portadores de lesões cerebrais.	O exercício aquático provocou modificações positivas na aptidão física do grupo em detrimento do GC que não obteve alterações nos parâmetros avaliados. O exercício aquático parece influenciar positivamente na melhoria da aptidão física com impacto nas capacidades funcionais para a realização das atividades da vida diária.

Cardoso et al. (2004) cit. por Gonçalves (2008)	34 ♀ 35 – 75 anos	Averiguar o efeito de um programa de força muscular em água profunda, com e sem material indutor de arrasto, nos flexores e extensores do cotovelo e adutores da anca.	O programa de treino de força muscular com material indutor de arrasto contribuiu para a melhoria da força dos músculos solicitados.
Robinson et al. (2004)	32 ♀ 20 anos	Comparar o efeito de um programa de exercício de saltos na água com um de saltos em terra na potência e força dos músculos reto e bicíptes femoral (com consequente aumento da massa muscular).	Os programas revelaram os mesmos resultados, no entanto o grupo que realizou o programa na água demonstraram menores dores musculares e menor sensibilidade à dor.
Kruel et al. (2005)	34 ♀ 38 – 67 anos	Analisar o efeito do trabalho de força na hidroginástica, com e sem material indutor de arrasto.	O trabalho de força na hidroginástica permite a melhoria desta capacidade em todos os grupos musculares avaliadas, com e sem recurso a material indutor de arrasto.
Gappmaier et al. (2006)	38 ♀ Obesas	Verificar a veracidade da sugestão que o exercício aquático é menos eficaz que o exercício em terra para a redução da MG corporal, comparando o efeito de 2 tipos de programas: 1) caminhada em terra; 2) natação; e 3) caminhada em água rasa.	Não existiram diferenças nos resultados obtidos pelos 3 grupos quanto à sua influência na CC (todos produziram uma redução do peso corporal de cerca de 5.9 kg e uma diminuição de 3.7%MG). Não existem diferenças entre o treino na água e em terra, desde que sejam utilizadas intensidades, durações e frequências de treino semelhantes.
Saavedra et al. (2006) cit. por Gonçalves (2008)	22 ♀ 20.6 ± 1.0 anos	Avaliar a influência de um programa de hidroginástica na aptidão física associada à saúde.	O programa de hidroginástica demonstrou influenciar na redução de MG e no aumento da flexibilidade, força manual e abdominal, equilíbrio e potência.

Tsourlou et al. (2006)	22 ♀ ≥ 60 anos	Determinar a eficiência de um programa aquático, englobando trabalho aeróbio (25min) e trabalho de resistência com material indutor de arrasto (20min), na capacidade aeróbia, resistência muscular, flexibilidade e mobilidade funcional em mulheres com idades superiores a 60 anos.	Após o programa de exercício as capacidades de força analisadas aumentaram entre 10 e 30%. O grupo que realizou o programa observou um aumento de MM de 3.4% enquanto o GC não obteve alterações a este nível.
Caneloro e Caromano (2007)	31 ♀ 65-70 anos	Aferir os efeitos de um programa de hidroterapia na flexibilidade e na força muscular de idosas sedentárias.	O programa de hidroterapia produziu melhorias ao nível da flexibilidade e da força muscular dos músculos quadricíptes femoral, isquiotibiais, bíceps braquial, peitoral maior e médio e deltóide médio. Nos músculos abdominais, glúteos e iliopsoas não se observaram alterações de força muscular. Os resultados revelaram-se semelhantes a outros estudos realizados em terra.
Nagle et al. (2007)	44 ♀ 40.3 ± 6.8 anos	Comparar o efeito de um programa de caminhada com um programa combinado de caminhada e hidroginástica, na massa corporal total de obesas.	O programa combinado de caminhada e exercícios aquáticos demonstrou representar uma alternativa eficiente ao programa de caminhada.
Rocha et al. (2007)	13 ♂ 7 ♀ 22 ± 7 anos	Observar as modificações causadas por um programa de força em meio aquático na CC (MM), flexibilidade, VO ₂ máx, força e hipertrofia muscular.	O programa de força não induziu alterações na massa corporal e na MM O programa revelou eficiência no incremento da força máxima dinâmica dos MS e MI. Ocorreram melhorias ao nível da flexibilidade, potência abdominal, VO ₂ máx e resistência muscular.

Saavedra et al. (2007)	20 ♀ 43.1 ± 9.7 anos	Aferir os benefícios de um programa de hidroginástica de médio impacto na qualidade de vida e aptidão física associada à saúde.	O programa de hidroginástica influenciou positivamente no aumento da qualidade de vida e da capacidade cardiorrespiratória e na redução da massa corporal total e na %MG.
Stemm & Jacobson (2007)	21 ♂ 24 ± 2.5 anos	Averiguar as diferenças de resultados decorrentes de um programa de treino pliométrico de força em terra e na água.	Não foram encontradas diferenças entre os resultados dos 2 ambientes de treino, o que sugere que o treino pliométrico de força na água é eficiente com o benefício de reduzir o impacto das cargas a nível articular e ósseo característico deste tipo de treino em terra.
Volaklis et al. (2007)	GC: 10 ♂ 51 ± 3.0 anos Grupo de terra: 12 ♂ 58 ± 3.0 anos Grupo de água: 12 ♂ 53 ± 4.0 anos	Comparar os resultados de um programa de exercício físico combinado (aeróbio e resistência) em terra e em meio aquático em indivíduos com doença coronária	O exercício físico que combina treino aeróbio e de resistência parece produzir melhorias ao nível da CC, da força e da capacidade cardiorrespiratória, do nível de colesterol total e de triglicerídeos, independentemente do meio em que é praticado (terrestre ou aquático).
Kaneda et al. (2008)	9 ♂ 24.9 ± 2.2 anos	Investigar a atividade das extremidades inferiores musculares durante a caminhada em água profunda, água rasa e em terra.	A percentagem máxima de contração muscular voluntária (%MCMV) do solear e gastrocnémio medial no retorno da perna atrás foi inferior no exercício em água profunda do que em terra e água rasa. A %MCMV do vasto lateral no movimento à frente foi inferior na água do que em terra. A %MCMV do bíceps femoral foi superior em água profunda do que em terra e água rasa. Os resultados sugerem que o trabalho em água profunda pode estimular os músculos extensores do joelho.

Rotstein et al. (2008)	35 ♀ Pós-menopausa	Aferir a influência de um programa de hidroginástica na DMO de mulheres após a menopausa.	O protocolo experimental induziu melhorias ao nível do CMO. Apesar de as alterações ocorridas no âmbito da DMO não terem sido significativas no GE, a tendência revelou que esta bateria de exercícios promoveu a manutenção ou melhoria do estado do osso, em detrimento do GC que sofreu uma tendência para a deterioração do osso. É possível induzir melhorias no estado do osso de mulheres após a menopausa através de programas de hidroginástica.
Colado et al. (2009a)	20 ♂ (terminaram o estudo 12) 21.2 ± 1.17 anos	Averiguar o efeito de um programa de curto prazo de resistência aquática na CC e resistência muscular de jovens adultos.	O programa de exercício aquático demonstrou produzir alterações significativas ao nível do crescimento muscular, em resistência e força, como também da MM (aumento da área ocupada). O exercício aquático parece ser uma excelente forma de exercício de resistência.
Colado et al. (2009b)	46 ♀ Sedentárias GC: 10 ♀ 52.9 ± 1.9 anos Grupo de exercício aquático: 15 ♀ 54.7 ± 2.0 anos Grupo de exercício aquático com bandas elásticas: 21 ♀ 54.0 ± 2.8 anos	Comparar os efeitos de um programa de resistência de hidroginástica com um programa aquático com material de apoio (bandas elásticas) na aptidão física e em marcadores de saúde cardiovascular de adultas na menopausa.	Os grupos que realizaram o programa aquático sem bandas elásticas observou uma diminuição de 14.56%MG e o que realizou o programa com o material reduziu cerca de 11.97%MG. Os grupos obtiveram um acréscimo de MIG de 2.88 e 1.22%, respetivamente e um aumento nos resultados de todos os parâmetros associados à aptidão física analisados.
Duarte (2009)	150 indivíduos GC: 30 Grupo Hidroginástica /Deepwater: 60/60	Averiguar os efeitos da hidroginástica e do <i>deepwater</i> na aptidão física e CC dos praticantes.	Os 2 grupos experimentais observaram melhorias ao nível da %MG, mais relevantes no grupo da hidroginástica O grupo de hidroginástica em água profunda obteve um acréscimo de força de MI e MS, força média e VO ₂ máx. Nenhum grupo revelou melhorias ao nível da MM e pregas abdominal e peitoral.

