

**Influência do grupo etário na resposta fisiológica aguda durante a
execução do movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho”**

Raul Filipe Barbosa Bartolomeu

Dissertação apresentada à Escola Superior de Educação de Bragança para
obtenção de grau de Mestre em Exercício e Saúde

Orientado por

José Augusto Afonso Bragada

Tiago Manuel Cabral dos Santos Barbosa

Bragança

Novembro, 2013

**Influência do grupo etário na resposta fisiológica aguda durante a
execução do movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho”**

Raul Filipe Barbosa Bartolomeu

Dissertação apresentada à Escola Superior de Educação de Bragança para
obtenção de grau de Mestre em Exercício e Saúde

Orientador: Professor Doutor José Augusto Afonso Bragada
Co-orientador: Professor Doutor Tiago Manuel Cabral dos Santos
Barbosa

Bragança

2013

FICHA DE CATALOGAÇÃO

Bartolomeu, R. Influência da idade na resposta fisiológica aguda durante a execução do movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho” [dissertação de Mestrado]. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança; 2013

Palavras Chave: Jovens adultos, idosos, hidroginástica, cadência musical, R4

AGRADECIMENTOS

Há algumas pessoas sem as quais este trabalho não poderia ter sido feito e a elas dedico esta página como forma de homenagem:

- Ao Professor Doutor Tiago Manuel Cabral dos Santos Barbosa, orientador numa primeira fase, pela disponibilidade, pelo incentivo, e pelo apoio que sempre prestou desde que ingressei no IPB;
- Ao Professor Doutor José Augusto Afonso Bragada, orientador na fase final deste trabalho, pelas dicas e orientações em muitas horas despendidas em longas conversas e por ter sido fundamental sempre que apareciam contrariedades;
- Ao Professor Doutor Vitor Pires Lopes por me ter orientado pelos procedimentos estatísticos e me ter tratado como se de um orientando seu se tratasse;
- Aos responsáveis pela piscina da Câmara Municipal de Bragança, Catarina Parreira, Joana Alves e Rui Salselas que permitiram que a recolha de dados fosse feita nestas instalações muitas vezes causando um pouco de transtorno ao funcionamento normal das suas aulas;
- A todos os participantes que, ainda que voluntários, se revelaram muito prestáveis e empenhados em contribuir para mais um estudo;
- Ao Sr. Álvaro Rodrigues, por me ter permitido durante o tempo que precisei, sobrepor ao meu emprego a recolha de dados para este estudo;
- Aos meus amigos mais chegados, ao Alexandre Sadio, ao Daniel Santos, ao Pedro Urze, à Célia Mota e à Filipa Borges, amigos não de sempre mas para sempre, incondicionais no apoio e que me ouviram tantas vezes quando eu precisei;

- Aos meus pais, pelo apoio, pela educação e pelas condições que me deram ao longo de todos estes anos, pelas palavras sábias, amigas e incentivadoras... por serem o meu porto de abrigo... por tudo.

- Por último, à Vânia, que me ajudou constantemente, me apoiou e me suportou, que tratou do nosso filho quando eu estava mais ausente e se preocupava constantemente comigo. Por me ouvir constantemente a falar deste trabalho, bem ou mal, alegre ou triste, como se de uma especialista se tratasse!

Obrigado!

RESUMO

Introdução: Nos últimos anos a Hidroginástica tem sofrido um aumento significativo no número de praticantes, sendo hoje em dia uma das actividades físicas com maior espectro de idades entre os praticantes que procuram entre outros, uma melhoria da condição física. É no entanto não raramente conotada pela população mais jovem como sendo uma aula para populações idosas, que não podendo fazer parte de uma outra actividade física com uma maior intensidade, optam pela Hidroginástica. Para mudar esta mentalidade é necessário que o professor não só conheça as populações com quem trabalha mas também os níveis de intensidade que pode aplicar a cada uma delas, e como controlar esses níveis de modo a não correrem o risco de sistematicamente promoverem intensidades abaixo da capacidade de muitos praticantes.

Objectivo: Aferir a influência do grupo etário nas respostas fisiológicas, durante a execução do exercício básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho” com aumentos progressivos da cadência.

Métodos: Foram submetidos a um protocolo de incremento progressivo da cadência musical de 15 bpm enquanto realizavam o exercício básico de Hidroginástica “cavalo marinho” 37 indivíduos. Estes estavam divididos em dois grupos amostrais, o Grupo Idosos, ou GI (n=19, 65,06±5,77 anos) e o Grupo Jovens Adultos, ou GJA (n=18, 22,16±2,63 anos). Entre cada patamar de 6 min eram avaliadas a Percepção Subjectiva de Esforço (PSE), frequência cardíaca (FC), concentração sanguínea de lactato (CSL) e consumo de oxigénio (VO₂).

Resultados: Com o aumento da cadência musical verificou-se também em ambos os grupos o aumento de todas as variáveis, com coeficientes de determinação não inferiores a 0,67 à excepção da CSL ($R^2 > 0,30$). Com os aumentos da cadência musical, houve influência do grupo etário na resposta da CSL, do VO₂ e Dispendio Energético (DE) ($p < 0,05$).

Conclusão: Apesar de todas as variáveis aumentarem com os incrementos de cadência e desses aumentos serem todos diferentes entre os grupos estudados, essa diferença nem sempre é causada pelo grupo etário, como é o caso da PSE, da FC e do posteriormente calculado equivalente metabólico (MET).

Palavras-chave: Jovens adultos, idosos, hidroginástica, cadência musical, R4

ABSTRACT

Introduction: In recent past years the head-out aquatic exercises has suffered a significant increase in the number of practitioners, and is today one of the physical activities with greater range of ages among practitioners seeking among others, an improvement of physical condition. It is however not rarely connoted by the younger population as a lesson for elderly populations, which opt for aerobics only because cannot be part of another physical activity with greater intensity. To change this mentality is necessary that the teacher not only knows the people which he works with but also the intensity levels that can be applied to each of them, and how to control these levels so not to take the risk of systematically promoting intensities below their capacity.

Objective: To assess the influence of age group in the physiological responses during the execution of the basic head out aquatic exercise "rocking horse" with progressive increases in musical cadence.

Methods: Were submitted to a progressive increase of 15 bpm musical cadence protocol while doing basic head out aquatic exercise "rocking horse" 37 individuals. They were divided into two separated groups, Seniors Group, or SI (n=19, 65.06±5.77 years) and Young Adult Group or IAG (n=18, 22.16±2.63 years). Between each bout of 6 minutes it was evaluated Rate of Perceived Exertion (RPE), heart rate (HR), blood lactate concentration (BLC) and oxygen consumption (VO₂).

Results: It was found in both groups an increase of all variables with the increase of musical cadence, with an determination quotient of not less than 0.67 exception made for BLC that obtained an $R^2 > 0.30$. With the increasing musical cadence, it was also found no influence of the age group in BLC, VO₂ and energetic expenditure (EE) responses (p <0.05).

Conclusion: Despite all the variables increase with cadence increments and these increases are all different between the two groups, this difference is not always caused by age group, as is the case of RPE, HR and the post-hoc calculated metabolic equivalent of task (MET).

Keywords: Young adults, elderly, aquatic exercises, musical cadence, R4

ÍNDICE GERAL

1. Introdução.....	1
1.1. A Hidroginástica, origens e conceito	1
1.2. Vantagens da Hidroginástica	4
1.3. Adaptações crónicas	5
1.3.1. Capacidade Cardiorrespiratória	6
1.3.2. Composição Corporal	8
1.3.3. Resistência muscular	8
1.3.4. Flexibilidade	10
1.4. Diferentes estratégias com diferentes objectivos.....	10
1.5. Avaliação e controlo da intensidade da actividade física	12
1.5.1. Percepção Subjectiva de Esforço (PSE)	13
1.5.2. Frequência Cardíaca	16
1.5.3. Concentração Sanguínea de Lactato	18
1.5.4. Calorimetria indirecta	21
2. Problema, objectivos e hipóteses do estudo	29
2.1. Problema	29
2.2. Objectivo geral.....	29
2.2.1. Objectivos secundários	29
2.3. Hipótese geral	30
2.4. Hipóteses secundárias	30
3. Metodologia	31
3.1. Amostra.....	31
3.2. Procedimento experimental	32
3.3. Recolha de dados	33
3.4. Procedimentos estatísticos	37
4. Resultados	39

4.1.	Percepção subjectiva do esforço	39
4.2.	Frequência Cardíaca	41
4.3.	Lactatemia e R4	43
4.4.	Consumo de Oxigénio (VO_2) e Consumo de Oxigénio de reserva (% VO_{2res})	46
4.5.	MET	49
4.6.	Dispêndio Energético.....	50
5.	Discussão.....	51
5.1.	PSE.....	51
5.2.	Frequência cardíaca	53
5.3.	Concentração sanguínea de Lactato.....	56
5.4.	Consumo de Oxigénio (VO_2).....	59
5.5.	MET	60
5.6.	Dispêndio energético	63
5.7.	Limitações.....	66
6.	Conclusões	67
7.	Implicações práticas	69
8.	Bibliografia.....	71

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - As propriedades físicas da água e as suas consequências práticas sob forma de benefícios para o praticante	5
Tabela 2 - Comparação entre o ritmo de execução do exercício de Hidroginástica “Elevação do Joelho” a diferentes tempos.	12
Tabela 3 - Equivalência calórica da relação entre R e a % de kcal a partir dos HC e dos Lípidos, durante um período de steady-state.	22
Tabela 4 - Lista de Referências do Compêndio de Actividade Física.	25
Tabela 5 - Amplitude absoluta da intensidade, em MET, correspondentes a cada nível da Classificação da Actividade Física e a sua correspondência em %VO _{2res}	26
Tabela 6 - Caracterização da amostra dividida por grupo amostral	31
Tabela 7 - Resultados do teste HLM para a variável PSE.....	41
Tabela 8 - Valores da média e desvio padrão da FC de repouso e máxima para ambos os grupos etários.....	42
Tabela 9 - Resultado do teste HLM para a variável FC	42
Tabela 10 - Resultado do teste HLM para a variável CSL.....	43
Tabela 11 - Valores dos percentis 25, 50 e 75 para a R4, PSE à R4, a %FCres à R4, a %VO _{2res} à R4, o MET à R4 e o DE à R4 para o GJA.	44
Tabela 12 - Valores do VO ₂ de repouso e máximo para ambos os grupos etários.....	46
Tabela 13 - Resultado do teste HLM para a variável VO ₂	47
Tabela 14 - Tabela referente ao GI, com Zona Alvo de intensidade para melhoria geral da saúde para a PSE, %FCres, MET, DE e cadência musical em função da %VO _{2res} . 48	
Tabela 15 - Tabela referente ao GJA, com Zona Alvo de intensidade para melhoria geral da saúde para a PSE, %FCres, MET, DE e cadência musical em função da %VO _{2res} , e valores da %VO _{2res} , PSE, %FCres, MET, DE e cadência musical em função da R4... 48	
Tabela 16 - Resultado do teste HLM para a variável MET.....	49
Tabela 17 - Resultado do teste HLM para a variável DE.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Escala CR10 de Borg e Escala da PSE de Borg.	14
Fig. 2 - Escala OMNI e de Percepção Subjectiva de Esforço crianças	15
Fig. 3 - Escala de Percepção de Esforço OMNI para exercícios de resistência.	16
Fig. 4 - Diversas metodologias para determinação do MaxLaSS.....	20
Fig. 5 - Diversas metodologias de avaliação para determinação do VO ₂ máx.....	23
Fig. 6 - Exercício básico de Hidroginástica “cavalo marinho”	32
Fig. 7 - Escala da PSE de Borg.....	34
Fig. 8 - Gráfico ilustrativo da relação da PSE com a FC, suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.....	39
Fig. 9 - Gráfico ilustrativo da relação da PSE em função do VO ₂ , suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.....	40
Fig. 10 - Gráfico ilustrativo da influência da cadência musical na PSE, suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.....	40
Fig. 11 - Gráfico ilustrativo da influência da cadência musical na FC, suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.....	42
Fig. 12 - Gráfico ilustrativo da influência da cadência musical na CSL, suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.....	43
Fig. 13 - Média±1DP da Cadência musical às 4 mmol·l ⁻¹ (R4) e das outras variáveis relativizadas à R4 (PSE à R4, %FCres à R4, % VO ₂ res à R4, MET à R4 e DE à R4), para o GJA	45
Fig. 14 - Gráfico ilustrativo da influência da cadência musical no VO ₂ , suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.....	46
Fig. 15- Gráfico ilustrativo da relação entre a %FCres e a % VO ₂ res com os aumentos da cadência musical.....	47
Fig. 16 - Gráfico ilustrativo da influência da cadência musical na MET, suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.....	49
Fig. 17 - Gráfico ilustrativo do comportamento e influência da cadência musical no DE, suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.....	50

ABREVIATURAS

ACSM – American College of Sports Medicine
AEA – Aquatic Exercise Association
AHA – American Heart Association
Bpm – Batidas por minuto
CSL – Concentração sanguínea de lactato
DE – Dispendio energético
DERep – Dispendio energético de repouso
EPSE – Escala da Percepção Subjectiva do Esforço
FC – Frequência Cardíaca
FCmáx – Frequência cardíaca máxima
FCrep – Frequência cardíaca de repouso
FCres – Frequência cardíaca de reserva
%FCres – Percentagem da frequência cardíaca de reserva
GI – Grupo idosos
GJA – Grupo jovens adultos
La⁻ – Lactato
LL – Limiar de lactate
MaxLaSS – Maximal lactate steady state
MET – Metabolic Equivalent of Task
PE – Percepção do esforço
PSE - Percepção Subjectiva do Esforço
QR – Quociente respiratório
R – Relação da permuta respiratória
R4 – Ritmo muscular à 4 mmol
VO₂ – Consumo de Oxigénio
VO₂máx – Consumo máximo de Oxigénio
VO₂rep – Consumo de Oxigénio de repouso
VO₂res – Consumo de Oxigénio de reserva
% VO₂res – Percentagem do consumo de Oxigénio de reserva

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a Hidroginástica tem sofrido um aumento significativo no número de praticantes, sendo hoje em dia uma das actividades físicas com maior espectro de idades entre os praticantes que procuram entre outros, uma melhoria da condição física e uma das mais praticadas.