Greene et al. (2009)	57 (25 ♂ e 32 ♀) 44 ± 2 anos	Comparar os efeitos de um programa de exercício em passeadeira em terra e na água em adultos com excesso de peso ou obesidade.	Os programas mostraram-se indicados e capazes de melhorar a capacidade aeróbia e CC em indivíduos sedentários. Os 2 programas revelaram efeitos positivos na diminuição do peso corporal, MG e %MG. O programa aquático revelou maiores benefícios no incremento de MM.
Sato et al. (2009)	22 indivíduos ≥ 65 anos Grupo 1xsemana: 10 (2 ♂ e 8 ♀) Grupo 2xsemana: 12 (3 ♂ e 9 ♀)	Aferir os resultados de um programa de exercício aquático, com a frequência de 1 vez e 2 vezes por semana, na saúde associada à qualidade de vida em idosos.	Ambos os programas revelaram eficácia no controlo da deterioração da qualidade de vida associada à idade, especialmente o programa bi-semanal. O mesmo se evidenciou no que diz respeito aos extensores do joelho.
Tokmakidis et al.(2008)	21 indivíduos GC: 10 indivíduos 50.8 ± 9.4 anos GE: 11 indivíduos 52.4 ± 11.8 anos	Averiguar o efeito de um programa de exercício aquático em indivíduos com doença coronária.	O exercício aquático revelou ser seguro e produzir benefícios fisiológicos e musculares em indivíduos com doença coronária, no entanto estes efeitos apenas se revelam enquanto existe uma prática continuada de exercício físico. O grupo apresentou uma melhoria nos valores de força de 7%.

3. Objetivos e Hipóteses

Com este estudo pretendemos determinar o efeito de um programa de hidroginástica, composto por exercícios realizados com e sem material indutor de arrasto, na CC e na força muscular dos MI.

As hipóteses do estudo são as seguintes:

1. A MG diminui depois de aplicar um programa de exercício aquático, sendo a redução superior quando se utiliza material indutor de arrasto.
2. A %MG corporal diminui na sequência de um programa de exercício aquático, sendo a diminuição superior quando se utiliza material indutor de arrasto.
3. A MM sofre um acréscimo na sequência da aplicação de um programa de exercício aquático, incremento este que é mais acentuado quando se recorre a material indutor de arrasto.
4. O CMO aumenta após a aplicação de um programa de exercício aquático, sendo o acréscimo superior quando há recurso a material indutor de arrasto.
5. A AC diminui no seguimento de um programa de exercício aquático, sendo a diminuição maior quando se recorre a material indutor de arrasto.
6. A MT sofre uma redução após um programa de exercício aquático, que é mais acentuada quando se recorre à utilização de material indutor de arrasto.
7. A força muscular dos MI aumentam na sequência da aplicação de um programa de exercício aquático, revelando-se o aumento maior quando se recorre ao uso de material indutor de arrasto.

4. Metodologia

4.1. Amostra

Para a realização do estudo foram constituídos 2 grupos experimentais. O grupo experimental 1 (G1) realizou o programa de exercício sem recurso a material indutor de arrasto, sendo constituído por 13 indivíduos, com uma média de idades de 49.62 ± 8.67 anos, 155.69 ± 6.53 cm de altura e 68.27 ± 9.63 kg de peso. O grupo experimental 2 (G2) participou no programa de hidroginástica utilizando luvas e caneleiras, que podem ser observadas na Figura 2. Foi constituído por 9 elementos com 35.44 ± 10.64 anos de idade, 160.23 ± 6.77 cm de altura e 63.05 ± 6.59 kg de peso. A altura e o peso dos sujeitos da amostra foram determinados utilizando um estadiómetro SECA 220, anexado a uma balança SECA 708.



Figura 2. Material indutor de arrasto utilizado no protocolo experimental.

Todos os elementos da amostra eram praticantes regulares de hidroginástica há pelo menos 3 meses e participaram voluntariamente no estudo, tendo sido previamente informados dos objetivos e procedimentos do mesmo.

4.2.Procedimentos metodológicos

Foram realizadas 2 sessões semanais de hidroginástica com a duração de 45 min, perfazendo um total de 25 sessões, durante 13 semanas. Todas as aulas aconteceram na piscina municipal de Amarante à mesma hora (das 20 horas às 20 horas e 45 minutos).

O ritmo dos exercícios foi condicionado por música ritmada a 132 bpm, tendo-se executado um movimento por cada 2 bpm (tempo de água) exceto no retorno à calma, durante o qual os exercícios foram realizados a um ritmo musical inferior e variável.

Cada sessão foi dividida em 4 partes: ativação geral, segmento aeróbio, segmento localizado e retorno à calma.

A ativação geral e o segmento aeróbio tiveram a duração total de 16 min e consistiram em exercícios aeróbios realizados a intensidade moderada a intensa, ou seja, entre os níveis 13 e 15 na EPSE de Borg (Aboarrage, 2003; Borg, 2000; Gonçalves, 2008). Foi objetivo deste segmento desenvolver a resistência cardiovascular dos sujeitos e induzir alterações da CC, particularmente no que se refere à redução de MG.

O segmento localizado foi composto por uma sequência de movimentos previamente definidos e teve a duração total de 24 min. Cada exercício de MI foi repetido durante 2 min, mantendo as palmas das mãos paralelas ao sentido do movimento de modo a minimizar a força de arrasto (Figura 3). Cada exercício de MS teve a duração de 1 min, tendo os sujeitos mantido os MI estáticos (Figura 4). A ordem de execução dos movimentos foi aleatória de sessão para sessão, alternando-se sempre os exercícios de MI com os exercícios de MS. Foi objetivo deste segmento desenvolver a força muscular e induzir o aumento do CMO.

Figura 3. Descrição dos movimentos executados com os membros inferiores, no segmento localizado das aulas de hidroginástica, e imagens correspondentes. Os exercícios estão diferenciados através de numeração ordinal, precedida de MI (membros inferiores).

Os grupos musculares associados a cada movimento são:

- **Flexão da coxa:** costureiro, ilíaco, grande psoas, pectíneo e reto femural.
- **Extensão da coxa:** grande nadegueiro, bicípite crural (longa porção), semi-tendinoso e semi-membranoso.
- **Flexão da perna:** bicípite crural, semi-tendinoso, reto interno, costureiro, gêmeos, semi-membranoso, plantar delgado e poplíteo.
- **Extensão da perna:** reto femural, vasto externo, vasto interno, vasto intermédio e tensor da fáscia lata.
- **Abdução da coxa:** médio nadegueiro, pequeno nadegueiro, grande nadegueiro (fibras superiores), costureiro e tensor da fáscia lata.
- **Adução da coxa:** médio adutor, curto adutor, grande adutor, pectíneo e reto interno.
- **Flexão plantar:** gêmeo interno, gêmeo externo, solear, longo peroneal lateral, curto peroneal lateral e plantar delgado.
- **Extensão plantar (flexão dorsal):** tibial anterior, extensor comum dos dedos e extensor próprio do dedo grande

Exercício MI1



a



b

Descrição: flexão da coxa (**a**) sobre o tronco com posterior extensão da perna sobre a coxa (**b**), alternadamente. No momento em que um MI está a retornar à posição inicial o outro inicia o seu movimento.

Exercício MI2



c



d

Descrição: abdução dos MI (**c**) seguida de adução dos mesmos (**d**). Os MI devem manter-se predominantemente em extensão, com a articulação do joelho relaxada e ligeiramente fletida.

Exercício MI3



e



f

Descrição: afastamento antero-posterior simultâneo dos MI. Enquanto um MI se movimenta para a frente o outro desloca-se para trás e vice-versa. O movimento é realizado com a articulação do joelho ligeiramente fletida.

Exercício MI4



g



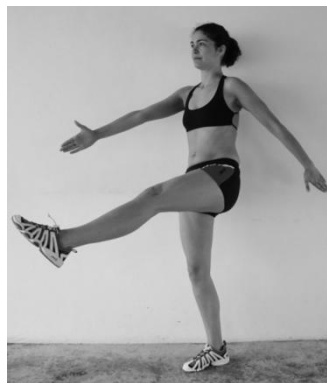
h

Descrição: flexão da coxa sobre o tronco (g) seguida de extensão do joelho em direção ao solo (h), alternadamente e com manutenção do pé em flexão dorsal. Cada MI inicia o seu movimento quando o outro está a chegar à posição inicial.

Exercício MI5



i



j

Descrição: flexão da coxa sobre o tronco (i) com posterior extensão (j) e flexão (i) da perna sobre a coxa durante 32 tempos musicais (16 repetições em tempo de água), seguida de extensão da coxa sobre o tronco. O joelho mantém-se elevado durante as repetições. Cada MI inicia o seu movimento enquanto o outro retorna à posição inicial.