Por ser uma actividade que devido às propriedades da água oferece uma redução da carga mecânica sobre o aparelho locomotor e que promove um ambiente de descontração e convívio, é não raramente conotada pela população mais jovem como sendo uma aula para populações idosas, que não podendo fazer parte de uma outra actividade física com uma maior intensidade, optam pela Hidroginástica.

Acontece que, muitas vezes, estas aulas são verdadeiramente de baixa intensidade, pouco desafiantes para quem procura uma aula mais intensa ou para quem já tenha um nível de resistência cardiovascular e muscular mais elevado. Este facto deve-se na maioria dos casos a falhas metodológicas do professor, que por desconhecimento ou negligência retiram eficiência à aula. Talvez por isto, continuam as aulas de Hidroginástica a ser maioritariamente frequentadas pelas chamadas populações especiais, como idosos ou indivíduos com problemas de locomoção, e até promovidas pelas instituições como tal.

Parece então claro que o professor, sendo quem prepara e administra a aula, seja uma parte importante no processo de mudar esta mentalidade. Para isso é necessário que o professor tome opções metodológicas correctas. É importante não só conhecer as populações com quem trabalham, as suas limitações e os níveis de intensidade que podem aplicar a cada uma delas, mas também como controlar esses níveis de modo a não correrem o risco de sistematicamente promoverem intensidades abaixo da capacidade de muitos praticantes.

1.1. A Hidroginástica, origens e conceito

Torna-se cada vez mais evidente que a mentalidade do ser humano em relação ao seu bem-estar físico e mental tem evoluído, sendo que, hoje em dia o número de praticantes das diversas modalidades físicas tem vindo a aumentar.

Este crescimento pode ser justificado, por um lado, pelos inúmeros estudos de natureza epidemiológica que associam a adopção de um estilo de vida activo à protecção contra diversas doenças fisiológicas e psicológicas resultantes da inactividade, e por outro lado, pelo facto da actividade física estar associada ao conceito de um corpo que corresponde ao ideal de beleza moderno. Uma das modalidades que tem acompanhado este crescimento é a Hidroginástica.

É questionável a origem exacta da Hidroginástica, no entanto, há quem defenda que terá derivado da Hidroterapia, uma prática bem mais antiga.

A Hidroterapia tem as suas raízes na Grécia antiga, onde os “centros de banho”, conforme designados na altura, sustentavam a relação entre o estado de espírito e o bem-estar físico. Hipócrates inclusive, utilizava água quente e fria para curar certas doenças, espasmos musculares e dores articulares (1). Mais tarde, os Romanos usavam-na também como centros de higiene, descanso, e de actividades intelectuais, recreacionais e físicas. Estes possuíam quatro tipos de banhos: o frigidarium, banho frio utilizado apenas para actividades recreacionais; o tepidarium, banho tépido num recinto com ar aquecido; caldarium, banho quente; sudatorium, compartimento saturado de ar húmido e quente .

Segundo Skinner e Thompson (1) A primeira publicação acerca dos efeitos terapêuticos da água foi feita pelo médico Inglês Sir John Flayer em 1697 denominada “An Inquiry into the right use and abuse of hot, cold and temperature bath”, publicação esta que despertou o interesse de outros investigadores, entre eles Vincent Pressnitz que em 1803 estabeleceu um centro para prática de exercícios vigorosos em água fria. Este centro foi desacreditado pela comunidade científica principalmente pelo facto do seu criador não ter credenciais médicas credíveis. No entanto, este avanço despertou novamente o interesse pelas relações entre a água e as suas propriedades terapêuticas e foi anos mais tarde que Winternitz, um professor de Viena e fundador de uma escola de hidroterapia, com as suas investigações, estabeleceu finalmente uma base fisiológica aceite para a hidroterapia e que fez com que a Europa fosse a precursora ao nível da investigação científica nesta área.

De acordo com Gonçalves (2) citando Mendes (1991), a hidroginástica ter-se-á desenvolvido de forma mais vincada, no início do século XX nos *spas* da Inglaterra, levada para os E.U.A., há mais de 30 anos, e a partir daí difundido por vários países, não só em *spas* mas também em Academias, Health Clubs, Hotéis, etc., de tal modo que hoje em dia é difícil encontrar uma piscina que não ofereça esta modalidade.

Apesar de haver um ponto histórico convergente entre a hidroterapia e a hidroginástica, há bastantes pontos divergentes, e assim parece também legítimo pensar que uma não deriva da outra e que esta última terá aparecido apenas pela exponente expansão do fenómeno do *fitness* e é simplesmente mais uma modalidade aquática desenvolvida para dar resposta à crescente procura de actividades que promovam um estilo de vida activo.

A Hidroginástica, como a etimologia da palavra sugere, insere-se no domínio das actividades aquáticas, que, segundo Barragán e Obrador (3), são quaisquer tarefas ou exercícios realizados no meio aquático visando o domínio do mesmo em todas as suas possibilidades. Para poder definir esta actividade aquática, no entanto, é preciso ter em atenção o termo que utilizarmos para a denominar. Apesar de “Hidroginástica” ser o mais usual, há vários outros que dependendo da região/país são também utilizados, como “shallow water exercise”, “aquafitness”, “hydroaerobic”, “aquagym”, etc. A pluralidade de denominações dadas a esta actividade é tanta que termos como “ginástica aquática”, nos remetem para um problema comum na instrução de aulas de Hidroginástica. Para Vila e Calvo (4), Ginástica Aquática consiste em realizar exercícios na água que comumente se fazem em terra, aproveitando as modificações e os benefícios que a água impõe à sua realização, ou seja, “transferir para a água exercícios [...] que se utilizam nas classes de Educação Física assim como os exercícios habituais utilizados na natação e demais actividades aquáticas”. No entanto, como descreve Barbosa (5) as leis da física aplicadas à água nem sempre são iguais às do meio terrestre, daí que uma aula de Hidroginástica não possa ser um simples transfere de uma aula de ginástica aeróbica para o meio aquático, apesar das suas semelhanças. Assim uma definição mais precisa para Hidroginástica seria a de Krueel (6) que diz que a hidroginástica é uma forma alternativa de condicionamento físico, constituída por exercícios aquáticos específicos, baseados no aproveitamento da resistência da água como sobrecarga. Macieira (7) citando Sanders e Rippe (2001), refere-se à hidroginástica, como uma actividade de *fitness* aquático, constituída por conjuntos de exercícios realizados fundamentalmente com orientação vertical, em águas profundas ou rasas. Ainda segundo os mesmos autores, a hidroginástica baseia-se em movimentos em que a resistência da água é amplificada através de posicionamentos pouco hidrodinâmicos do corpo e dos segmentos corporais.

1.2. Vantagens da Hidroginástica

Segundo Barbosa (5), existem actividades aquáticas orientadas para a competição, a recreação, o ensino, a recuperação e reabilitação e, aptidão física e saúde. Sendo a hidroginástica parte deste último grupo, é de esperar que, o crescente número de pessoas que aderem a esta prática procurem nesta actividade os benefícios que lhes são atribuídos, nomeadamente fisiológicos, biomecânicos e psicológicos.

Vários autores têm sustentado a tese de que realizar exercício em meio aquático provoca reacções fisiológicas diferentes comparadas com o exercício em meio terrestre (8-11), por isso torna-se importante perceber as repercussões das propriedades físicas da água no exercício físico, assim como, as adaptações agudas e crónicas que lhe estão subjacentes.

Apesar de alguns dos benefícios associados à prática de actividades aquáticas serem determinantes aquando da escolha de um indivíduo por estas modalidades, estes não resultam de alterações decorrentes da prática da modalidade em si mas das características físicas que o meio aquático oferece. Gonçalves (2) classifica estes benefícios como vantagens oferecidas pelo meio aquático. A tabela 1 resume os benefícios associados às propriedades físicas da água. Há ainda as vantagens relacionadas com a auto-estima e relacionamento interpessoal. Pessoas com uma baixa auto-imagem não se sentem tão inibidas em praticar este tipo de actividades pois o seu corpo está menos exposto; todo o funcionamento de uma aula de hidroginástica permite uma maior interacção social comparada com outras actividades aquáticas e terrestres, onde antes, depois e durante a própria aula os alunos podem socializar uns com os outros.

Tabela 1 - As propriedades físicas da água e as suas consequências práticas sob forma de benefícios para o praticante

Propriedade da água	Consequências práticas
- Força de Impulsão hidrostática	- A força de reacção ao solo é diminuída; - O <i>stress</i> articular e risco de lesão são diminuídos; - A facilidade de execução dos exercícios a alunos obesos é aumentada;
- Densidade	- É possível trabalhar com idêntica dinâmica de cargas os grupos musculares opostos; - A individualização do exercício fica favorecida;
- Acção refrigerante da água	- O arrefecimento do corpo é mais acelerado; - O desconforto provocado pela sudorese é anulado;
- Pressão Hidrostática	- A pressão sanguínea nos membros inferiores é diminuída; Facilita o retorno venoso; - A sensação de desconforto muscular pós-exercício é mais reduzida;

Estes aspectos, no caso de turmas compostas maioritariamente por idosos, tem uma importância acrescida, nomeadamente o facto de que para muitos dos idosos esta representa a única hora de interacção com outras pessoas ou pessoas diferentes ao longo de todo o dia.

1.3. Adaptações crónicas

No que diz respeito aos benefícios para a saúde atribuídos à prática do exercício propriamente dito sob a forma de adaptações crónicas, os mais evidenciados são: (a) a melhoria da capacidade cardiorrespiratória; (b) a melhoria da composição corporal; (c) o aumento da resistência muscular e; (d) o aumento da flexibilidade.

1.3.1. Capacidade Cardiorrespiratória

A capacidade cardiorrespiratória pode ser definida como a capacidade dos sistemas cardiovascular e respiratório entregarem oxigênio aos músculos em funcionamento durante períodos específicos de produção de energia (12).

As adaptações metabólicas e cardiovasculares são as que despertam maior interesse, visto que são relacionadas com a protecção e prevenção contra as chamadas “doenças contemporâneas”, como a doença cardiovascular (13-21), a obesidade (22-26) e a diabetes (19, 20, 27-31).

Davidson e McNaughton (32) conduziram um teste onde 10 mulheres não treinadas participaram em dois programas do tipo intervalado aeróbico progressivo 3 vezes por semana durante 4 semanas. Um grupo fazia corrida em águas profundas (CAP) outro corrida na rua (CR). Passadas essas semanas eram reavaliadas e sujeitas a um período de destreino de 10 semanas. Depois de avaliadas novamente, integravam o outro programa, novamente durante 4 semanas 3x por semana. Após a avaliação final constataram aumentos significativos de VO_2 máx da primeira avaliação para a avaliação pós-treino de CAP e CR de $34,1 \pm 2,1$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ para $42,5 \pm 1,5$ e $42,9 \pm 1,5$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ respectivamente. Concluíram ainda não haver diferenças estatisticamente significativas entre CAP e CR na sua capacidade de aumentar do VO_2 máx.

Broman *et al.* (33) descrevem um aumento de 10% ($P < 0.01$) do VO_2 máx e uma redução de 8% ($P < 0.01$) da FC de repouso (FCrep) em 29 mulheres com 69 ± 4 anos de idade, depois destas participarem num programa de treino que consistia em vários períodos curtos de corrida/caminhada a 75% da FC máxima (FCmáx) e descanso intervalados em águas profundas, duas vezes por semana durante 8 semanas.

Simões *et al.* (34) num teste conduzido em 9 mulheres hipertensas (com hipertensão controlada), com a duração de 8 semanas de sessões de hidroginástica com frequência de duas vezes por semana e duração de 45-50 min por sessão, verificaram um aumento significativo do VO_2 ($28,6 \pm 13,5$ para $33,1 \pm 15,0$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, $p < 0,01$) e uma redução significativa da pressão arterial diastólica após o esforço ($105,6 \pm 25,5$ para $89,4 \pm 10,1$ mmHg, $p < 0,05$), concluindo que os resultados indicam que o treino de hidroginástica melhorou a capacidade aeróbia das mulheres hipertensas e sugerem uma diminuição no comportamento hipertenso durante o esforço.

Nikolai *et al.* (35) num estudo com 14 homens e mulheres com média de idades $57,4 \pm 7,6$ anos envolvendo um teste máximo em passadeira rolante e uma sessão de 50

minutos de hidroginástica concluíram que esta é uma alternativa viável aos exercícios em meio terrestre e que alcança as diretrizes do ACSM para aumento e manutenção da capacidade cardiorrespiratória .

Num estudo com a duração de 24 semanas com sessões de frequência de bi-semanal e duração de 45 min com o objectivo de determinar a influência de um treino prolongado de CAP na condição cardiovascular Piotrowska-Całka (36) formou 2 grupos de 19 mulheres adultas: A, 49,2±8,7 anos, grupo experimental; B, 48,7±8,1 anos, grupo de controlo). Cada sessão do programa de treino era programado para ser exercitado à intensidade moderada estabelecida pela fórmula de Karvonen para exercícios aquáticos e era auto-regulada usando um cardiofrequencímetro. No teste de esforço utilizando o protocolo de Bruce, os sujeitos do grupo A tiveram uma melhoria significativa de 10,1±2,2 MET para 11,1±2,0 MET, $p<0,01$, no pré e pós teste respectivamente, e uma redução significativa na FCrep (pré, 84,5±14,3 $b \cdot \text{min}^{-1}$; pós, 75,8±10,0 $b \cdot \text{min}^{-1}$, $p<0,05$). Concluiu a autora que o treino à base de exercícios em águas profundas é uma alternativa válida ao exercício em meio terrestre para participantes não treinados de meia idade.

Vianna *et al.* (37) encontraram um aumento significativo de 19,26% ($p \leq 0,001$) no $\text{VO}_2\text{máx}$ estimado quando conduziram um teste em 70 participantes idosos durante 16 semanas cujo programa consistia em 3 sessões de 60 mins semanais subdivididas em exercícios aeróbios (caminhada e hidroginástica a 55 / 65% da FCmáx estimada) e exercícios de força muscular (cada um destes 3 executado uma vez por semana) seguidos de alongamentos.

Há também estudos que, no entanto, revelam não haver diferenças entre pré e pós teste, ou mesmo decréscimos de VO_2 .

Bushman *et al.* (38) utilizando 11 corredores de competição, substituiu-lhes a corrida na rua por corrida em águas profundas durante 4 semanas com 5 a 6 sessões por semana. Com um pré e pós-teste consistindo numa corrida de 5 km em passadeira rolante, os investigadores concluíram baseados nos resultados da duração da corrida (pré, 1142,7±39,5 s; pós, 1149,8±36,9 s; $P=0,28$), VO_2max (pré, 63,4±1,3 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; pós, 62,2±1,3 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; $P=0,11$) e Velocidade no limiar de lactato (pré, 249,1±0,9 $\text{m}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; pós, 253,6±6,3 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$; $P=0,44$) que os corredores mantiveram a sua performance.

No entanto, estes estudos na sua maioria avaliam atletas, ou seja, sujeitos já treinados, cujo objectivo não é o *fitness* e onde se pressupõem que, devido à sua elevada

condição cardiovascular, um aumento de VO_2 máx não seria de esperar de uma actividade direccionada para a prevenção primária da saúde.

1.3.2. Composição Corporal

A composição corporal refere-se à proporção entre a massa magra do corpo (ossos, músculos, tendões, nervos e ligamentos) e a massa gorda (tecido adiposo). Há evidências que a morfologia e o metabolismo do tecido adiposo humano se adapta ao exercício de resistência (39) o que altera substancialmente a composição corporal.

Apesar de haver cada vez mais estudos incidindo atenções nas alterações da composição corporal em actividades aquáticas, Barbosa *et al.* (40) identifica várias limitações a estes estudos que influenciam os resultados obtidos: (a) ausência de controlo ou manipulação da dieta; (b) uso de diferentes metodologias para avaliação da composição corporal que têm diferente validade e precisão; (c) curta duração de alguns estudos; (d) estudo de atletas de elite, onde não são esperadas alterações significativas da composição corporal; (e) estudos associados a programas de treino muito variados (p.e. hidroginástica, ginástica em águas profundas, corrida em águas profundas, aqua-step, etc.). Talvez devido à existência de tantas limitações, haja ainda estudos que não encontram diferenças significativas e investigadores que classificam como inconclusivas as provas relacionadas com as alterações da composição corporal derivadas de programas de exercício aquáticos (41). No entanto, continuam a aparecer estudos que defendem uma melhoria da composição corporal induzida por este tipo de programas, tanto em indivíduos saudáveis (42, 43) como, por exemplo, em crianças obesas (44) e sujeitos com doença coronária (45).

A título de exemplo, num estudo referente à hidroginástica Barbosa *et al.* (46) concluíram haver reduções ligeiras nos perímetros anatómicos mas reduções significativas nas pregas adiposas medidas a 23 mulheres saudáveis de meia-idade ($47,6 \pm 10,1$ anos) após um programa de Hidroginástica com a duração de 26 semanas.

1.3.3. Resistência muscular

Define-se resistência muscular como sendo a capacidade do sistema muscular em manter acções musculares repetidas, fixas ou estáticas durante um extenso período de tempo (47).

Barbosa *et al.* (40) apresenta também neste aspecto algumas limitações na literatura: (a) o aumento significativo na força muscular pode dever-se ao muito baixo/médio nível de *fintess* dos sujeitos avaliados; (b) alguma da inconsistência nos valores do ganho muscular pode resultar dos diferentes designs dos programas (p.e. diferentes volumes de treino, intensidades, repetições e séries, tempo de repouso, tipo de exercício, etc.). Outra limitação prende-se com a necessidade de, no domínio das actividades aquáticas, haver uma validação do método de avaliação. Isto porque apesar dos estudos que incidem sobre a treinabilidade desta capacidade utilizarem programas de actividade física realizados no meio aquático, as avaliações de pré e pós teste são feitas recorrendo a máquinas e/ou testes realizados ambos no meio terrestre. Neste campo, não foram encontrados estudos que reportassem uma diminuição da resistência muscular, apenas melhorias.

Bocalini *et al.* (11) encontraram melhorias significativas na força resistente, tanto da parte superior como inferior do corpo, entre pré e pós teste para 50 senhoras saudáveis e sedentárias após um programa de exercícios aquáticos efectuado a 70% FC_{máx} durante 12 semanas. Acrescentam ainda os autores que, comparando o grupo de exercícios aquáticos com o grupo de caminhada em meio terrestre, as melhorias foram mais acentuadas no primeiro dos grupos.

Bravo *et al.* (48) reportam aumentos significativos na resistência muscular de 77 mulheres entre os 50 e os 70 anos em todos os parâmetros avaliados, após um programa de treino em meio aquático com a duração de 60 min, 3 vezes por semana durante 12 meses.

Colado *et al.* (43) verificaram também que, após um período de treino de 24 semanas no meio aquático 15 senhoras com média de idades de $54,7 \pm 2,0$, saudáveis, tiveram aumentos significativos a nível da resistência muscular para os diferentes parâmetros avaliados.

Resultados semelhantes são ainda reportados por Alves *et al.* (49), depois de 37 mulheres participarem em 2 aulas semanais de hidroginástica durante 3 meses. Melhorias significativas foram encontradas para a resistência, tanto da parte superior como inferior do corpo.

É no entanto importante salientar que todos estes estudos tiveram por base um programa de treino cujas sessões tinham um desenho orientado para os aumentos da resistência muscular, deixando por esclarecer se outros tipos de programas, com diferentes desenhos, teriam os mesmos resultados.

1.3.4. Flexibilidade

MacDougall *et al.* (50) definem flexibilidade como sendo a amplitude de movimento de uma só articulação ou de uma série de articulações e reflecte a capacidade das suas unidades musculotendinosas para alongarem-se tanto quanto permitido pelas restrições físicas da articulação.

A flexibilidade, não é só uma componente treinável na hidrogenástica mas também uma das vantagens da prática de exercício em meio aquático, pois a combinação entre a redução da carga mecânica nas articulações devido à força de impulsão hidrostática (5) e a redução dos espasmos musculares devido à temperatura quente da água (40) contribui para um aumento da amplitude do movimento das articulações e consequentemente da mobilidade. O método mais utilizado para medir a flexibilidade é através de 2 exercícios que fazem parte da bateria de testes proposta por Rickli e Jones (51) nomeadamente o “sit and reach test” e o “back scratch test”. Nos artigos revistos, não houve menção em nenhum, de qualquer redução da flexibilidade após participação num programa de actividade física em meio aquático, apenas melhorias tanto nos testes referidos (11, 43, 49, 52) como noutros testes utilizados (42, 43, 53). Há no entanto pelo menos um caso em que, ainda que o resultado dos testes aponte melhorias, estas não foram significativas (42).

1.4. Diferentes estratégias com diferentes objectivos

As aulas de hidrogenástica estão longe de ser a estereotipada aula para idosos. São na sua maioria compostas por uma população heterogénea, onde se podem encontrar pessoas em recuperação de lesões musculares, jovens, grávidas, etc. Há ainda cada vez mais, principalmente nos grandes centros urbanos, aulas diferenciadas por exemplo para grávidas e populações jovens, onde, neste último exemplo, podemos inclusive encontrar em aulas do tipo intervalado, picos de curta duração com predominância do trabalho anaeróbio.

É essencial que o professor crie uma aula que satisfaça os propósitos e expectativas de cada praticante, quer seja numa aula diferenciada ou numa heterogénea, e para tal, Barbosa *et al.* (5) sugere que a todos os alunos seja apresentado o mesmo exercício base, ocorrendo posteriormente uma variação na sua execução em função do

perfil do aluno, de forma a que o nível de intensidade seja ajustado às suas características.

De um ponto de vista técnico, os exercícios utilizados em Hidroginástica são agrupados em 6 grupos principais: (a) andar; (b) correr; (c) balanços; (d) chutar; (e) saltar e; (f) tesouras [(Sanders, 2000), citado por (5)].

Recentemente estudos demonstraram que a intensidade dos programas de actividades aquáticas pode variar consideravelmente em função do tipo de exercícios utilizados e da frequência gestual (54-57). A título ilustrativo, Raffaelli *et al.* (54) reportaram um esforço mais elevado por parte dos praticantes para os “pontapés frontais altos” e “pontapés laterais altos” em comparação com a “caminhada com elevação do joelho”, o “esqui” e o “afastamento lateral” e Costa *et al.* (55) que em exercícios efectuados apenas com os membros inferiores a PSE é significativamente inferior quando comparada com exercícios efectuados com membros inferiores e superiores e estes por sua vez, envolvem também menos esforço do que os exercícios que utilizam halteres flutuantes ou equipamentos de arrasto (55, 58-60). Assim, o tipo de exercícios utilizados deve ser planeado em função da população com que se trabalha e o mesmo acontece com frequência gestual, que pode ser controlada escolhendo músicas com cadências apropriadas.

Hoje em dia, a música que se inclui numa aula de Hidroginástica não tem só o objectivo de motivar os praticantes durante a aula e ajudar a manter a sincronização dos praticantes durante exercícios específicos, serve também para atingir uma determinada intensidade de exercitação (56), considerando-se então que a música é um elemento caracterizador e não apenas um elemento de complemento (5). De facto, alguns instrutores planeiam as suas sessões de acordo com as características das músicas que vão colocar. Para que numa parte específica da sessão se possa atingir uma determinada intensidade de exercitação, é escolhida uma determinada música de acordo com o seu ritmo e cadência. Para que isto possa acontecer realmente, é preciso que o instrutor esteja familiarizado com os tempos musicais e siga as suas métricas durante as sessões. A maioria das músicas disponíveis para qualquer tipo de aulas de *fitness* possuem blocos de 4 frases musicais com 8 batidas cada. Se a aula for feita em terra, para um determinado exercício cada batida musical corresponderia à execução de uma dada acção segmentar desse mesmo exercício; e chamar-se-ia tempo de terra. Tal não é, na maioria das vezes, nem possível nem aconselhável devido às propriedades da água. Um exemplo disso é a força de arrasto. Esta força de arrasto (D), que é o produto de uma

constante (k) pelo valor do quadrado da velocidade (v^2), aumenta consoante se aumenta a velocidade segmentar resultante por sua vez do aumento da frequência gestual. Como consequência deste aumento verifica-se que as respostas fisiológicas agudas aumentam também (56), daí que, em sessões de Hidroginástica se tenha que utilizar o “tempo de água” ou por vezes o “meio tempo de água”. O tempo de água caracteriza-se por ser equivalente a 2 tempos de terra; isto é, por cada 2 movimentos completos que se poderiam fazer em terra, só se faz um na água, ou se um exercício completo demora 2 tempos de terra para ser executado, na água demorará 4 tempos. No seguimento desta ideia, “meio tempo de água” corresponde a 2 tempos de água e consequentemente a 4 tempos de terra. A tabela 2 ilustra estas definições na execução de um exercício básico de Hidroginástica.

Tabela 2 - Comparação entre o ritmo de execução do exercício de Hidroginástica “Elevação do Joelho” a diferentes tempos. Adaptado de Barbosa, 2005 (5)

Nº da batida por frase musical	Elevação do Joelho							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Tempo de terra	D	E	D	E	D	E	D	E
Tempo de água		D		E		D		E
Meio tempo de água		D		b		E		b

D – Joelho direito; E – Joelho esquerdo; b – Balanço ou paragem

Desta maneira, a frequência gestual dos praticantes está relacionada com a cadência musical, e esta está positivamente relacionada com a intensidade de exercitação. Aumentos de cadência musical levam a um aumento da frequência gestual que por sua vez resulta num aumento da intensidade do esforço (56, 61).

1.5. Avaliação e controlo da intensidade da actividade física

O *American College of Sports Medicine* (ACSM) e a *American Heart Association* (AHA) recomendam que para atingir benefícios substanciais para a saúde, se deve fazer no mínimo 30 min de actividade física de intensidade moderada 5 d·sem⁻¹, ou 20 min de actividade física de intensidade vigorosa 3 d·sem⁻¹, ou uma combinação de actividade física de intensidade moderada / vigorosa de entre 450 a 750 MET·min⁻¹

¹.sem⁻¹ (62). No contexto desta dissertação emerge a pertinência de abordar a questão da intensidade moderada/vigorosa, bem como a resposta aguda ao exercício a essas intensidades e se é possível, e como, atingir esses níveis de intensidade na Hidroginástica.

Nas actividades orientadas para a prevenção primária da saúde, torna-se essencial para os profissionais conseguirem controlar a intensidade do exercício dos praticantes e mantê-la na intensidade moderada / vigorosa de modo a que estes não trabalhem nem abaixo nem acima da chamada “zona alvo” (5). Esta zona indica o intervalo de intensidade a que os indivíduos se devem exercitar de modo a que sejam solicitadas a vias bioenergéticas indicadas para se conseguir atingir um conjunto de adaptações fisiológicas agudas que os levarão posteriormente às adaptações fisiológicas crónicas desejadas e à melhoria da aptidão física. Se as sessões tiverem intensidades abaixo desta zona alvo (insuficientes), as referidas adaptações crónicas desejadas não serão alcançadas ou serão mais demoradas. Por outro lado, se as sessões tiverem níveis de intensidade acima da zona alvo (excessivas), para além dos praticantes estarem mais propensos a contrair lesões, as vias bioenergéticas solicitadas não serão as mais adequadas para atingir os objectivos predefinidos.

Existem muitos métodos que permitem controlar a intensidade de exercitação, uns mais válidos e práticos do que outros. Os métodos de avaliação mais válidos, requerem mais instrumentos de medição, mais complexos e de difícil operacionalização, enquanto que os métodos de mais fácil execução não são tão fiáveis como os anteriores. Pode dizer-se que neste tipo de métodos a validade é inversamente proporcional à sua facilidade de operacionalização.

1.5.1. Percepção Subjectiva de Esforço (PSE)

A Escala da Percepção Subjectiva de Esforço (EPSE) foi desenvolvida por Gunnar Borg sobre a premissa de que os humanos têm uma habilidade muito boa de julgar perceber magnitudes e medir intensidades de todos os tipos de atributos. Os primeiros estudos psicofísicos em percepção do esforço (PE) em trabalhos fisicamente pesados foram feitos por Borg e Dahlstrom em 1958 (63). PE é definida como sendo o sentimento de quão pesada e extenuante uma tarefa é (63). No entanto, esta percepção por si só não é mensurável; não dá uma medida directa do grau do esforço, para isso era necessário avaliar a intensidade do exercício em termos de escala da intensidade

subjectiva percebida pelo sujeito. Assim foram criadas escalas com o objectivo de estabelecer relações entre a percepção subjectiva de esforço e os dados objectivos da carga externa. A PSE ou Escala de Borg, reflecte a percepção psicológica que um indivíduo tem do esforço que realiza, com o objectivo de medir o grau de intensidade e esforço experienciados num determinado trabalho, estimado de acordo com um método de avaliação específico (63).