Exercício MI6



I



m

Descrição: abdução dos MI (**I**) seguida de junção adução cruzada dos mesmos (**m**). Na repetição do movimento alterna-se o MI que cruza pela frente do outro. O movimento é realizado com a articulação do joelho relaxada e ligeiramente fletida.

Exercício MI7



n



o

Descrição: abdução da coxa seguida de flexão lateral da coxa sobre o tronco e da perna sobre a coxa (**n**) seguida de extensão (**o**) e flexão (**n**) do joelho durante 8 tempos musicais (4 repetições em *tempo de água*). O joelho mantém-se elevado durante as repetições. Cada MI inicia o seu movimento enquanto o outro retorna à posição inicial.

Exercício MI8



p



q

Descrição: flexão (**p**) e extensão (**q**) da perna sobre a coxa durante 32 tempos musicais (16 repetições em tempo de água). O joelho mantém-se no alinhamento vertical da articulação coxo-femural, ocorrendo uma flexão da perna, que aproxima o calcanhar dos glúteos, seguida da sua extensão para retorno à posição inicial. O pé realiza flexão plantar durante o trajeto da flexão da perna e extensão plantar no movimento inverso.

Figura 4. Descrição dos movimentos executados com os membros superiores, no segmento localizado das aulas de hidroginástica, e imagens correspondentes. Os exercícios foram diferenciados através de numeração ordinal, precedida de MS (membros superiores).

Os grupos musculares associados a cada movimento são:

- **Antepulsão do braço:** grande peitoral (feixe clavicular), deltóide (feixe anterior), bícípите braquial e córaco-braquial.
- **Retropulsão do braço:** grande dorsal, grande redondo, tricípите braquial (longa porção) e deltóide (feixe posterior).
- **Rotação externa do braço:** deltóide (feixe posterior), infra-espinhoso e pequeno redondo.
- **Rotação interna do braço:** infra-escapular, grande dorsal, grande redondo, deltóide (feixe anterior) e grande peitoral.
- **Extensão do antebraço:** tricípите braquial e ancônio.
- **Flexão do antebraço:** braquial anterior, bícípите braquial, redondo pronador, longo supinador, grande palmar e pequeno palmar
- **Abdução do braço:** deltóide (feixe médio), supra-espinhoso e bícípите braquial (longa porção).
- **Adução do braço:** grande redondo, grande dorsal, grande peitoral, tricípите braquial (longa porção) e bícípите braquial (curta porção).

Exercício MS1



a



b

Descrição: antepulsão e retropulsão (a e b) do braço, alternadamente. Enquanto um MS se movimenta para a frente o outro desloca-se para trás, orientando a palma da mão na direção do movimento. Ao longo de todo o percurso os MS devem manter-se em extensão, com a articulação do cotovelo relaxada e ligeiramente fletida.

Exercício MS2



c



d

Descrição: abdução dos MS com rotação externa do braço (c) seguida de adução com cruzamento simultâneo à frente do tronco e com rotação interna do braço (d). Ao longo de todo o percurso os MS devem manter-se supinados e em extensão levemente abaixo da linha dos ombros, com a articulação do cotovelo ligeiramente fletida.

Exercício MS3



e



f

Descrição: antepulsão (e) e retropulsão (f) dos braços simultaneamente e em tempo de água. Ao longo de todo o percurso os MS mantêm-se em extensão, com a articulação do cotovelo relaxada e ligeiramente fletida e a palma da mão orientada para trás. O retorno à posição inicial, flexão do braço (e), ocorre de forma descontrainda.

Exercício MS4



g



h

Descrição: flexão (g) e extensão (h) simultânea do antebraço sobre o braço com o cotovelo junto ao tronco e a palma da mão orientada para trás. O movimento de flexão do antebraço ocorre de forma descontrainda.

Exercício MS5



i



j

Descrição: antepulsão (i) e retropulsão (j) dos braços simultaneamente. Ao longo de todo o percurso os MS mantêm-se em extensão, com a articulação do cotovelo relaxada e ligeiramente fletida e a palma da mão orientada para a frente. A extensão do braço (j) ocorre de forma descontrainda.

Exercício MS6



l



m

Descrição: flexão (l) e extensão (m) simultânea dos antebraços sobre os braços com os cotovelos junto ao tronco e a palma da mão orientada para a frente. A extensão do antebraço ocorre de forma descontráida.

Exercício MS7



n



o

Descrição: abdução dos braços (n), seguida da sua adução na zona posterior do tronco(o). Ao longo de todo o percurso os MS mantêm-se em extensão, com a articulação do cotovelo relaxada e ligeiramente fletida e a palma da mão orientada para baixo.

Exercício MS8



p



q

Descrição: abdução alternada dos braços (q). Enquanto um MS retorna à posição inicial descontráidamente o outro inicia o movimento (p). Ao longo de todo o percurso os MS devem manter-se em extensão predominantemente posicionados abaixo da linha dos ombros, com a articulação do cotovelo relaxada e ligeiramente fletida e as palmas das mãos orientadas para trás.

4.2.1. Determinação da composição corporal

Os valores da MG e da %MG, da MM, do CMO, da MT e da AC foram medidos através de *scans* de corpo inteiro por DXA (*Hologic Explore QDR 4500*), utilizando um protocolo de avaliação específico para a medição das componentes da CC, antes e após a aplicação do programa de hidroginástica.

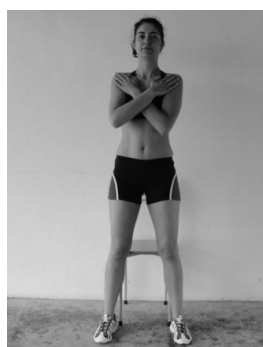
A tecnologia utilizada fornece a informação total e por região corporal. Assim, além dos valores totais, dos quais excluímos os resultados relativos à cabeça, foram obtidos os dados referentes a 5 zonas corporais (MS esquerdo e direito, tronco e MI esquerdo e direito), posteriormente agrupados em 2 regiões, a região apendicular, somando os resultados dos MS com os dos MI, e a região do tronco, representativa da zona abdominal (Marques et al., *in press*).

4.2.2. Determinação da força muscular dos membros inferiores

Para a recolha de dados relativos à força dos MI foram utilizados os testes *30-second Chair Stand* (Rikli e Jones, 1999) e *5 times Chair Stand* (Whitney et al., 2005; Wollacott e Shumway-Cook, 1996). Os testes consistem em levantar e sentar numa cadeira com o assento a 50 cm de altura do chão, mantendo os MS cruzados na frente do peito, sendo um movimento considerado completo quando o sujeito cumpre a sequência de levantar e voltar a sentar (Figura 5). O teste *30-second Chair Stand* consiste em realizar o maior número de repetições do movimento acima descrito durante 30 s. No teste *5-repetitions Chair Stand* cronometra-se o tempo que o indivíduo demora a realizar as 5 repetições.



fase inicial e final



fase intermédia

Figura 5. Testes *30-second Chair Stand* e *5-times Chair Stand*.

Apesar de estes testes serem orientados para populações idosas ou com limitações funcionais, a idade média da amostra e o facto de serem sujeitos muito pouco treinados, pareceram-nos justificar a sua utilização. A acessibilidade e rapidez de aplicação foram também influenciadores na escolha destes testes funcionais, indicadores que nos parecem pertinentes relativamente à informação sobre a capacidade de aplicação de força muscular da amostra.

4.3.Procedimentos estatísticos

A análise exploratória dos dados da amostra precedeu a realização de todos os testes comparativos de médias. As distribuições foram consideradas normais quando os valores de prova do teste *Shapiro-Wilk* se revelaram superiores a 0.05 (amostra com $n < 50$).

Para a comparação das médias obtidas antes e após a aplicação do programa de hidroginástica foi aplicado o teste *t* de *Student* de medidas repetidas. Quando o pressuposto de normalidade amostral não foi cumprido recorremos ao teste não paramétrico de *Wilcoxon* (amostra com $n < 30$).

Para a comparação das médias entre os dois grupos da amostra aplicámos o teste *t* de *Student* de medidas independentes, recorrendo ao teste não paramétrico de *Mann-Whitney* quando se verificou ausência de normalidade das amostras.

Sempre que os resultados obtidos nos testes não paramétricos revelaram o mesmo nível de significado estatístico que os testes paramétricos acima referidos, optámos pela análise dos resultados com base na estatística paramétrica, o que permitiu uma leitura dos dados facilitada, com recurso aos valores médios.

Em todos os testes estatísticos, o nível de significância foi estabelecido em 5%.