Existem actualmente várias escalas que objectivam quantificar o esforço que os sujeitos percebem realizar. Duas destas foram desenvolvidas por Borg, e são as mais utilizadas (fig. 1). As outras são variantes adaptadas para diferentes populações e situações. São exemplo disso as escala OMNI (diminutivo do latim *omnibus* que significa “para todos”) e da Percepção Subjectiva de Esforço para crianças (figura 2) e escala de percepção de esforço OMNI para exercícios de resistência (figura 3).

0	Absolutamente nada	Nenhuma percepção	6	Sem nenhum esforço
0.3			7	Extremamente leve
0.5	Extremamente fraco	Meramente perceptível	8	
1	Muito Fraco		9	Muito leve
1.5			10	
2	Fraco	Leve	11	Leve
2.5			12	
3	Moderado		13	Um pouco intenso
4			14	
5	Forte	Pesado	15	Intenso (pesado)
6			16	
7	Muito Forte		17	Muito intenso
8			18	
9			19	Extremamente intenso
10	Extremamente forte	Percepção máxima	20	Máximo esforço
11				
≈				
●	Máximo Absoluto	O mais forte possível		

Fig. 1 - Escala CR10 de Borg e Escala da PSE de Borg. Adaptado de Borg (1998) (63)

Das duas escalas desenvolvidas por Borg, a EPSE é a mais utilizada. Esta escala foi desenhada para crescer linearmente com a intensidade do exercício e a FC em cicloergómetro (64) e mais tarde em passadeira rolante (63). Assim, o nível 6 corresponderia a $60 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$, e 20 a $200 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ do coração. Muitos estudos defendem a correlação entre estes 2 parâmetros, apesar de haver outros que não, possivelmente derivado da FC poder ser facilmente influenciável por factores externos. No entanto, predominam os estudos que têm defendido a validade da PSE correlacionando-a não só com a FC (54, 65-67) mas também com outros parâmetros fisiológicos como VO_2 (67, 68) e um cruzamento da FC com o La^- (66). Na revisão de literatura realizada verificou-se que esta escala tem sido frequentemente utilizada em exercícios aquáticos para

avaliação da intensidade de esforço (9, 55, 69-72), isto pode dever-se à contínua afirmação de que a EPSE é um factor consistente no que respeita aos níveis de intensidade dos exercícios (67, 72, 73).

De acordo com o ACSM (74) para indivíduos clinicamente saudáveis da população em geral, durante um programa de actividade física orientada para a saúde com objectivo de melhorar a condição cardiorrespiratória, a percepção subjectiva de esforço deve variar entre os 12 e os 16 valores (EPSE de Borg).

Por ser um método de fácil compreensão e aplicação a um grupo extenso de pessoas ao mesmo tempo, de ter ausência de custos e por ter boas correlações com variáveis fisiológicas objectivas, a ESPE é um dos métodos de avaliação e controlo da intensidade de esforço mais utilizados. No entanto, segundo Borg (63), a percepção do esforço pode ser influenciada pelo meio envolvente onde o teste é realizado: equipamentos desconhecidos e por vezes assustadores, música ou barulho, temperatura e a presença de outras pessoas ou outras actividades. Assim, torna-se essencial eliminar o máximo número de factores possíveis de modo a obter resultados mais válidos. Graef e Kruel (75) alertam ainda para os cuidados que devem de ser tomados quanto à familiarização com o uso da escala. Acrescenta ainda que os indivíduos devem ser treinados para os distintos gestos motores utilizados nas diferentes modalidades.

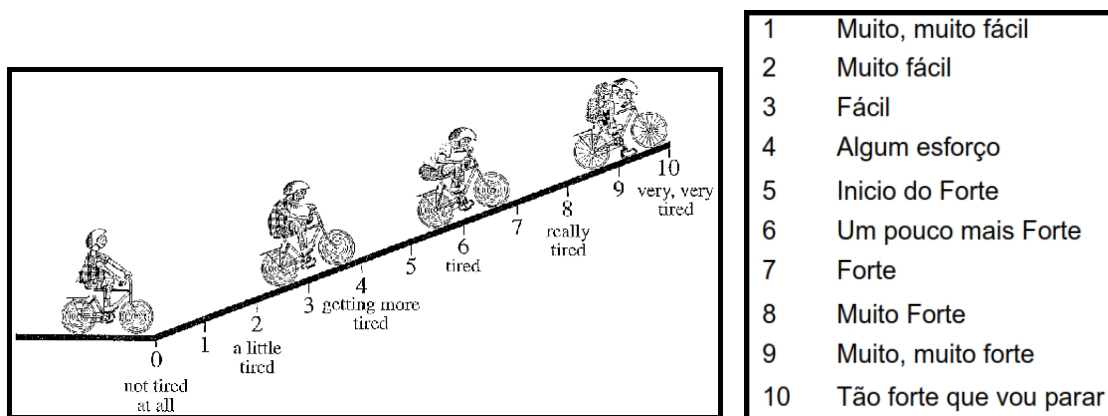


Fig. 2 - Escala OMNI e de Percepção Subjectiva de Esforço crianças (76, 77)

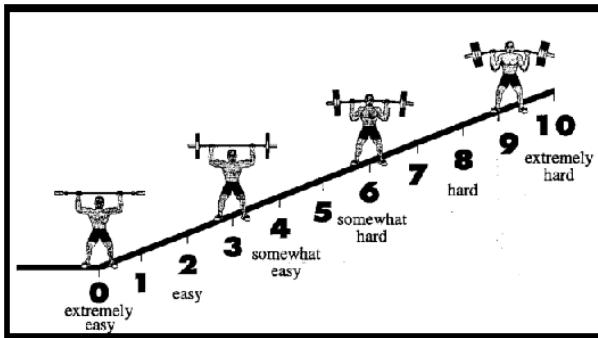


Fig. 3 - Escala de Percepção de Esforço OMNI para exercícios de resistência (78).

1.5.2. Frequência Cardíaca

Uma das adaptações agudas ao exercício físico é um aumento da FC. Para se fazer a medição da FC, recorre-se mais comumente à técnica de palpação, apesar de que, com o advento da tecnologia, os cardiofrequencímetros sejam hoje aparelhos relativamente baratos e bastante fiáveis. A primeira técnica referida consiste na palpação da artéria carótida ou da artéria radial, enquanto se contam os batimentos cardíacos, durante 10 segundos, multiplicando-se posteriormente por 6 para se obter o valor de batimentos por minuto. Por este ser um método bastante falível, bastando que por exemplo o sujeito se engane em 1 batimento pra que o valor final seja de $\pm 6 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$, utiliza-se cada vez mais os cardiofrequencímetros que mostram a FC em tempo real, bastando que para isso se tenha colocada na zona do apêndice xifóide uma banda elástica com um transmissor. Este método tem a seu favor o facto de que se, por exemplo numa qualquer aula de *fitness*, cada aluno tiver o seu próprio cardiofrequencímetro, ser possível controlar a intensidade de esforço de toda a turma ao mesmo tempo e de cada praticante individualmente, e pedir que se exercitem na sua FC alvo.

A FC alvo que deve ser de entre 40 a 85% da FC de reserva (FCres), a mesma que para o VO_2res visto ser considerado que estes parâmetros evoluem igualmente (79-82) e cujo valor resulta de uma subtração entre a FCmáx e a FC de repouso (FCrep). A FCalvo consiste em multiplicar a FCres pela percentagem dos limites inferior e superior pretendidos para a zona alvo e posterior adição da FCrep. A título de exemplo, se um sujeito tiver um nível de actividade física baixo/moderado, deverá, segundo a ACSM (83) exercitar-se numa zona alvo de 55 a 70% da sua FCres. Assim, o limite superior da

zona alvo seria: “ $FC_{alvo} = (FC_{m\acute{a}x} - FC_{rep}) \times 0,7 + FC_{rep}$ ”; o limite inferior da zona alvo seria: “ $FC_{alvo} = (FC_{m\acute{a}x} - FC_{rep}) \times 0,55 + FC_{rep}$ ”.

Para se saber a $FC_{m\acute{a}x}$ de um sujeito, o método mais rigoroso seria a implementação de um qualquer teste progressivo até à exaustão, desde que respeite que: a) o exercício deve envolver pelo menos 50% da massa muscular total; b) o exercício deve ser contínuo e rítmico; c) deve ter patamares de 2 a 3 min de modo a permitir a estabilização dos parâmetros em estudo. No entanto, sendo este um teste máximo, requer um nível de condicionamento físico razoável e não é recomendado para atletas de recreação e populações especiais. Assim, existem modelos predictivos, que podem ser univariáveis ou multivariáveis, que permitem, de forma indirecta estimar a $FC_{m\acute{a}x}$. Dentro de cada um destes modelos existem inúmeras equações que foram sendo desenvolvidas ao longo dos anos, como demonstram Robergs e Landwehr (84).

A fórmula tradicional e que tem vindo a ser mais amplamente utilizada, inclusive para exames a nível da medicina desportiva, na fisiologia do exercício e no *fitness* é a de “220-idade”. No entanto, só o é pela sua maior facilidade de operacionalização em termos de cálculo e porque todos utilizam sem questionar as suas origens, pois como reportam os autores supra citados não há registos de quem a tenha desenvolvido, nem como a tenha validado, mas sim que tenha derivado de uma estimativa superficial, baseada na observação de uma série de dados médios compilados em 1971. Ainda segundo este mesmo estudo, a fórmula que apresenta o maior coeficiente de determinação com a idade é a proposta por Tanaka *et al.* (85). Estes autores, descrevem uma equação de regressão para adultos saudáveis, onde figuraram indivíduos de ambos os sexos com idades entre os 20 e os 80 anos, com um $R^2=0,81$, em que “ $FC_{m\acute{a}x} = 208 \times 0,7 \times \text{idade}$ ”, reportam ainda uma sub-estimação da $FC_{m\acute{a}x}$ a partir dos 40 anos, com diferenças de -6 e -9 $b \cdot \text{min}^{-1}$ a partir dos 60 e 70 anos respectivamente baseando-se na sua fórmula quando comparada com a tradicional.

A grande desvantagem da utilização da $FC_{m\acute{a}x}$ para avaliação e controlo da intensidade de exercitação é o facto da resposta da FC ao exercício ser influenciada por vários factores, como por exemplo a condição física, a massa muscular solicitada, a hora do dia e o consumo de café e tabaco (86).

No domínio das actividades aquáticas, existem ainda inúmeros estudos que reportam uma alteração da FC reflexa ao mergulho.

Heithold e Glass (73) verificaram em sete mulheres idosas que, para uma intensidade auto-seleccionada onde a PSE não foi significativamente diferente entre

exercícios de aeróbica executados em meio aquático ($12,14 \pm 1,73$ a $14,29 \pm 2,10$) e em meio terrestre (de $13,5 \pm 1,29$ a $14,64 \pm 1,52$), a FC foi significativamente mais elevada em terra comparada com o meio aquático (respectivamente $126 \pm 12,23$ a $141,5 \pm 13,7$ $\text{b} \cdot \text{min}^{-1}$ e $105 \pm 5,72$ a $112,21 \pm 10,55$ $\text{b} \cdot \text{min}^{-1}$).

Barbosa *et al.* (9) num estudo comparativo sobre as adaptações fisiológicas em hidroginástica com indivíduos imersos a diferentes níveis reportou uma diminuição de $21,2$ $\text{b} \cdot \text{min}^{-1}$ e $9,3$ $\text{b} \cdot \text{min}^{-1}$ em mulheres e homens respectivamente, quando imersos ao nível do peito comparativamente com o exercício feito em terra.

Segundo a literatura, há uma redistribuição do volume sanguíneo no tronco durante a imersão com a cabeça fora de água. A pressão hidroestática promove o deslocamento do sangue dos vasos sanguíneos para a cavidade torácica levando a um aumento pronunciado do retorno venoso (87-93) aumentando a pré-carga cardíaca e reduzindo a pós-carga cardíaca (88, 89). Como resultado líquido, estas alterações levam, em repouso, a um aumento de 50% do débito cardíaco devido exclusivamente ao aumento do volume sistólico visto que ao mesmo tempo há uma diminuição da FC (88, 89, 91).

A FC é ainda influenciada pela temperatura da água em que o sujeito se encontra emergido. FC mais baixas foram encontradas entre 20 a 32° quando comparada com o meio terrestre, (94, 95) enquanto imersões abaixo e acima destas temperaturas induziram um aumento da mesma (94, 96).

Há investigadores que defendem que esta variância tende a esbater-se aquando da realização de um exercício se o indivíduo que está imerso tem experiência e uma maior destreza na realização do dito exercício (97, 98).

1.5.3. Concentração Sanguínea de Lactato

A lactatemia consiste numa forma de estimar o contributo relativo dos diferentes metabolismos, e é feito recorrendo à colheita e análise de amostras de sangue para determinação da concentração sanguínea de lactato (CSL).

Para fazer esta recolha recorre-se a um pequeno aparelho semelhante a um analisador de glicémia que, ao recolher uma gota de sangue da ponta do dedo ou do lóbulo da orelha indica a concentração de lactato nela contida.

Durante um exercício, a requisição relativa de produção rápida ou lenta de ATP vai determinar qual das vias (aeróbia ou anaeróbia) é utilizada. A interdependência dos

processos de produção de energia resulta num aumento da participação do metabolismo anaeróbio à medida que aumenta a intensidade do exercício (50), o que leva consequentemente a aumentos na produção de Lactato como produto final. Em repouso e quando o exercício é leve, o lactato permanece ligeiramente acima dos níveis de repouso (86), o que indica um equilíbrio entre a produção e a remoção de lactato, mas com os aumentos progressivos da intensidade do exercício, a partir de cerca de 60% do $VO_2\text{max}$ a CSL aumenta significativamente em relação aos valores de repouso (86) e a produção passa a ser superior ao ritmo de remoção, o que leva a uma progressiva acumulação de lactato no sangue.

Ao valor limiar da CSL onde se verifica o equilíbrio máximo entre a sua produção e remoção (99) ou concentração de lactato no sangue mais elevada que pode ser identificada como a que mantém um estado de equilíbrio durante uma carga prolongada submáxima constante (100) denominou-se “Maximal Lactate Steady-State” (MaxLaSS). Ao estágio de transição, observável a partir do momento em que ocorre um aumento exponencial da CSL, em função da intensidade do esforço pode ser atribuída a denominação de Limiar de Lactato (LL). O LL pode ser associado ao MaxLaSS, pois o primeiro pretende expressar o segundo (101). Este limiar é importante para actividades orientadas maioritariamente para a prevenção primária da saúde, onde se pode incluir a Hidroginástica (55), pois só estando a trabalhar abaixo deste limiar se estará a estimular predominantemente a capacidade aeróbia dos praticantes, evitando o aumento da produção de energia proveniente do sistema anaeróbio que levaria a uma progressiva formação e acumulação de lactato e ao consequente aparecimento de fadiga (99).

No entanto determinar o MaxLaSS é um processo complicado e moroso, de modo que os investigadores apostaram em conceber e validar testes que visassem a determinação do LL pelo facto de ser mais acessível, simples e menos demorado.

De entre as diferentes metodologias para determinar o MaxLaSS ilustradas na figura 4, destaca-se Mader *et al.* (1976) citado por Bragada (101) que utiliza um valor fixo de lactatemia e que foi desenvolvido após os investigadores terem verificado que, no seu protocolo, que era realizado em tapete rolante com incrementos de $0.4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a cada patamar de 5 min (99), uma carga correspondente a uma CSL de $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ na curva de lactato correspondia ao MaxLaSS, razão pela qual este método é também conhecido por limiar das 4 mmol. Desta forma, o valor da velocidade a que ocorre uma concentração de $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ de lactato sanguíneo (vulgarmente denominada V4) pode servir de critério para o MaxLaSS, e ficou definido como referência para o LL.

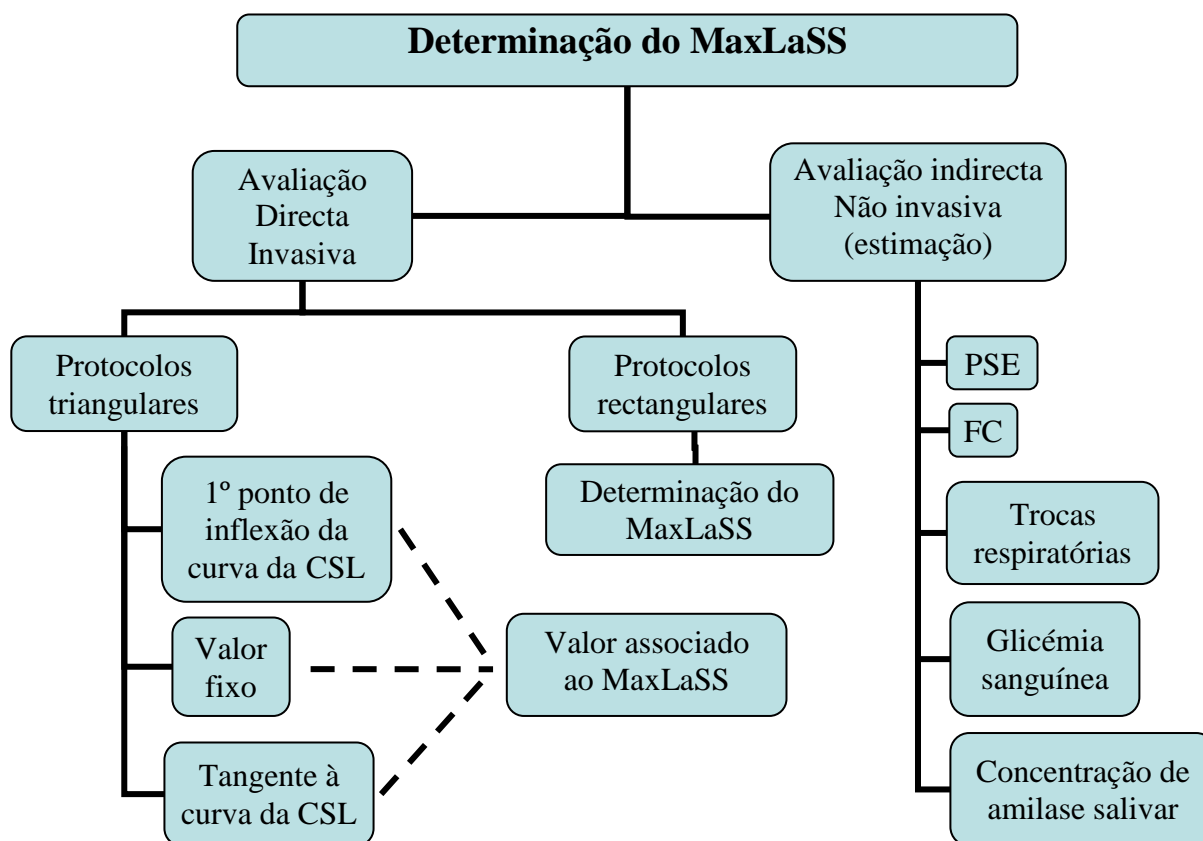


Fig. 4 - Diversas metodologias para determinação do MaxLaSS

A elevada correlação deste método com o MaxLaSS (99) e elevada validade e fiabilidade constituem fortes pontos a favor da utilização deste método e fazem com que o método de Mader *et al.* com o valor fixo de $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ continue a ser o mais utilizado na investigação e quando se pretende maximizar a performance aeróbia no desporto.

Barbosa *et al.* (56) demonstram que a CSL aumenta com o aumento da frequência gestual, que por sua vez é o resultado do aumento do ritmo musical e sugere que, em sessões com intensidades de exercício entre o moderado e o vigoroso como são a maioria das aulas de hidroginástica, onde apesar da via bioenergética mais utilizada ser a glicólise aeróbia é presumível que a CSL deva estar muito perto limiar das $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ de sangue, se determinasse a que ritmo musical ocorre esse limiar em cada sujeito e assim, pedir que se exercitassem a esse ritmo. Neste sentido, o conceito de V4 (velocidade correspondente ao limiar anaeróbio) utilizada em exercícios terrestres encontra-se um pouco desajustado, visto que em hidroginástica a maioria dos exercícios não envolve um deslocamento horizontal (implícito no termo “velocidade”), mas sim uma frequência gestual implícita na cadência da música. Assim, Barbosa *et al.* (56) num estudo efectuado em 15 jovens do sexo feminino e fisicamente activas recorrendo a um protocolo de teste intermitente e progressivo (começando a 90 bpm com aumentos de 15

bpm a cada 6 min), definiu a cadência musical (ritmo da música em bpm) na qual é atingida uma CSL de $4\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ como R4, sendo a letra “R” correspondente a “ritmo”, um termo mais contextualizado. Concluíram que a R4 foi $148,13\pm 17,53$ bpm. Acrescentam ainda os autores que sendo este um valor muito individual, desenvolveram uma “zona de intensidade” que varia entre 136 e 158 bpm (quartis 25 e 75 respectivamente), para mulheres jovens clinicamente saudáveis e fisicamente activas. As recomendações a este respeito para sessões de hidroginástica dirigidas à melhoria cardio-respiratória são de 125 a 150 bpm para a população em geral e 120 a 145 bpm para idosos (102). No entanto estas directrizes são muito abrangentes, não fazendo distinção por exemplo, entre sexos. Torna-se então possível quantificar o esforço para os praticantes de hidroginástica utilizando um método de avaliação válido e fiável aliado a um instrumento básico mas indispensável a uma aula: a música. Este continua a ser no entanto, um processo evasivo, cujos procedimentos metodológicos requerem treino por parte do avaliador e o material necessário para as colheitas e análises é relativamente caro.

1.5.4. Calorimetria indirecta

A calorimetria indirecta consiste na colheita e análise das trocas gasosas durante ou após a exercitação, como meio de estimar o consumo energético de um sujeito ao realizar qualquer tipo de trabalho. Para esta recolha e análise são precisos vários equipamentos, entre eles uma máscara que se ajusta à boca e nariz do sujeito pela qual ele respira e que contém uma válvula, o espirómetro, que controla o volume dos gases consumidos e produzidos (nomeadamente o VO_2 e VCO_2 respectivamente) e que está conectado a um aparelho que faz a análise e medição dos mesmos. Para que esta medição seja rigorosa, é preciso no entanto que sejam satisfeitos alguns critérios (83, 86), tais como: a) o exercício deve envolver pelo menos 50% da massa muscular total; b) o exercício deve ser contínuo e rítmico; c) deve ter patamares de 2 a 3 min de modo a permitir a estabilização dos parâmetros em estudo.

A nível celular para se produzir energia, tanto o sistema glicolítico como o lipídico necessitam da presença de Oxigénio ao mesmo tempo que produzem Dióxido de Carbono e água. A calorimetria indirecta tem como base fisiológica o facto de que a quantidade de O_2 e CO_2 consumido e produzido nas células normalmente iguala a que é intercambiada nos pulmões (47), e utiliza a proporção entre VCO_2 e VO_2 para estimar o

consumo energético. A esta proporção medida através da ventilação e determinada pela fórmula VCO_2/VO_2 chama-se Relação da Permuta Respiratória (R). Quando esta proporção se refere à respiração celular, é comumente denominada de Quociente Respiratório (QR) (86). É no entanto comum na literatura ver o termo R ser associado ao Quociente Respiratório, visto o primeiro pretender expressar o segundo. Os investigadores desenvolveram então, uma tabela de valores (tabela 3) onde se pode aferir através de R o dispêndio energético por litro de O_2 consumido, bem como saber a percentagem de energia produzida por qual dos sistemas energéticos.

Tradicionalmente, considera-se que um sujeito deve treinar-se de entre 50 a 75% do seu consumo máximo de oxigénio de maneira a obter resultados significativos no que respeita à melhoria da capacidade cardiorrespiratória e consequentes mudanças favoráveis nos factores de risco cardiometabólicos (5). O consumo de oxigénio, representando desta feita o máximo valor atingível ($VO_{2máx}$), não numa medida de trabalho como já visto anteriormente mas numa medida de potência (absoluta em $l \cdot \text{min}^{-1}$ ou relativa em $ml \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), é comumente apelidada de potência máxima aeróbia. Basset e Howley (103) definem $VO_{2máx}$ como sendo a taxa mais elevada na qual o oxigénio pode ser absorvido e utilizado pelo corpo durante exercício intenso.

Tabela 3 - Equivalência calórica da relação entre R e a % de kcal a partir dos HC e dos Lípidos, durante um período de *steady-state*. Retirado de Willmore e Costill (47)

R	Energia ($\text{kcal} \cdot \text{l}^{-1} O_2$)	%kcal	
		HC	Lípidos
0,71	4,69	0	100
0,75	4,74	15,6	84,4
0,80	4,8	33,4	66,6
0,85	4,86	50,7	49,3
0,90	4,92	67,5	32,5
0,95	4,99	84	16
1,00	5,05	100	0

R – Relação de Permuta Respiratória; $\text{kcal} \cdot \text{l}^{-1} O_2$ – Quilocalorias por litro de Oxigénio; HC – Hidratos de Carbono

Este parâmetro fisiológico é uma das variáveis mais estudadas no campo da fisiologia do exercício; é a medida critério da capacidade cardiorrespiratória (83) e a

que melhor se correlaciona com a performance aeróbia (86), sendo mesmo a maneira mais comum de em investigação (através das variações do VO_2 máx), demonstrar o efeito positivo, negativo ou nulo de um programa de treino (32-34, 37). Existem, como demonstrado na figura 5 inúmeras metodologias para determinar o VO_2 max, umas mais válidas e fiáveis do que outras.

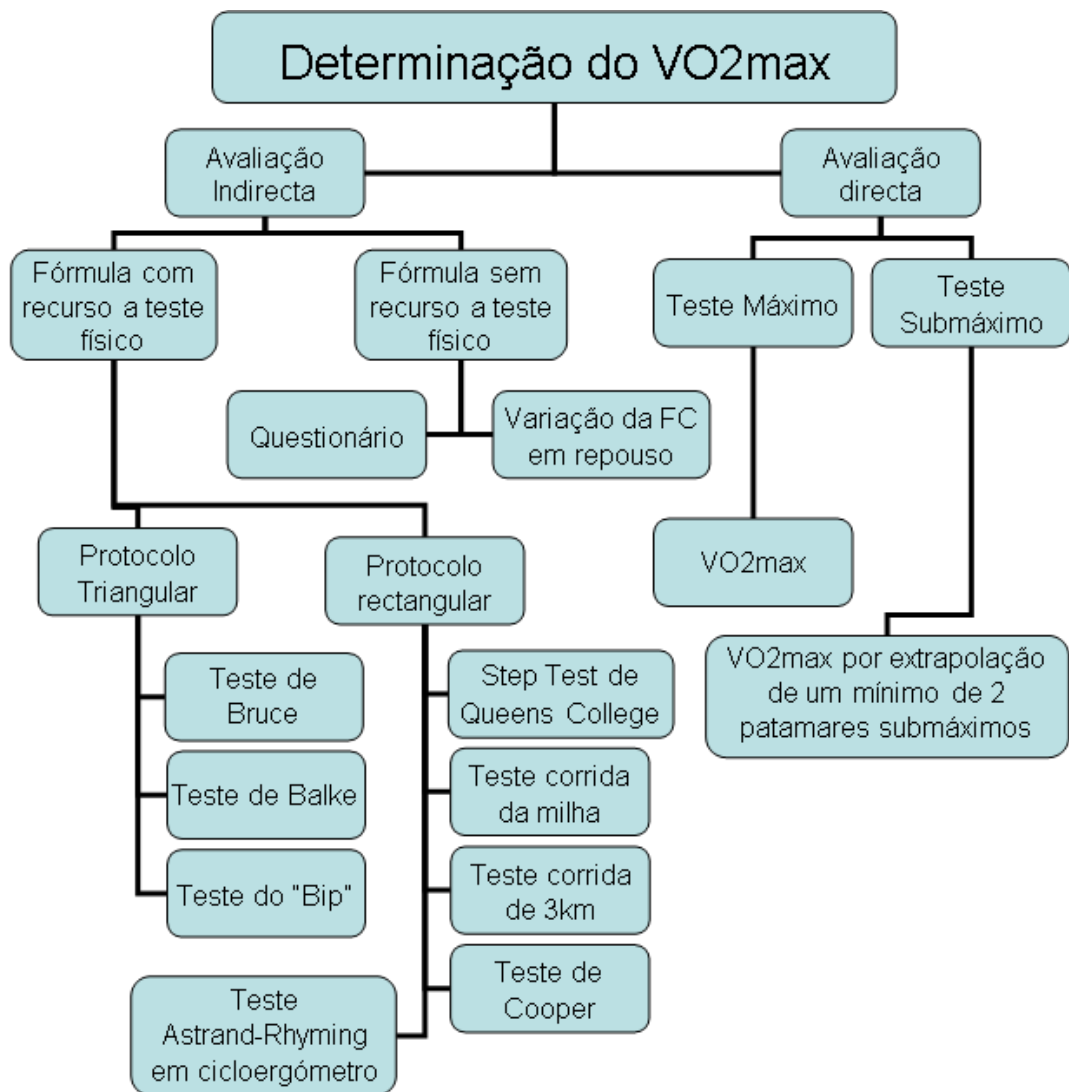


Fig. 5 - Diversas metodologias de avaliação para determinação do VO_2 máx

A metodologia mais utilizada em investigação, e também a mais válida é o teste máximo através de avaliação directa. Esta avaliação pressupõe a medição directa das trocas gasosas durante a ventilação, com os mesmos equipamentos e procedimentos tal qual descrito anteriormente; no entanto, desta feita, durante um exercício com patamares de intensidade progressiva até à exaustão.