5. Resultados

Previamente à apresentação dos resultados obtidos, consideramos pertinente referir que nas amplitudes das diferenças encontradas entre os momentos de avaliação para todos os parâmetros analisados, os SD correspondentes às médias dos valores obtidos pelos sujeitos revelaram-se extremamente elevados e, por vezes, 2 a 3 vezes superiores à própria média. Este facto vem demonstrar e salientar que a resposta dos sujeitos ao protocolo de exercícios dentro de cada grupo experimental, foi caracterizado por uma grande heterogeneidade (Maia et al., 2003; Maia et al., 2004). Esta elevada heterogeneidade de resposta impossibilitou-nos de retirar qualquer conclusão relativa à influência do material indutor de arrasto na CC e na força muscular.

5.1. Massa gorda

No Quadro 9 podemos analisar os valores médios e respetivos desvios padrão da quantidade de MG medida na zona do tronco e nos MS e MI dos 2 grupos experimentais antes e após a aplicação do programa de exercício. Pode observar-se também a amplitude das diferenças encontradas.

Quadro 9. Valores médios e respetivos desvios padrão da quantidade de massa gorda, em gramas (g), medida nos sujeitos dos G1 e G2. Valores referentes às regiões apendicular e do tronco, medidos antes e depois da aplicação do programa de exercício e respetivas amplitudes das diferenças encontradas.

Região	Grupo experimental	Pré-teste (g)	Pós-teste (g)	Amplitude da diferença (g)
Apendicular	G1	12984.95 ± 3331.39	12530.20 ± 3141.25 ^a	-454.75 ± 646.69
	G2	12429.39 ± 1807.56	12159.07 ± 1551.56	-270.32 ± 715.76
Tronco	G1	12306.07 ± 3558.37	11460.24 ± 3010.20 ^a	-845.83 ± 863.47
	G2	8853.01 ± 2031.66 ^b	8541.63 ± 1638.73 ^b	-311.38 ± 851.98
Total	G1	25291.00 ± 6550.05	23990.45 ± 5861.68 ^a	-1300.55 ± 1387.74
	G2	21282.38 ± 3711.71	20700.72 ± 2919.77	-581.66 ± 1425.19

Legenda:

G1 – grupo sem material indutor de arrasto G2 – grupo com material indutor de arrasto

Significativamente diferente, para $p \leq 0.05$, de: ^a pré-teste, ^b G1

Os resultados evidenciaram uma diminuição da MG na região apendicular, do tronco e no total na sequência da aplicação do programa de exercício, para o G1.

O G2 apresentou menores valores de MG na região do tronco em ambos os momentos de avaliação.

5.2. Percentagem de massa gorda

No Quadro 10 estão descritos os resultados médios e respetivos desvios padrão relativos aos valores da %MG total e das regiões apendicular e do tronco e às diferenças encontradas entre o pré e o pós-teste.

Quadro 10. Valores médios e respetivos desvios padrão da percentagem de massa gorda, em gramas (g) medida nos sujeitos dos G1 e G2. Valores referentes às regiões apendicular e do tronco, medidos antes e depois da aplicação do programa de exercício e respetivas amplitudes das diferenças encontradas.

Região	Grupo experimental	Pré-teste (%)	Pós-teste (%)	Amplitude da diferença (g)
Apendicular	G1	166.68± 27.51	163.33 ± 27.43 ^a	-3.35± 3.31
	G2	161.56 ± 13.00	159.81 ± 6.87	-1.74 ± 7.29
Tronco	G1	36.55 ± 6.15	35.35 ± 5.34 ^a	-1.21 ± 1.53
	G2	30.09 ± 3.96 ^b	29.61 ± 3.20 ^b	-0.48 ± 2.03
Total	G1	39.00 ± 5.96	38.02 ± 5.46 ^a	-0.99 ± 1.15
	G2	35.97 ± 2.96	35.48 ± 1.93	-0.49 ± 1.43

Legenda:
G1 – grupo sem material indutor de arrasto G2 – grupo com material indutor de arrasto
Significativamente diferente, para $p \leq 0.05$, de: ^a pré-teste e ^b G1

No que diz respeito à %MG do G1, após a aplicação do programa de exercício, obtivemos uma diminuição em todas as zonas estudadas.

Na região do tronco, observamos que o G1 apresenta valores de %MG superiores ao G2, antes e depois das sessões de hidroginástica. Tal como no ponto anterior, não podemos perceber se a utilização de material indutor de arrasto influencia a variação da %MG devido à grandeza dos SD apresentados na amplitude das diferenças entre os momentos de avaliação.

5.3. Massa não óssea isenta de gordura

No Quadro 11 estão descritos os resultados médios e respetivos desvios padrão antes e após a aplicação do protocolo de exercícios em relação à quantidade de MM, bem como os valores das diferenças encontradas entre os momentos de avaliação. Pela sua análise, observamos que após a aplicação

do protocolo experimental a amostra não revelou diferenças comparativamente ao pré-teste.

Quadro 11. Valores médios e respetivos desvios padrão da quantidade de massa não óssea isenta de gordura, em gramas (g), medida nos sujeitos dos G1 e G2. Valores referentes às regiões apendicular e do tronco, medidos antes e depois da aplicação do programa de exercício e respetivas amplitudes das diferenças encontradas.

Região	Grupo experimental	Pré-teste (g)	Pós-teste (g)	Amplitude da diferença (g)
Apendicular	G1	17092.69 ± 2611.43	17035.93 ± 2387.43	-56.76 ± 954.79
	G2	16302.42 ± 1692.30	16398.09 ± 1855.60	95.67 ± 361.85
Tronco	G1	20355.39 ± 2396.03	20064.27 ± 2357.94	-291.123 ± 956.63
	G2	19773.40 ± 1548.40	19628.80 ± 1797.65	-144.60 ± 707.74
Total	G1	37448.11 ± 4781.70	37100.25 ± 4509.00	-347.854 ± 1802.38
	G2	36075.82 ± 3060.11	36026.87 ± 3418.24	-48.96 ± 861.76

Legenda:

G1 – grupo sem material indutor de arrasto G2 – grupo com material indutor de arrasto

Da mesma forma, os grupos demonstram semelhanças entre si, nos dois momentos de avaliação.

5.4. Conteúdo mineral ósseo

As médias e respetivos desvios padrão dos níveis do CMO, apurados antes e depois das sessões de hidroginástica, estão representadas no Quadro 12. Encontramos simultaneamente as amplitudes das diferenças encontradas entre os momentos de avaliação.

Quadro 12. Valores médios e respetivos desvios padrão do conteúdo mineral ósseo, em gramas (g), medido nos sujeitos dos G1 e G2. Valores referentes às regiões apendicular e do tronco, medidos antes e depois da aplicação do programa de exercício e respetivas amplitudes das diferenças encontradas.

Região	Grupo experimental	Pré-teste (g)	Pós-teste (g)	Amplitude da diferença (g)
Apendicular	G1	902.57 ± 122.33	895.28 ± 113.19	-7.30 ± 31.01
	G2	975.65 ± 123.59	963.76 ± 113.49	-11.88 ± 21.56
Tronco	G1	456.93 ± 26.04	451.41 ± 24.20	-5.52 ± 19.68
	G2	499.31 ± 72.53	500.77 ± 62.07 ^a	1.45 ± 28.88
Total	G1	1359.51 ± 137.21	1346.69 ± 128.98	-12.81 ± 35.68
	G2	1474.96 ± 192.25	1464.53 ± 166.14 ^a	-10.43 ± 40.15

Legenda:

G1 – grupo sem material indutor de arrasto G2 – grupo com material indutor de arrasto

Significativamente diferente, para $p \leq 0.05$, de: ^a G1

Os grupos não apresentaram alteração de resultados relativamente a este parâmetro.

Após a aplicação da bateria de exercícios, verificamos que o G2 revelou incrementos de CMO no tronco e uma diminuição no total, mas também neste caso os SD revelam-se demasiado grandes para apurar a influência do material indutor de arrasto neste aumento/diminuição observados.

5.5. Área corporal

No Quadro 13, conhecemos os valores médios e respetivos desvios padrão da AC total e das regiões estudadas. Observamos também as amplitudes das diferenças encontradas entre os momentos de avaliação.

Quadro 13. Valores médios e respetivos desvios padrão da área corporal, em cm², medida nos sujeitos dos G1 e G2. Valores referentes às regiões apendicular e do tronco, medidos antes e depois da aplicação do programa de exercício e respetivas amplitudes das diferenças encontradas.

Região	Grupo experimental	Pré-teste (cm ²)	Pós-teste (cm ²)	Amplitude da diferença (cm ²)
Apendicular	G1	978.44 ± 78.37	965.82 ± 78.24	-12.62 ± 31.83
	G2	1017.82 ± 91.42	1001.80 ± 87.30 ^a	-16.02 ± 16.52
Tronco	G1	592.20 ± 30.64	576.64 ± 19.60 ^a	-15.56 ± 23.78
	G2	592.54 ± 33.18	587.26 ± 34.55	-5.28 ± 17.71
Total	G1	1570.64 ± 90.70	1542.47 ± 88.03 ^a	-28.18 ± 36.46
	G2	1610.36 ± 116.23	1589.05 ± 114.61 ^a	-21.30 ± 24.16

Legenda:
G1 – grupo sem material indutor de arrasto G2 – grupo com material indutor de arrasto
Significativamente diferente, para p≤0.05, de: ^a pré-teste

Após o protocolo experimental o G1 revelou uma diminuição acentuada da área ocupada na zona do tronco e a nível geral.

Quanto ao G2, observamos que as sessões de hidroginástica produziram uma redução da área da região apendicular e do total.

Para os dois grupos é possível observar que estas variações apresentam um SD superior à média de resultados, demonstrando a heterogeneidade da amostra e de cada grupo.

5.6. Massa total

O Quadro 14 mostra-nos os valores médios e respetivos desvios padrão, bem como a amplitude das diferenças de resultados obtidos antes e depois da aplicação da bateria de exercícios relativos à MT.

Quadro 14. Valores médios e respetivos desvios padrão da quantidade de massa total, em gramas (g), medida nos sujeitos dos G1 e G2. Valores referentes às regiões apendicular e do tronco, medidos antes e depois da aplicação do programa de exercício e respetivas amplitudes das diferenças encontradas.

Região	Grupo experimental	Pré-teste (g)	Pós-teste (g)	Amplitude da diferença (g)
Apendicular	G1	30980.18 ± 4714.96	30461.45 ± 4379.30	-518.74 ± 1470.04
	G2	29.707 ± 3343.22	29520.90 ± 3352.78	-186.53 ± 829.54
Tronco	G1	33118.41 ± 5221.36	31975.92 ± 4808.27 ^a	-1142.49 ± 1451.80
	G2	29125.70 ± 3279.58	28671.20 ± 3160.36	-454.50 ± 1005.54
Total	G1	64098.62 ± 9562.07	62437.39 ± 8919.65 ^a	-1661.22 ± 2768.39
	G2	58833.14 ± 6398.95	58192.10 ± 6203.83	-641.04 ± 1735.80

Legenda:

G1 – grupo sem material indutor de arrasto G2 – grupo com material indutor de arrasto

Significativamente diferente, para $p \leq 0.05$, de: ^a pré-teste

Podemos verificar que o G1 obteve uma diminuição da MT ao nível total e da região do tronco.

5.7. Força muscular dos membros inferiores

De acordo com o Quadro 15, que nos mostra os valores médios e respetivos desvios padrão dos resultados obtidos nos testes de força *30-seconds Chair Stand* e *5-times Chair Stand*.

Quadro 15. Valores médios e respectivos desvios padrão dos resultados obtidos nos teste *30-seconds Chair Stand*, em segundos (s), e *5-repetitions Chair Stand*, em número de repetições (rep.), medidos nos sujeitos dos G1 e G2. Valores medidos antes e depois da aplicação do programa de exercício e respectivas amplitudes das diferenças encontradas.

Teste	Grupo experimental	Pré-teste	Pós-teste	Amplitude da diferença
<i>30-seconds Chair Stand</i> (s)	G1	27.08 ± 3.62	29.38 ± 3.95 ^a	2.31 ± 2.36
	G2	26.33 ± 2.92	29.89 ± 3.02 ^a	3.56 ± 2.35
<i>5-times Chair Stand</i> (rep.)	G1	6.00 ± 0.74	5.48 ± 0.90 ^a	-0.52 ± 0.79
	G2	5.60 ± 0.81	5.16 ± 0.58 ^a	-0.44 ± 0.62

Legenda:

G1 – grupo sem material indutor de arrasto G2 – grupo com material indutor de arrasto

Significativamente diferente, para $p \leq 0.05$, de: ^a pré-teste

Os resultados obtidos demonstram que os dois grupos experimentais obtiveram incrementos na capacidade de realizar força, já que as *performances* melhoraram em ambos os testes funcionais realizados.

6. Discussão dos resultados

A análise da literatura faz-nos perceber que a maioria dos estudos foca a população feminina e/ou idosa (Candeloro e Caromano, 2007; Colado et al., 2009b; Rotstein et al., 2008; Ruoti et al., 1994; Sato et al., 2009; Takeshima et al., 2002; Tokmakidis et al., 2008; Tsourlou et al., 2006; Volaklis et al., 2007), sendo o exercício aquático predominante a caminhada/corrida (Gappmaier et al., 2006; Greene et al., 2009; Kaneda et al., 2008; Takeshima et al., 2002), o que pouco reflete as características da amostra e do protocolo do nosso estudo. Nas investigações em que se estudam os efeitos da prática em contexto real de prática de atividades aquáticas, a descrição e especificação dos exercícios realizados é ambígua, dificultando também a possibilidade de paralelismo entre o programa destes e o nosso estudo. Outro fator que devemos salientar é que apenas dois estudos (Greene et al., 2009; Rotstein et al., 2008) apresentaram o mesmo método de avaliação que nós utilizamos, ou seja o DXA, o que dificulta a comparação dos nossos resultados com os de outros estudos. Além disso, os estudos que envolvem material específico para incremento do arrasto são também escassos. Apenas encontramos um estudo em que foram utilizadas bandas elásticas (Colado et al., 2009b) e todos os restantes se referiam à aplicação de equipamento de resistência, mas não revelam sua natureza (Candeloro e Caromano, 2007; Colado et al., 2009a; Kaneda et al., 2008; Tokmakidis et al., 2008; Tsourlou et al., 2006; Volaklis et al., 2007). Dentro destes estudos analisados, apenas o de Colado et al. (2009b) se realizou a comparação dos efeitos do exercício realizado com utilização de bandas elásticas com a utilização de outro material não especificado.

Os resultados referentes ao efeito do programa aquático de exercício na MG e %MG mostraram uma diminuição geral para o G1, concluindo-se, por isso, que um programa de hidroginástica mostra ser benéfico no que diz respeito à melhoria destes.

A literatura analisada demonstra que resultados semelhantes foram já encontrados noutros estudos. No entanto, os protocolos utilizados foram diferentes. São os casos de Colado et al. (2009a), Colado et al. (2009b), Driver et al. (2004), Gappmaier et al. (2006), Takeshima et al. (2002) e Volaklis et al. (2007) que aplicaram diversos protocolos com frequências semanais de 3 e 4 vezes por semana. O nosso protocolo, surtiu o mesmo efeito com uma frequência bi-semanal. Também Saavedra et al. (2007) obtiveram resultados idênticos utilizando um protocolo com a mesma frequência semanal, mas com sessões de 60 min e durante 8 meses, o dobro da duração do nosso estudo. Por outro lado, Ruoti et al. (1994) e Taunton (1996) aplicaram baterias de exercícios com duração total e de cada sessão semelhante à nossa, mas com um frequência trisemanal, e os seus protocolos não surtiram qualquer efeito na CC dos sujeitos.

Um estudo desenvolvido por Colado et al. (2009b) demonstrou que a prática de exercício físico sem material tem efeitos mais relevantes ao nível da redução da MG do que quando utilizadas bandas elásticas. No nosso caso, a situação é semelhante. É possível que o aumento do arrasto imposto pelo material durante as sessões resulte numa diminuição da amplitude de movimentos e portanto, num decréscimo na força aplicada e na intensidade da carga.

As evidências produzidas por vários autores (Colado et al., 2009b; Greene et al., 2009; Tsourlou et al., 2006), permite-nos afirmar que a hidroginástica pode influenciar no aumento da MM. No entanto, no nosso estudo não observamos alterações relativas a este parâmetro. Os estudos acima referidos (que apresentam frequências semanais superiores, ou sessões e protocolos com maior duração do que o nosso estudo) além de terem observado uma diminuição dos valores de MG e de %MG, revelaram também um aumento da MM. Deste modo, podemos concluir que um programa de 25 sessões de hidroginástica com uma frequência bi-semanal é suficiente para alterar a MG e a %MG, mas não a MM.

De acordo com Fomina (2009) a hidroginástica promove uma boa carga de treino num curto período de tempo, não colocando em risco as articulações ou sobrecarregando a coluna vertebral.