A validade desta medição está dependente do cumprimento dos mesmos critérios, descritos anteriormente, no entanto, sendo este um teste que leva a esforços máximos, existe ainda um critério primário (alínea “a”) e um conjunto de critérios secundários (restantes alíneas) que visam determinar se este estado maximal foi alcançado ou não (83, 86, 103, 104): a) ocorrência de uma estabilização ou *plateau* do VO_2 (aumentos $<150 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$) apesar do incremento da intensidade do esforço; b) PSE perto do nível máximo; c) Relação da permuta respiratória (R) maior que 1,1; d) CSL entre 8 e $10 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$; e) FC perto da $\text{FC}_{\text{máx}}$ teórica; e f) o não cumprimento do padrão motor da tarefa. Apesar de em 50 a 60% dos casos não se verificar um *plateau* apesar de o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ter sido atingido, a verificação dos outros critérios individualmente ou em conjunto acontece em 90 a 100% dos mesmos casos, sugerindo a sua validade (105, 106).

A posição de vários autores incluindo a ACSM (83) quanto à intensidade de exercitação correspondente a moderada/vigorosa, indica um mínimo de 40/50% e um máximo de 84% do VO_2 de reserva ($\text{VO}_{2\text{res}}$). A utilização da % $\text{VO}_{2\text{res}}$ em detrimento da % $\text{VO}_{2\text{máx}}$ representa mais rigor pois tem em conta a variação do $\text{VO}_{2\text{rep}}$ que há entre indivíduos, fazendo com que a prescrição seja mais individualizada. Factor que já tinha sido levado em consideração na muito utilizada prescrição de exercício através da FC, onde é também utilizada a %FCres e que apresenta uma correlação maior com o $\text{VO}_{2\text{res}}$ do que com o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (79-82). Para este método ser rigoroso e se tirar proveito da sua grande vantagem, a elevada validade e fiabilidade, era necessária uma avaliação directa que necessita de ser feita individualmente, o que significa custos muito elevados e conseqüente inviabilização de utilização em larga escala. Para além disso, o facto de o sujeito ter de se exercitar com uma máscara da cara, que pode causar desconforto e afectar os resultados finais, é também uma das desvantagens na utilização deste método. Para facilitar a operacionalização do dispêndio energético como forma de avaliar e controlar a exercitação, os investigadores desenvolveram um conceito que denominaram Metabolic Equivalent of Task (MET), ou equivalente metabólico que se consegue analisando o consumo de Oxigénio e que segundo Ainsworth *et al.* (107) reflecte o custo energético de uma qualquer actividade física, sendo que 1 MET representa o consumo de oxigénio de um indivíduo, sentado em repouso (padronizado em $3,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) e, por conseguinte, 2 MET representaria uma actividade que requereria um dispêndio energético em duas vezes superior ao de repouso (neste caso $7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). Os mesmos autores desenvolveram uma actualização ao Compêndio

de Actividade Física, primeiramente conceptualizado pelo Dr. Bill Haskell da Universidade de Stanford em 1989 com finalidade de uso em estudos epidemiológicos, com os níveis de MET obtidos em laboratórios e testes de campo desenhados para medir o custo energético para actividades físicas específicas, propondo assim uma tabela onde podem ser consultados os MET correspondentes a diversas actividades físicas em diversas intensidades (tabela 4).

Tabela 4 - Lista de Referências do Compêndio de Actividade Física. Adaptado de Ainsworth *et al.* (108).

MET	Desporto/descrição	MET	Desporto/descrição
4,3	Tiro com arco	8,0	Hóquei no gelo (geral)
7,0	Badminton (nível de competição)	5,5	Montar a cavalo (geral)
4,5	Basquetebol (encestar)	6,0	Corrida a 5 m·h ⁻¹ (6,43 km·h ⁻¹)
2,5	Bilhar	8,3	Corrida a 6 m·h ⁻¹ (8,0 km·h ⁻¹)
3,8	Bowling (indoor, pista de Bowling)	11	Corrida a 7 m·h ⁻¹ (11,26 km·h ⁻¹)
12,8	Boxe (geral, num ringue)	13,3	Corrida (maratona)
2,5	Setas (alvo)	10,0	Futebol (nível de competição)
6,0	Esgrima	7,3	Ténis (geral)
4,8	Golfe (geral)	8,0	Escalada (geral)

Torna-se assim mais fácil e prático saber a quantos MET um sujeito se está/costuma exercitar, e se essa intensidade corresponde por exemplo, a moderada/vigorosa, proposta pela ACSM (83) para melhorias na capacidade cardiorrespiratória e composição corporal em actividades físicas orientadas para a prevenção primária da saúde (como se pode ver na tabela 5).

Tabela 5 - Amplitude absoluta da intensidade, em MET, correspondentes a cada nível da Classificação da Actividade Física e a sua correspondência em %VO₂res. Adaptado de ACSM (83).

Nível	12 MET máx.	10 MET máx.	8 MET máx.	6 MET máx.	%VO ₂ res
Leve	3,2 a 5,3	2,8 a 4,5	2,4 a 3,7	2,0 a 3,0	20-39
Moderada	5,4 a 7,5	4,6 a 6,3	3,8 a 5,1	3,1 a 4,0	40-59
Vigorosa	7,6 a 10,2	6,4 a 8,6	5,2 a 6,9	4,1 a 5,2	60-84
Muito vigorosa	≥10,3	≥8,7	≥7,0	≥5,3	≥85
Máxima	12	10	8	6	100

A utilização do MET como referência tem como pontos fortes o facto de ser aplicável a um número grande de sujeitos ao mesmo tempo, bem como a total ausência de custos. No que respeita ao meio terrestre, existem passadeiras rolantes que, perante a introdução de alguns valores fisiológicos, calculam o valor de MET para a velocidade e inclinação que o sujeito se esteja a exercitar, facilitando a visualização e operacionalização desta metodologia. As suas desvantagens provêm da subjectividade de alguns valores, derivados da avaliação do dispêndio energético cujo valor depende do metabolismo basal de cada sujeito, que a título ilustrativo, tende a diminuir com a idade (109-111). Assim sendo o valor base deste sistema, o 1 MET, bem como todos os valores padronizados para as diversas actividades físicas podem estar sub ou sobrevalorizado, dependendo da faixa etária com que esteja a trabalhar. Para além disso, vários estudos têm indicado que o VO₂máx é mais baixo durante a prática de exercícios aquáticos em comparação com o meio terrestre (8, 9, 33, 57, 69). Tais diferenças podem ser explicadas pela pressão hidrostática que, segundo Broman *et al.* (33), pode alterar a distribuição do volume sanguíneo, aumentando o retorno venoso, o volume sistólico e o débito cardíaco e aumentando tanto o estímulo para a proliferação de capilares sanguíneos quanto o estímulo para a actividade das enzimas oxidativas, que, acrescenta o mesmo autor são, juntamente com um aumento da diferença arteriovenosa, o mecanismo por detrás das adaptações aeróbias.

A título ilustrativo, Azevedo *et al.* (112) apesar de corroborarem a tese de um decréscimo dos valores fisiológicos quando os indivíduos estão submersos (55,1±4,2 e 44,3±3,3 ml·kg⁻¹·min⁻¹, pré e pós-teste respectivamente para sujeitos não adaptados à corrida em águas profundas; 53,8±6,0 e 48,3±8,4 ml·kg⁻¹·min⁻¹, pré e pós-teste

respectivamente para sujeitos adaptados à corrida em águas profundas), sugerem que um período de adaptação à corrida em águas profundas poderia atenuar a diferença em relação à corrida em terra. Estes resultados vão de encontro às conclusões de Nakanishi *et al.* (97) que afirma que o diferente padrão de recrutamento muscular entre corrida em terra e em águas profundas leva a valores mais baixos de VO₂max.

Para controlar o esforço dos praticantes de uma aula de Hidroginástica, utilizar-se-iam os dois primeiros métodos descritos para uma maior validade e fiabilidade dos resultados obtidos. Mas como já foi referido anteriormente, seriam necessários equipamentos e protocolos que inviabilizariam o decorrer normal de uma aula. Por conseguinte, os instrutores de actividades aquáticas recorrem a directrizes de aptidão física para fazer com que os praticantes atinjam a intensidade de esforço desejada e poder controlar esse mesmo esforço. No entanto, a maioria dessas directrizes foram formuladas, testadas e validadas para actividades terrestres, e como já foi dito anteriormente, o meio aquático é caracterizado por ter diferentes aspectos mecânicos em comparação com o meio terrestre. Está bem documentado que essas diferenças promovem adaptações fisiológicas específicas. Por exemplo, para uma mesma intensidade de exercitação a PSE é mais elevada no meio aquático (9, 70, 113-115); o esforço cardíaco é maior em terra do que na água (9, 57, 73); A CSL decresce com o aumento da profundidade de exercitação (10). Assim, é questionável até que ponto essas directrizes são apropriadas para as sessões de hidroginástica.

2. PROBLEMA, OBJECTIVOS E HIPÓTESES DO ESTUDO

2.1. Problema

Será que as respostas fisiológicas no exercício básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho” são influenciadas pelo grupo etário do executante?

2.2. Objectivo geral

Aferir a influência do grupo etário nas respostas fisiológicas, durante a execução do exercício básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho” com aumentos progressivos da cadência.

2.2.1. Objectivos secundários

1. Verificar se a variação da Percepção Subjectiva de Esforço, na execução do movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho” com aumentos progressivos da cadência é influenciada pelo grupo etário.
2. Verificar se a variação da frequência cardíaca na execução do movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho” com aumentos progressivos da cadência é influenciada pelo grupo etário.
3. Verificar se variação do consumo de Oxigénio na execução do movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho” com aumentos progressivos da cadência é influenciada pelo grupo etário.
4. Verificar se a R4 é influenciada pelo grupo etário durante a execução do movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho”.
5. Verificar se a variação do dispêndio energético na execução do movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho” com aumentos progressivos da cadência é influenciada pelo grupo etário.

2.3. Hipótese geral

As respostas fisiológicas, no movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho”, são influenciadas pelo grupo etário dos praticantes.

2.4. Hipóteses secundárias

1. A variação da Percepção Subjectiva do Esforço, no movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho”, é influenciada pelo grupo etário, sendo superior nos indivíduos idosos do que nos jovens adultos.
2. A variação da frequência cardíaca, no movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho”, é influenciada pelo grupo etário sendo inferior nos indivíduos idosos do que nos jovens adultos.
3. A variação do consumo de Oxigénio no movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho”, é influenciada pelo grupo etário sendo inferior nos indivíduos idosos do que nos jovens adultos.
4. A R4 no movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho”, é influenciada pelo grupo etário sendo inferior nos indivíduos idosos do que nos jovens adultos.
5. A variação do dispêndio energético no movimento básico de Hidroginástica “Cavalo Marinho”, é influenciada pelo grupo etário sendo inferior nos indivíduos idosos do que nos jovens adultos.

3. METODOLOGIA

3.1. Amostra

A amostra foi constituída por 37 sujeitos do sexo feminino que se voluntariaram para este estudo, 19 sujeitos para o grupo dos idosos (GI) e 18 sujeitos para grupo dos jovens adultos (GJA) como mostra a tabela 6. Apesar de, tanto quanto é possível averiguar nesta área, ser das maiores utilizadas, não deixa de ser uma amostra relativamente pequena. Os critérios de inclusão para o GI foram: ser clinicamente saudável, não estar grávida, ter acima de 60 anos e ter mais de um ano de prática em Hidroginástica. Os critérios de inclusão para o GJA foram: ser clinicamente saudável, ter entre 18 e 30 anos, não estar grávida e ter mais de um ano de prática em Hidroginástica.

Ambos os grupos eram compostos por sujeitos exclusivamente do sexo feminino, o que por um lado também foi um factor limitativo do tamanho amostral, mas por outro lado foi uma garantia de uma menor variação interindividual e de possível comparação com estudos realizados anteriormente, já que a maior parte deles utilizam apenas mulheres.

Tabela 6 - Caracterização da amostra dividida por grupo amostral

	Idosos (GI) n=19	Jovens Adultos (GJA) n=18
Média idade (anos)	65,06±5,77	22,16±2,63
Média estatura (cm)	154,89±7,26	163,68±5,35
Média massa corporal (kg)	66,00±11,58	58,68±7,91
FCrep (b·min⁻¹)	77,389±10,661	90,526±15,579
VO₂rep (ml·kg⁻¹·min⁻¹) / 1MET	4,036±0,632	4,670±1,219
DE em repouso (kcal·kg⁻¹·min⁻¹)	0,019±0,005	0,023±0,006

Os sujeitos foram ainda informados das características do teste e assinaram um termo de responsabilidade antes de o teste ser iniciado. Todos os procedimentos estão de acordo com a Declaração de Helsínquia com respeito pela pesquisa humana.

3.2. Procedimento experimental

Os sujeitos foram avaliados cada um em sua vez e foram informados à chegada em que é que iria consistir todo o protocolo experimental. Foi ainda dada uma sessão de esclarecimento sobre o conceito e a importância para o teste do “tempo de água”, de como funciona a escala de Borg 6-20 e de como iriam ser feitas as recolhas de dados.