A aplicação do nosso programa de exercício não revelou alterações ao nível do CMO. Mas, analisando a literatura disponível, podemos verificar que as aulas de hidroginástica parecem influenciar positivamente na diminuição incontornável da perda óssea (Bravo et al., 1997; Rotstein et al., 2008; Silva, 2001; Silva e López, 2002 cit. por Corrêa e Massetto, 2010). Provavelmente, o leque de exercícios escolhidos para este estudo não imprimem carga com intensidade suficiente para que o CMO sofra alterações.

A diminuição de scores de AC obtidos pelo G1 após a aplicação do protocolo de exercício parece estar diretamente relacionada com as perdas de MG apresentadas.

No que diz respeito à diminuição observada pelo G2, esta não está associada nem a alterações de MG, nem de MM, já que não houve alterações decorrentes do programa de hidroginástica nestes parâmetros. Outros fatores deverão estar relacionados com este fenómeno, um exemplo será a perda hídrica. No entanto, os dados por nós apurados não nos permitem confirmar ou refutar esta possibilidade.

Vários autores mostram resultados de decréscimo da AC, ainda que utilizando protocolos diferentes, com recurso a volumes e intensidades superiores aos nossos (Colado et al., 2009b; Gappmaier et al., 2006; Gubiani et al., 2001 cit. por Gonçalves, 2008). Se considerarmos que os níveis de força muscular também melhoraram, nos dois grupos, provavelmente o nosso protocolo provoca uma hiperplasia muscular em oposição à hipertrofia que normalmente contribui para o aumento da área ocupada pelo músculo (Tavares, 2003; Powers e Howley, 2009). Este facto leva-nos a crer que o exercício físico no meio aquático é mais eficiente no desenvolvimento da resistência muscular em oposição à força muscular.

Em relação à MT, o programa de exercício utilizado apenas revelou efeitos no grupo que não utilizou material de indutor de arrasto e parece estar associado à diminuição de MG observada. Também Colado et al. (2009b) observou estas diferenças quando comparou a utilização ou não de bandas elásticas.

Vários autores demonstraram a influência positiva de um programa de hidroginástica na redução do peso corporal (Barbosa et al., 2009; Gappmaier et al., 2006; Greene, et al., 2009; Gubiani et al. 2001 cit. por Gonçalves, 2008; Nagle et al., 2007; Rocha et al., 2007; Saavedra et al., 2007). Mais uma vez salientamos que todos os estudos apresentavam cargas com maior volume e intensidade.

Pretendemos averiguar se o protocolo de exercícios aplicado é passível de alterar os valores de MM, o que não aconteceu. Além disso, partindo do princípio que associado ao incremento ou diminuição da força está o aumento ou redução da MM, interessa-nos perceber se, existindo alterações nos níveis de força muscular, estes estão associados às variações de MM.

Quando concluímos que ocorreu um incremento de força muscular em ambos os grupos da amostra, percebemos que não podemos relacionar esta variável com a variação da MM.

Ruoti et al. (1994) salientam que a hidroginástica reduz o stress articular nos exercícios com carga e aumenta a resistência e a força musculares. Como pudemos observar no Quadro 9 vários autores comprovam os efeitos positivos do exercício aquático específico para o treino da força, nos índices de força muscular. O conhecimento da influência maior ou menor do material indutor de arrasto é-nos impossível adquirir devido à heterogeneidade de resposta decorrente da aplicação do programa de exercício observada e já referida.

7. Conclusões

O programa de hidroginástica teve efeitos na CC e na força.

O programa de exercício aquático aplicado sem recurso a material indutor de arrasto induziu diminuição da MG, da %MG e da MT, confirmando a hipótese inicialmente formulada.

A MM e o CMO não sofreram alterações decorrentes da aplicação do programa de exercício aquático com e sem recurso a material indutor de arrasto.

A AC apendicular diminuiu na sequência da aplicação do programa de exercício aquático com recurso a material indutor de arrasto. A AC do tronco e total diminuíram após a aplicação do programa de exercício aquático sem recurso a material indutor de arrasto.

A força muscular dos MI aumentou na sequência da aplicação do programa de exercício aquático com e sem recurso a material indutor de arrasto.

A elevada heterogeneidade observada na resposta individual ao programa de exercício aquático não permitiu confirmar que o uso de material indutor de arrasto induz efeitos cuja amplitude é superior à que se observa sem recurso ao mesmo material.

Bibliografia

- Aboarrage, N. (2003). *Hidrotreinamento* (2ª ed.). Rio de Janeiro: Shape.
- ACSM. (2005). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual* (6ª ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- ACSM. (2010). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (8ª ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- AEA. (2001). *Manual do profissional de fitness aquático* (B. Caldas e C. S. Cezar, trad.). Rio de Janeiro: Shape.
- Aucouturier, J.; Meyer, M.; Thivel, D.; Taillardat, M.; e Duché, P. (2009). Effects of android to gynoid fat ratio on insulin resistance in obese youth. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 163(9), 826-831.
- Barbosa, T. (2000). *Manual prático de actividades aquáticas e hidroginástica*. Lisboa: Xistarca.
- Barbosa, T. M.; Marinho, D. A.; Reis, V. M.; Silva, A. J.; e Bragada, J. A. (2009). Physiological assessment of head-out aquatic exercises in healthy subjects: A qualitative review. *Journal of Sports Science & Medicine*, 8, 179-189.
- Benelli, P.; Ditroilo, M.; e De Vito, G. (2004). Physiological responses to fitness activities: a comparison between land-based and water aerobics exercise. *J Strength Cond Res*, 18(4), 719-722.
- Bergstrom, I.; Landgren, B.; Brinck, J.; e Freyschuss, B. (2008). Physical training preserves bone mineral density in postmenopausal women with forearm fractures and low bone mineral density. *Osteoporos Int*, 19(2), 177-183.
- Borg, G. (2000). *Escalas de Borg para dor e esforço percebido*. São Paulo: Manole.
- Bravo, G.; Gauthier, P.; Roy, P. M.; Payette, H.; e Gaulin, P. (1997). A weight-bearing, water-based exercise program for osteopenic women: its impact on bone, functional fitness, and well-being. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*. 78(12). 1375-1380.

- Bringham, F. R.; Demay, M. B.; Krane, S. M.; e Kronenberg, H. M. (2008). Bone and mineral metabolism in health and disease. In A. Fauci, D. L. Kasper, D. L. Longo, E. Braunwald, S. L. Hauser, J. L. Jameson, J. Loscalzo (Eds.), *Harrison's principles of internal medicine* (17ª ed., Vol. II, pp. 2365-2377). New York: McGraw-Hill Medical.
- Brouwer, B. G.; Visseren, F. J.; Stolk, R. P.; e Van der Graaf, Y. (2007). Abdominal fat and risk of coronary heart disease in patients with peripheral arterial disease. *Obesity*, 15(6), 1623-1630.
- Bukata, S. V.; Rosier, R. N. (2006). Doenças ósteo-metabólicas e osteonecrose (R. Mogami, trad.). In W. B. Greene (Ed.), *Netter ortopedia* (pp. 28-31). Rio de Janeiro: Elsevier.
- Candeloro, J. M.; e Caromano, F. A. (2007). Efeito de um programa de hidroterapia na flexibilidade e na força muscular de idosas. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(4), 303-309.
- Cerca, L. (2003). *Metodologia da ginástica de grupo* (3ª ed.). Cacém: Manz Produções.
- Colado, J. C.; Tella, V.; Triplett, N. T.; e González, L. M. (2009a). Effects of a short term aquatic resistance program on strenght and body composition in fit young men. *J Strenght Cond Res*, 23(2), 549-559.
- Colado, J. C.; Triplett, N. T.; Tella, V.; Saucedo, P.; e Abellán, J. (2009b). Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. *European Journal of Applied Physiology*, 106, 113-122.
- Colado Sánchez, J. C.; Moreno Murcia, J. A. (2001). *Fitness acuático*. Barcelona: Inde.
- Corrêa; S. C.; Massetto, S. T. (2010). Aplicações de conceitos biomecânicos nas atividades aquáticas: andar, correr e saltar. In P. H. Costa (Ed.), *Natação e atividades aquáticas: subsídios para o ensino*. São Paulo: Manole.
- Coutinho, A. C. (1977). *Dicionário enciclopédico de medicina*. Lisboa: Argo Editora.
- Delmonico, M. J.; Kostek, M. C.; Johns, J.; Hurley, B. F.; e Conway, J. M. (2008). Can dual energy X-ray absorptiometry provide a valid assessment

of changes in thigh muscle mass with strength training in older adults? *Eur J Clin Nutr*, 62(12), 1372-1378.

Driver, S.; O'Connor, J.; Lox, C.; e Rees, K. (2004). Evaluation of an aquatics programme on fitness parameters of individuals with a brain injury. *Brain Inj*, 18(9), 847-859.

Duarte, M. (2009). *O contributo da hidroginástica e do deepwater na melhoria da aptidão física e composição corporal dos seus praticantes*. Porto: M. Duarte. Dissertação de 2º Ciclo para a obtenção de grau de Mestre em Atividade Física e Saúde, apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

El Maghraoui, A.; e Roux, C. (2008). DXA scanning in clinical practice. *QJM*, 101(8), 605-617.

Evans, E. M.; Misic, M. M.; e Mallard, D. M. (2010). A technique to assess body composition and sarcopenia using DXA: application for an obese population. *Eur J Clin Nutr*, 64(2), 218-220.

Fehling, P. C.; Alekel, L. L.; Clasey, J. J.; Rector, A. A.; e Stillman, R. J. (1995). A comparison of bone mineral densities among female athletes in impact loading and active loading sports. *BONE*, 17(3), 205-210.

Fiotti, N.; Deiuri, E.; Altamura, N.; De Colle, P.; Moretti, M. E.; Toigo, G.; Giansante, C. (2009). Body composition and muscular strength changes after moderate activity: association with matrix metalloproteinase polymorphisms. *Arch Gerontol Geriatr*, 49 Suppl 1, 83-94.

Fomina, O. G. (2009). Active exercises in water for advanced age women as the way to improve their physical workability and to correct body composition. *Adv Gerontol*, 22(2), 343-347.

Forsyth, J. J.; Davey, R. C. (2007). Bone health. In J. P. Buckley (Ed.), *Exercise physiology in special populations (Advances in sport and exercise science series)*. Edinburgh: Churchill Livingstone.

Gaines, M. P. (1993). *Fantastic water workout*. Champaign: Human Kinetics.

Gappmaier, E.; Lake, W.; Nelson, A. G.; e Fisher, A. G. (2006). Aerobic exercise in water versus walking on land: effects on indices of fat reduction and weight loss of obese women. *J Sports Med Phys Fitness*, 46(4), 564-569.

- Geliebter, A.; Maher, M. M.; Gerace, L.; Gutin, B.; Heymsfield, S. B.; e Hashim, S. A. (1997). Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate and peak oxygen consumption in obese dieting subjects. *Am J Clin Nutr*, 66(3), 557-563.
- Glaner, M. F.; Lima, W. A.; e Borysiuk, Z. (2010). Body fat deposition and risk factors of cardiovascular diseases in men. *Human movement*, 11(1), 45-50.
- Gonçalves, I. O. (2008). *Esforço máximo e submáximo na hidroginástica. Caracterização e avaliação do risco de acidente cardiovascular*. Porto: I. Gonçalves: Dissertação de Licenciatura, apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.
- Greene, N. P.; Lambert, B. S.; Greene, E. S.; Carbuhn, A. F.; Green, J. S.; e Crouse, S. F. (2009). Comparative efficacy of water and land treadmill training for overweight or obese adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(9), 1808-1815.
- Guedes, D. P.; e Neto, J. T. (2007). Atividade física e saúde. In A. J. Silva, J. T. Neto, M. D. Monteiro e V. M. Reis (Eds.), *Medidas e avaliação*. Montes Claros: CGB Artes Gráficas.
- Guyton, A. C.; e Hall, J. E. (2006). Paratormônio, calcitonina, metabolismo de cálcio e fosfato, vitamina D, ossos e dentes (F. Buassaly, trad.). In A. C. Guyton e J. E. Hall (Eds.), *Tratado de fisiologia médica* (11ª ed., pp. 978-995). Rio de Janeiro: Elsevier.
- Hayes, S.; Davies, P. S.; Parker, T.; e Bashford, J. (2003). Total energy expenditure and body composition changes following peripheral blood stem cell transplantation and participation in an exercise programme. *Bone Marrow Transplant*, 31(5), 331-338.
- Heitmann, B. L.; Hills, A. P.; Frederiksen, P.; e Ward, L. C. (2009). Obesity, leanness, and mortality: effect modification by physical activity in men and women. *Obesity (Silver Spring)*, 17(1), 136-142.
- Heymsfield, S. B.; Wang, Z.; Visser, M.; Gallagher, D.; e Pierson, R. N. Jr. (1996). Techniques used in the measurement of body composition: an overview with emphasis on bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr*, 64(3 Suppl), 478S-484S.

- Heyward, V.; Hicks, V.; Reano, L.; Stolarczyk, L. (1996). *Applied body composition assessment*. Champaign: Human Kinetics.
- Hu, G.; Tuomilehto, J.; Silventoinen, K.; Barengo N.; e Jousilahti P. (2004). Joint effects of physical activity, body mass index, waist circumference and waist-to-hip ratio with the risk of cardiovascular disease among middle-aged Finnish men and women. *Eur Heart J*, 25 (24), 2212-2219.
- Jackson, A. W.; Morrow, J. R.; Hill, D. W.; e Dishman, R. K. (1999). *Physical activity for health and fitness*. Champaign: Human Kinetics.
- Kaneda, K.; Wakabayashi, H.; Sato, D.; Uekusa, T.; e Nomura, T. (2008). Lower extremity muscle activity during deep-water running on self-determined pace. *J Electromyogr Kinesiol*, 18(6), 965-972.
- Khan, K.; McKay, H.; Kannus, P.; Bailey, D.; Wark, J.; e Bennell, K. (2001). *Physical activity and bone health*. Champaign: Human Kinetics.
- Khazzani, H.; Allali, F.; Bennani, L.; Ichchou, L.; El Mansouri, L.; Abourazzak, F. E.; Abouqal, R.; Hajjaj-Hassouni, N. (2009). The relationship between physical performance measures, bone mineral density, falls and the risk of peripheral fracture: a cross-sectional analysis. *BMC Public Health*, 9, 297.
- Kruel, L. F.; Barrella, R. E.; Graef, F.; Brentano, M. A.; Figueiredo, P. P., Cardoso, A.; et al. (2005). Efeitos de um treinamento de força aplicado em mulheres praticantes de hidroginástica. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 4(1), 32-38.
- Kujala, U. M.; Kaprio, J.; Kannus, P.; Sarna, S.; e Koskenvuo, M. (2000). Physical activity and osteoporotic hip fracture risk in men. *Arch Intern Med*, 160(5), 705-708.
- Licata, A. (2009). Bone density vs bone quality: what's a clinician to do? *Cleve Clin J Med*, 76(6), 331-336.
- Lindsay, R.; e Cosman, F. (2008). Osteoporosis. In A. S. Fauci, D. L. Kasper, D. L. Longo, E. Braunwald, S. L. Hauser, J. L. Jameson e J. Loscalzo (Eds.), *Harrison's principles of internal medicine* (17^a ed., Vol. II, pp. 2397-2408). New York: McGraw-Hill Medical.
- Lohman, T. G. (1992). *Advances in body composition assessment* (Current issues in exercise science: monograph nº3). Champaign: Human Kinetics.

- Lohman, T. G. (1996). Dual energy x-ray absorptiometry. In A. F. Roche, S. B. Heymsfield e T. G. Lohman (Eds.), *Human body composition* (pp. 63-66). Champaign: Human Kinetics.
- Malina, R. M.; Bouchard, C.; e Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation and physical activity* (2ª ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Maia, J. A.; Lopes, V. P.; Silva, R. G.; Seabra, A.; Ferreira, J. V.; Cardoso, M. V. (2003). Modelação hierárquica ou multinível. Uma metodologia estatística e um instrumento útil de pensamento na investigação em Ciências do Desporto. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 3(1), 92-107.
- Maia, J. A.; Silva, R.G.; Seabra, A.; Lopes, V. P.; Prista, A.; e Freitas, D.L. (2004). Uma nota didáctica breve no uso esclarecido de procedimentos estatísticos em análise de dados repetidos no tempo. Um estudo guiado para investigadores em Ciências do Desporto. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4(3), 115-133.
- Marques, E. A.; Moreira, P.; Wanderley, F.; Pizarro, A. N.; Leão-Rosas, J. P.; Mota, J.; e Carvalho, J. (*in press*). Appendicular fat mass is positively associated with femoral neck bone mineral density in older women. *Menopause*.
- Myers, T. W. (2003). Trilhos anatômicos - Meridianos miofasciais para terapeutas manuais e do movimento (E. A. Liberti, trad. 1ª ed.). Barueri, São Paulo: Manole.
- Nagle, E. F.; Robertson, R. J.; Jakicic, J. J.; Otto, A. D.; Ranalli, J. R.; e Chiapetta, L. B. (2007). Effects of aquatic exercise and walking in sedentary obese women undergoing a behavioral weight-loss intervention. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 1(1), 43-56.
- Nichols, D. L.; Horea, M.; e Jackson, E. (2002). Osteoporosis. In J. Myers, W. Herbert e R. Humphrey (Eds.), *ACSM's resources for clinical exercise physiology: musculoskeletal, neuromuscular, neoplastic, immunologic and hematologic conditions* (pp. 139-151). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Nunes, J. (s.d.). *Atividade física e osteoporose* (série Tópicos em atividade física & saúde II). Florianópolis: UFSC.