De início foi colocado a fita com o transmissor do cardiofrequencímetro bem como a máscara do analisador de gases a cada participante e posteriormente foi dado um período de 10 a 15 min de repouso, sentado numa cadeira fora de água, para que houvesse não só uma adaptação ao contacto com o material experimental mas também tempo suficiente para se atingir o estado de repouso. Ainda antes de começar o teste propriamente dito, todos os indivíduos foram lembrados do exercício que iriam ter de

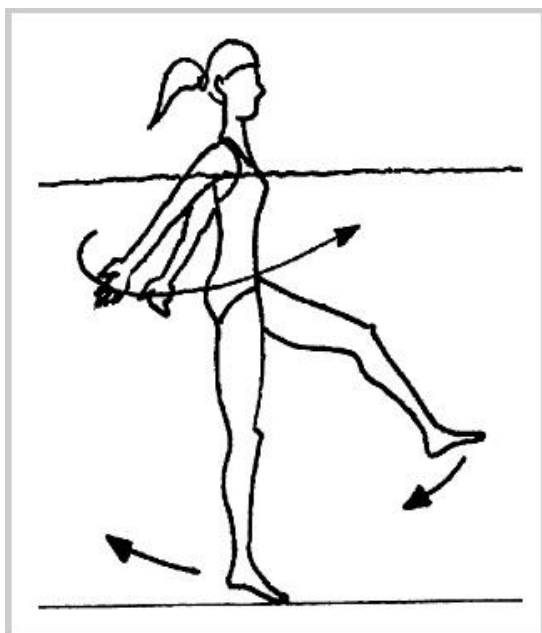


Fig. 6 - Exercício básico de Hidroginástica “cavalo marinho”.

explicado na figura 6. Foi adoptado este exercício pois é relativamente simples de ser realizado por qualquer sujeito da amostra, por ser bastante comum nas aulas de Hidroginástica e por ser um dos mais estudados na literatura, sendo mais fácil assim estabelecer comparações com outros estudos já realizados. O chão do tanque onde o teste decorreu era inclinado o que permitiu que, independentemente da altura dos sujeitos, todo o exercício se tenha realizado com a água ao nível do apêndice xifóide. Foi utilizado o “tempo de água”, de acordo com as recomendações da literatura técnica

fazer, e exercitaram o movimento durante 5 minutos a 80 bpm . O exercício efectuado foi o movimento básico de hidroginástica “cavalo-marinho”. Este é utilizado para desenvolver a capacidade cardiorrespiratória e consiste em estar apoiado no membro inferior (MI) esquerdo enquanto MI direito se encontra elevado e flectido e simultaneamente com os membros superiores (MS) em abdução horizontal. De seguida o sujeito salta para o membro inferior (MI) direito e pontapeia o esquerdo para trás e para cima ao mesmo tempo que os MS realizam uma adução, assim como

de Hidroginástica, onde aumentos ou diminuições deste tempo levariam a aumentos ou diminuições da frequência de movimento, respectivamente (56). Durante a primeira batida musical, os MS começaram a adução horizontal e existia o apoio do pé esquerdo. Durante a segunda batida musical, o sujeito termina esses dois movimentos. Durante a terceira batida musical, os MS começam a abdução horizontal e existiu o apoio do pé direito. Durante o quarto tempo musical, o sujeito terminou esses movimentos. Apesar da familiarização com o “tempo de água”, sempre que necessário, durante o teste os avaliadores encorajaram os participantes e deram dicas para estes manterem uma sincronização apropriada entre o ritmo musical e a frequência gestual. O protocolo utilizado é caracterizado como sendo um teste intermitente e progressivo.

Neste protocolo executou-se o “cavalo-marinheiro” com uma cadência inicial de 90 batidas por minuto (bpm), equivalente a 1,5 hz e aumentando 15 bpm a cada 6 min, de forma a permitir uma estabilização dos parâmetros fisiológicos estudados, até a exaustão dos sujeitos ser evidente. Por exaustão entende-se que o sujeito não consiga realizar o exercício no “tempo de água” por um período superior a 30 segundos. A primeira execução foi considerada como aquecimento e a última como a intensidade máxima suportada pelo sujeito dentro do “tempo de água”.

Entre cada execução de 6 min, os sujeitos tinham um período de 30 segundos de descanso passivo para recolha das amostras de sangue e avaliação da PSE. Todo o teste era cronometrado para fazer respeitar as pausas e para facilitar na interpretação dos dados obtidos através da oximetria directa.

A temperatura média da água foi de 31,5°, a temperatura média do ar foi de 30,0° e a humidade relativa do ar foi de 79,5%.

3.3. Recolha de dados

Percepção Subjectiva do Esforço

Foi avaliada e anotada na ficha de recolha de dados a PSE, obtida através da escala de Borg 6-20 antes do teste e imediatamente após cada execução de 6 min. Esta escala elaborada primeiramente por Borg em 1970 e revista em 1985 e 1998 (63) foi desenvolvida para crescer numa proporção directa com a intensidade do exercício e a FC, e visa reflectir a percepção psicológica que um indivíduo tem do esforço que

6	Sem nenhum esforço
7	Extremamente leve
8	
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso (pesado)
16	
17	Muito intenso
18	
19	Extremamente intenso
20	Máximo esforço

Fig. 7 - Escala da PSE de Borg. Adaptado de Borg (60)

realiza, com o objectivo de medir o grau de intensidade e esforço experienciados num determinado trabalho, estimado de acordo com um método de avaliação específico (63). Nesta escala (figura 7) a PSE varia entre 6 (nenhum esforço) e 20 (esforço máximo) e solicitou-se aos sujeitos que indicassem o valor mais próximo do esforço que perceberam mediante uma folha que era mostrada pelos avaliadores com a escala discriminada. Esta folha estava exposta no campo de visão dos sujeitos durante a execução de todo o exercício de modo a permitir que a qualquer momento estes a pudessem consultar. Foram seguidos os procedimentos descritos por Borg (63), isto é, foi dado tempo para que os sujeitos percebessem bem em que consistia a escala, foram dados alguns exemplos e esclarecidas todas as dúvidas e foi ainda pedido aos sujeitos que olhassem para as “âncoras verbais” antes de atribuírem um valor ao esforço percebido.

Recorreu-se posteriormente à estatística para validar a utilização da escala, ou seja, saber se a correlação entre a PSE, a FC e o VO₂ era tão elevada como a literatura sugere (54, 65-68) para que fosse aceitável a sua inclusão neste estudo.

Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca foi avaliada com recurso a um cardiófrequencímetro (Polar RS200, Filândia), constituído por uma cinta que continha um emissor que era colocado ao nível do apêndice xifoide e por um relógio receptor que era colocado na parede lateral da piscina, a sensivelmente 30 cm do sujeito em avaliação. Foi registada na ficha de recolha de dados a FC primeiramente após o sujeito em avaliação ter estado sentado, por 15 min em repouso e no último minuto de cada patamar de 6 min. Era anotado o valor médio desse último minuto como sendo o correspondente ao patamar em exercício.

Neste caso, como não foi feito um teste até exaustão que nos permitisse determinar esse valor máximo, efectuámos a sua estimativa através da fórmula: “FC_{máx}=208-0,7 x idade)” Tanaka *et al.* (85). No sentido de determinar a que %FCres

corresponderia o valor individual mais elevado do teste, procedeu-se da seguinte forma: “%FCres=(FCmedida–FCrep)/FCres x 100”.

Para cálculos posteriores, nomeadamente da FCmax foi utilizada a fórmula proposta por Tanaka *et al.* (85) para indivíduos saudáveis “FCmáx=208–0,7 x idade”, pelas razões já referidas anteriormente.

Lactatemia e R4

Ao mesmo tempo que era avaliada a RPE (durante a pausa de 30seg depois de cada 6 min de exercício) eram colhidos por um avaliador 5 µl de sangue capilar para avaliar a CSL, a partir de um analisador de lactato (Lactate Pro LT-1710, Kyoto, Japão). As amostras de sangue foram colhidas no dedo indicador direito. Este método foi preferido em detrimento da recolha de sangue no lóbulo da orelha por não haver diferenças estatisticamente significativas entre um e outro método (116) e ao mesmo tempo tentar não ferir a susceptibilidade dos sujeitos para não afectar o número da amostra.

O ritmo musical atingido às 4 mmol·l⁻¹ de Lactato no sangue (R4) representado sob a forma de média do grupo foi calculado por interpolação, recorrendo à recta de regressão linear obtida para cada sujeito, utilizando para esse efeito o software estatístico SPSS (v18.0). Utilizando o mesmo método foi calculada a RPE, %FCres, %VO₂res, DE e MET correspondente ao R4. Para obtenção de uma possível prescrição sob a forma de uma zona alvo de ritmo à volta das 4 mmol·l⁻¹, foram calculados para todas as variáveis acima descritas os quartis 25, 50 e 75. Todo este processo foi efectuado unicamente para o grupo dos jovens adultos pois durante a recolha de dados verificou-se que apenas um sujeito do grupo dos idosos foi capaz de atingir uma concentração de lactato de 4 mmol·l⁻¹, daí que, e como o aumento da concentração de lactato no sangue não é proporcional ao incremento de carga (ver figura 12), neste caso de ritmo, não se tenha procedido à extrapolação dos valores encontrados.

Para se encontrar uma zona alvo de ritmo para possível prescrição que estivesse de acordo com as recomendações da ACSM para melhoria da saúde em geral e que fosse passível de ser analisado em ambos os grupos, optou-se por recorrer à percentagem do VO₂res, como descrito mais abaixo.

Consumo de Oxigénio

Durante todo o teste, incluindo os 10 a 15 min iniciais em que era pretendido que o sujeito estivesse em repouso assim como nas paragens para recolha de dados para outros parâmetros fisiológicos, foi registado o consumo de Oxigénio, “breath-by-breath”, a partir de oximetria directa utilizando um analisador de gases (Metalyzer 3B, Cortex Biophysik, Alemanha). O programa de computador que interpretava os dados gerados pelo analisador de gases devolvia os valores do consumo de oxigénio já relativizados ao peso, isto é, em $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Para saber qual o valor de VO_2 correspondente a cada patamar de exercitação, foi feita uma média dos valores obtidos durante o ultimo minuto de exercitação.

Devido à impossibilidade de se utilizar a R4 no grupo dos idosos, decidiu-se recorrer à $\% \text{VO}_{2\text{res}}$ para encontrar uma zona alvo de ritmo que correspondesse à moderada/vigorosa como descrito pela ACSM (83) para melhoria geral da saúde. Dado que não foi feito nenhum teste até à exaustão que permitisse determinar o $\text{VO}_{2\text{máx}}$, este teve de ser estimado. Para tal, partimos do pressuposto de que para uma mesma intensidade, a $\% \text{FCres}$ corresponde à $\% \text{VO}_{2\text{res}}$, como descrito anteriormente (79, 81-83). Assim, sabendo a FCmáx estimada e calculando a percentagem de FCres a que corresponde o valor máximo medido, assumiu-se que a $\% \text{VO}_{2\text{res}}$ neste mesmo patamar é igual à $\% \text{FCres}$ calculada anteriormente.

Para se saber a que $\% \text{VO}_{2\text{res}}$ correspondia cada medição do VO_2 , utilizou-se a fórmula “ $\% \text{VO}_{2\text{res}} = (\text{VO}_2 \text{ medido} - \text{VO}_2 \text{ rep}) / \text{VO}_{2\text{res}} \times 100$ ”. O valor da PSE, $\% \text{FCres}$, MET e DE correspondente a cada percentagem do $\text{VO}_{2\text{res}}$ foi calculado através do recurso às respectivas rectas de regressão linear.

MET

Os valores de MET foram calculados *a posteriori*, como indica a literatura através dos valores do VO_2 . O valor padrão para o 1 MET é $3,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, que corresponde ao valor de repouso de um sujeito médio. Visto terem sido estudadas duas populações tão distintas, decidiu-se utilizar para o 1 MET do GI a média dos valores de VO_2 de repouso deste grupo e para o 1 MET do GJA a média dos valores de VO_2 de repouso obtidos por este grupo. Assim, para o primeiro grupo “1 MET= $4,036 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ” e para o segundo “1 MET= $4,670 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ”. Foram calculados os

valores de MET para cada patamar dividindo o valor de VO_2 obtido nesse mesmo patamar pelo valor de 1 MET, tendo em conta o grupo.

Dispêndio Energético

Os valores do DE foram obtidos, tal como os de VO_2 , a partir de oximetria directa com análise “breath-by-breath”, utilizando um analisador de gases (Metalyzer 3B, Cortex Biophysik, Alemanha). Desta feita o programa de computador interpretava não só o VO_2 consumido mas também o VCO_2 produzido que permitia calcular o valor de R a partir do qual o próprio programa fez a estimativa do DE, devolvendo um valor medido em $\text{kJ}\cdot\text{dia}^{-1}$. Apesar de a unidade de medida do Sistema Internacional para grandezas de energia ser o Joule, as kcal são um valor mais utilizado e de melhor compreensão para a generalidade da população, assim, sabendo que “1 kcal=4,186 kJ”, e que 1 dia corresponde a 1440 min, obtiveram-se valores em $\text{kcal}\cdot\text{min}^{-1}$. Para se poder obter uma comparação melhor bem como uma possível prescrição mais individualizada decidiu-se ainda relativizar o DE ao peso, isto é, apresentar os valores em $\text{kcal}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Para isso dividiu-se pelo peso do sujeito os valores já apresentados em $\text{kcal}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$.

3.4. Procedimentos estatísticos

Para a análise estatística das características dos grupos amostrais e das variáveis em estudo utilizou-se o software de estatística *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, v18.0).

Procedeu-se primeiro à análise exploratória das variáveis, através do teste Kolmogorov-Smirnov, de forma a aferir a sua normalidade de distribuição.

Utilizou-se um T-Teste para amostras independentes para comparação das médias da FC_{rep} , $FC_{máx}$, VO_{2rep} e $VO_{2máx}$.

Para se calcular os coeficientes de determinação das relações entre as variáveis e respectivas equações de regressão que permitiu a relativização à R_4 e à % VO_{2res} recorreu-se ao gráfico de dispersão.

Para determinação da influência do grupo etário na evolução das variáveis com os aumentos da cadência musical, utilizou-se o software Hierarchical Linear and Nonlinear Modeling (HLM 7, Scientific Software International, Inc. 2010).