- Oliva, J. C.; Araújo, C. M.; Braz, W.; Oliva, R. S.; Botelho, M.; e Galeazzi, M. M. (2004). Comparação da densidade mineral óssea em praticantes de ginástica artística masculina e feminina nos anos de 2002 e 2003. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4 suppl 2, 252-253.
- Pereira, P. (1999). *A prática da hidroginástica na promoção da saúde*. Porto: P. Pereira. Dissertação para a obtenção de grau de Mestre em Desporto de Recreação e Lazer, apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.
- Powers, S. K.; e Howley, E. T. (2009). *Exercise physiology: theory and application to fitness and performance* (7ª ed.). New York: McGraw-Hill.
- Rikli, R. E.; Jones, C. J. (1999). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *Jour Aging Phys Act*, 7, 129-161.
- Rivlin, R. S. (2007). Keeping the young-elderly healthy: is it too late to improve our health through nutrition? *Am J Clin Nutr*, 86(5), 1572S-1576S.
- Robinson, L. E.; Devor, S. T.; Merrick, M. A.; e Buckworth, J. (2004). The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. *J Strength Cond Res (Allen Press Publishing Services Inc.)*, 18(1), 84-91.
- Rocha, A. C.; Vilarinho, R.; Gherardi, F.; Buló, F.; Barboza, M.; Dubas, J. P.; Guedes Jr., D. P. (2007). Changes morpho functional caused by the force training in the water. *Fit Perf J*, 6(3), 188-194.
- Rotstein, A.; Harush, M.; e Vaisman, N. (2008). The effect of a water exercise program on bone density of postmenopausal women. *J Sports Med Phys Fitness*, 48(3), 352-359.
- Ruoti, R. G.; Troup, J. T.; e Berger, R. A. (1994). The effects of nonswimming water exercises on older adults. *J Orthop Sports Phys Ther*, 19(3), 140-145.
- Saavedra, J. M.; De La Cruz, E.; Escalante, Y.; e Rodriguez, F. A. (2007). Influence of a medium-impact aquaerobic program on health-related quality of life and fitness level in healthy adult females. *J Sports Med Phys Fitness*, 47(4), 468-474.

- Sato, D.; Kaneda, K.; Wakabayashi, H.; e Nomura, T. (2009). Comparison two-year effects of once-weekly and twice-weekly water exercise on health-related quality of life of community-dwelling frail elderly people at a day-service facility. *Disabil Rehabil*, 31(2), 84-93.
- Schreiweis, M. A.; Orban, J. I.; Ledur, M. C.; Moody, D. E.; e Hester, P. Y. (2005). Validation of dual-energy X-ray absorptiometry in live White Leghorns. *Poult Sci*, 84(1), 91-99.
- Sharkey, B. J. (1990). *Physiology of fitness* (3ª ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Sharma, S. V.; Hoelscher, D. M.; Kelder, S. H.; Day, R. S.; e Hergenroeder, A. (2009). Psychosocial, environmental and behavioral factors associated with bone health in middle-school girls. *Health Educ Res*, 24(2), 173-184.
- Silva, C. C.; Goldberg, T. B.; Teixeira, A. S.; e Dalmas, J. C. (2011): The impact of different types of physical activity on total and regional bone mineral density in young Brazilian athletes, *Journal of Sports Sciences*, 29(3), 227-234
- Silva, J. C. (2001). *A influência da hidroginástica na massa mineral óssea de mulheres acima dos 54 anos comprovadamente portadoras de osteopenia ou osteoporose*. Porto: J. Silva. Dissertação para a obtenção de grau de Mestre em Actividade Física e Saúde, apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.
- Silva, M. R. (2007). *Avaliação nutricional e composição corporal*. Porto: Edições Universidade Fernando Pessoa.
- Skelton, D. A. Dinan-Young, S. M. (2007). Ageing and older people. In J. P. Buckley (Ed.), *Exercise physiology in special population (Advances in sport and exercise science series)* (pp. 161-211). Edinburg: Churchill Livingstone.
- Sobral, F.; Silva, M. J. (2001). *Cineantropometria: curso básico*. Coimbra: Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física.
- Soler Villa, Á.; Jimeno Calvo, M. (1998). *Atividades acuáticas para personas mayores. Fundamentos teóricos y sesiones prácticas*. Madrid: Editorial Gymnos.

- South-Paul, J. E. (2001). Osteoporosis: part II. Nonpharmacologic and pharmacologic treatment. *Am Fam Physician*, 63(6), 1121-1128.
- Stemm, J. D.; e Jacobson, B. H. (2007). Comparison of land- and aquatic-based plyometric training on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*, 21(2), 568-571.
- Takeshima, N.; Rogers, M. E.; Watanabe, E.; Brechue, W. F.; Okada, A.; Yamada, T.; Islam, M. M.; e Hayano, J. (2002). Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Med Sci Sports Exerc*, 34(3), 544-551.
- Taunton, J. E.; Rhodes, E. C.; Wolski, L. A.; Donnelly, M.; Warren, J.; Elliot, J.; McFarlane, L.; Leslie, J.; Mitchell, J.; e Lauridsen, B. (1996). Effect of land-based and water-based fitness programs on the cardiovascular fitness, strength and flexibility of women aged 65-75 years. *Gerontology*, 42(4), 204-210.
- Tavares, C. (2003). *O treino de força para todos*. Cacém: A. Manz Produções.
- Tokmakidis, S. P.; Spassis, A. T.; e Volaklis, K. A. (2008). Training, detraining and retraining effects after a water-based exercise program in patients with coronary artery disease. *Cardiology*, 111(4), 257-264.
- Tsourlou, T.; Benik, A.; Dipla, K.; Zafeiridis, A.; e 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.
- Valentine, R. J.; Misic, M. M.; Kessinger, R. B.; Mojtahedi, M. C.; e Evans, E. M. (2008). Location of body fat and body size impacts DXA soft tissue measures: a simulation study. *Eur J Clin Nutr*, 62(4), 553-559.
- Vilas-Boas, J.; Silva, D.; Fernandes, R.; Gonçalves, P.; Figueiredo, P.; Pereira, S.; Roeseler, H.; Machado, L. (2010). Measuring the wave dissipation produced by a swimming-line separation rope. *International Symposium on Biomechanics in Sports: Conference Proceedings Archive*, 28, 1-2.
- Volaklis, K. A.; Spassis, A. T.; e 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), 560-566.

- Whitney, S. L.; Wrisley, D. M.; Marchetti, G. F.; Gee, M. A.; Redfern, M. S.; Furman, J. M. (2005). .Clinical measurement of sit-to-stand performance in people with balance disorders: validity of data for the five-times-sit-to-stand test. *Phys Ther*, 85(10), 1034-1045.
- WHO. (1995). *Physical status: the use and interpretation of anthropology* (report of a WHO expert committee). Geneve: World Health Organization.
- WHO. (2000). *Prevention and management of osteoporosis* (report of a WHO scientific group). Geneve: World Health Organization.
- Wilks, D. C; Winwood, K.; Gilliver, S. F.; Kwiet, A.; Sun, L. W.; Gutwasser, C.; Ferretti, J. L.; Sargeant, A. J.; Felsenberg, D.; e Rittweger, J. (2009). Age-dependency in bone mass and geometry: a pQCT study on male and female master sprinters, middle and long distance runners, race-walkers and sedentary people. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 9(4), 236-246.
- Wilmore, J. H.; e Costill, D. L. (1993). *Training for sports and activity: the physiological basis of the conditioning process* (3ª ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Wilsgaard, T.; Emaus, N.; Ahmed, L. A.; Grimnes, G.; Joakimsen, R. M.; Omsland, T. K.; e Berntsen, G. R. (2009). Lifestyle impact on lifetime bone loss in women and men: the Tromso Study. *Am J Epidemiol*, 169(7), 877-886.
- Winters-Stone, K. (2005). *Action plan for osteoporosis* (ACSM action plan for health series). Champaign: Human Kinetics.
- Woollacott, M. H.; e Shumway-Cook, A. A. (1996). Concepts and methods for assessing postural instability. *Jour Aging Phys Act*, 4(3), 214-233.
- Zaleske, D. J. (2006). Embriologia e formação dos ossos (E. Palmeiro, trad.). In W. B. Greene (Ed.), *Netter ortopedia* (pp. 1-18). Rio de Janeiro: Elsevier.