4. RESULTADOS

4.1. Percepção subjectiva do esforço

As figuras 8 e 9 apresentam os gráficos de dispersão, rectas de regressão linear e coeficientes de determinação para a PSE em função da FC e do VO_2 para ambos os grupos. Pode observar-se que tanto para a relação com a FC (GI: $R^2=0,754$ e GJA: $R^2=0,799$) como para a relação com o VO_2 (GI: $R^2=0,709$ e GJA: $R^2=0,758$) os coeficientes são fortes.

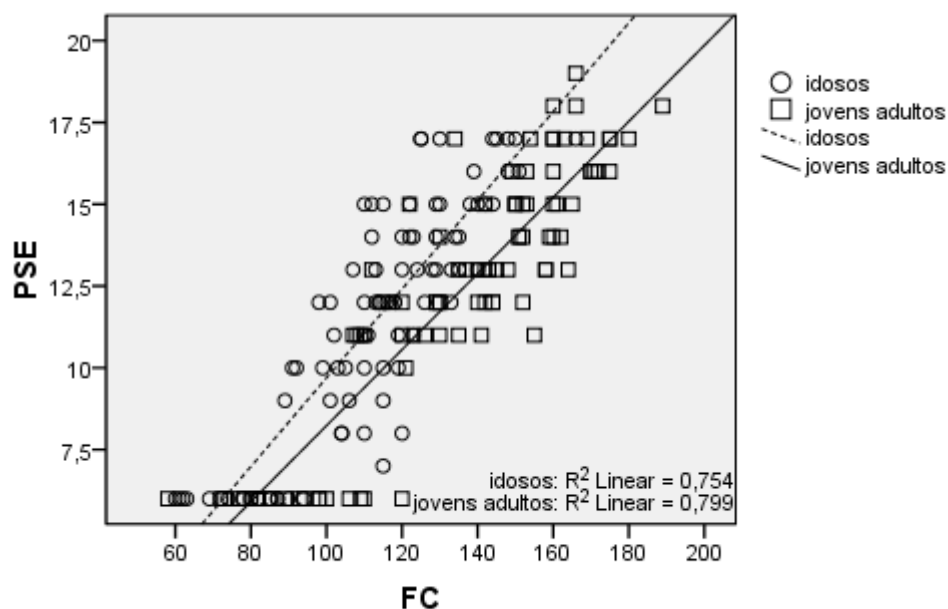


Fig. 8 - Gráfico ilustrativo da relação da PSE com a FC, suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.

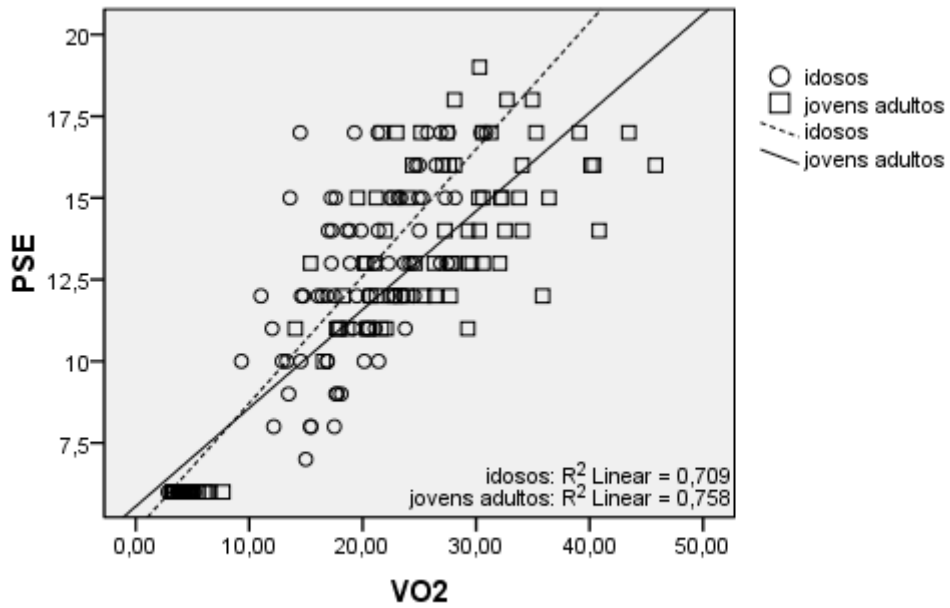


Fig. 9 - Gráfico ilustrativo da relação da PSE em função do VO₂, suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.

Na figura 10 está ilustrado o comportamento da PSE em relação à cadência musical, bem como o seu coeficiente de determinação. É possível observar fortes e positivas relações entre a PSE e a cadência musical para ambos os grupos (GI: R²=0,8; GJA: R²=0,852).

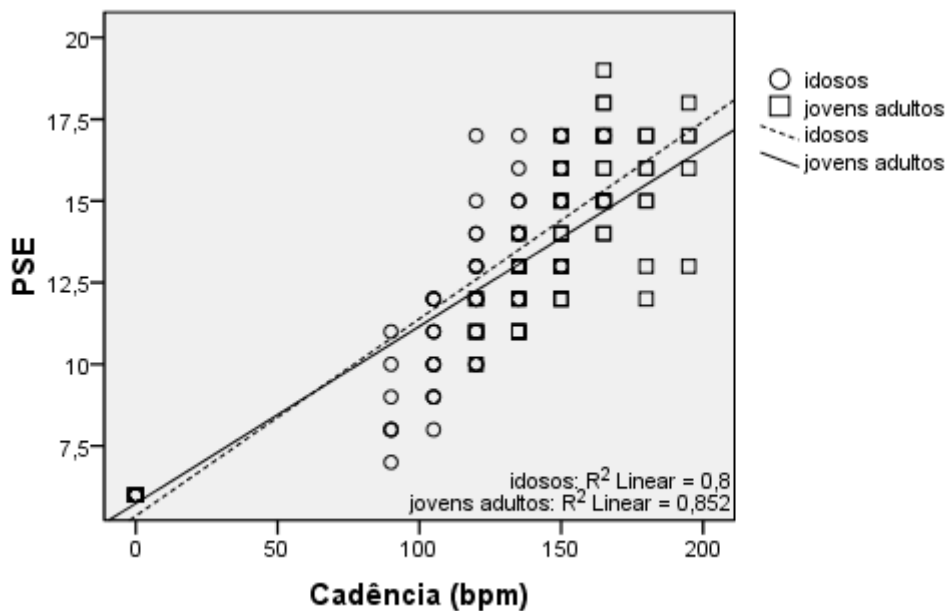


Fig. 10 - Gráfico ilustrativo da influência da cadência musical na PSE, suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.

Na tabela 7 estão os resultados do HLM onde se pode verificar que a variação da PSE associada ao aumento da cadência musical não é significativamente influenciada pelo grupo etário. O mesmo se verifica para os valores de repouso.

Tabela 7 - Resultados do teste HLM para a variável PSE

	Coefficiente (erro padrão)	IC (95%)
PSErep	5,396 (0,081)	
Efeito da FE	0,219 (0,109)	-0,002 — 0,440
PSE / BPM	0,060 (0,002)	
Efeito da FE	-0,004 (0,003)	-0,010 — 0,002

4.2. Frequência Cardíaca

Na figura 11 observa-se a evolução da FC para ambos os grupos em função do aumento da cadência musical. É possível observar que, durante o teste os valores mais elevados pertenceram ao GJA e os mais baixos ao GI, e assim o sugere também as rectas de regressão, cujos coeficientes de determinação são também positivos e fortes (GI: $R^2=0,782$ e GJA: $R^2=0,679$).

Na tabela 8 pode observar-se a média e desvio padrão das FC de repouso e máxima, onde está descrito também uma diferença significativa ($p<0,05$) para ambas as medidas, com o GI a obter valores inferiores tanto para a FCrep como para a FCmax. A análise por HLM (tabela 9) indica também que a influência do grupo etário na variância da FC em repouso é significativa ($14,888, p < 0.05$), neste caso com um valor médio mais elevado para o GJA ($90,526\pm 15,579$ b·min⁻¹) comparativamente ao GI ($77,389\pm 10,661$ b·min⁻¹). Com o aumento da cadência a evolução da FC não foi significativamente influenciada pelo grupo etário.

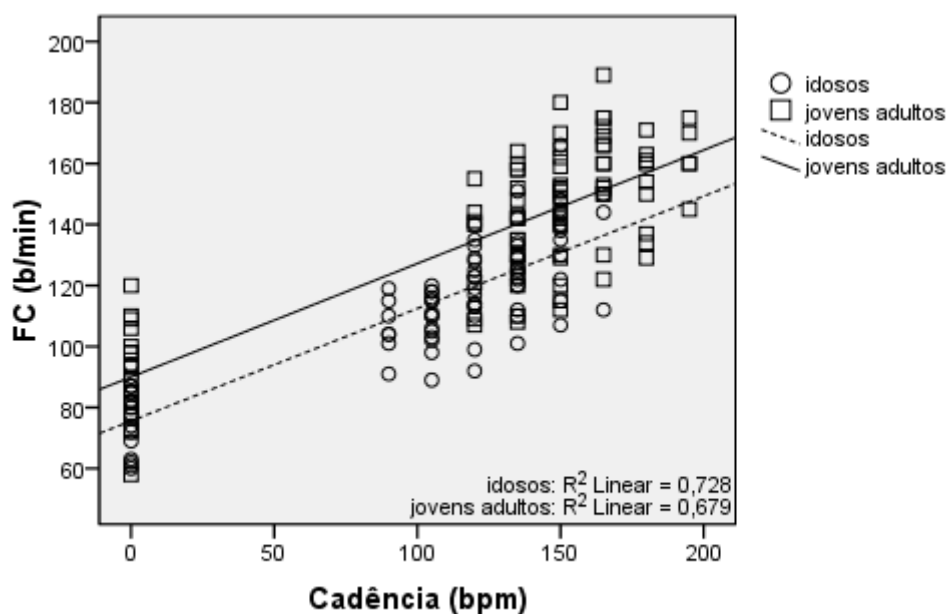


Fig. 11 - Gráfico ilustrativo da influência da cadência musical na FC, suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.

Tabela 8 - Valores da média e desvio padrão da FC de repouso e máxima para ambos os grupos etários

	GI	GJA
FCrep (b·min⁻¹)	77,389±10,661	90,526±15,579 *
FCmáx(b·min⁻¹)	162,461±4,141	192,489±1,885 *

* - Significativamente diferente do grupo concorrente (p<0,05)

Tabela 9 - Resultado do teste HLM para a variável FC

	Coefficiente (erro padrão)	IC (95%)
FCrep	75,007 (2,291)	
Efeito da FE	14,888 (4,250)	6,261 — 23,515
FC / BPM	0,375 (0,021)	
Efeito da FE	0,011 (0,032)	-0,052 — 0,074

4.3. Lactatemia e R4

A figura 12 ilustra o comportamento da CSL em relação aos aumentos da cadência musical. Os coeficientes de determinação são positivos (GI: $R^2=0,305$ e GJA: $R^2=0,397$) apesar de não tão fortes como as outras variáveis em estudo. A análise pelo HLM (tabela 10) mostra que a influência do grupo etário na variância dos valores da CSL em repouso não é significativamente diferente de zero. Já durante o aumento da cadência, o grupo etário mostra-se significativamente influenciador da CSL (0,006, $p<0,05$), com valores mais elevados para o GJA.

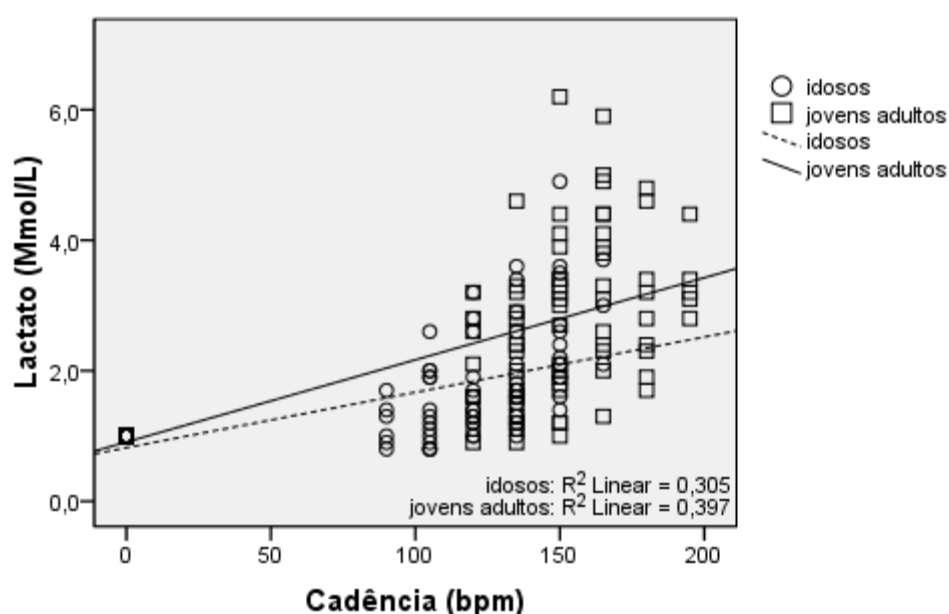


Fig. 12 - Gráfico ilustrativo da influência da cadência musical na CSL, suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.

Tabela 10 - Resultado do teste HLM para a variável CSL

	Coefficiente (erro padrão)	IC (95%)
CSLrep	0,843 (0,039)	
Efeito da FE	-0,013 (0,053)	-0,121 — 0,095
CSL / BPM	0,008 (0,001)	
Efeito da FE	0,006 (0,002)	0,002 — 0,010

Podemos observar ainda que apesar de a quase totalidade dos jovens terem atingido o limar das 4 mmol de lactato por litro de sangue, apenas um dos idosos alcançou esse patamar. Assim, a estatística seguinte apenas foi passível de ser calculada para o GJA.

A tabela 11 apresenta os percentis 25, 50 e 75 para todas as variáveis, para o GJA. Entre os percentis 25 e 75 a R4 variou de 150,60 a 171,53 bpm, a PSE à R4 variou de 14,75 a 16,47, a %FCres à R4 variou de 66,25 a 79,10%, a %VO₂res à R4 variou de 67,94 a 78,79%, o MET à R4 variou de 6,13 a 8,07 e o DE à R4 variou de 0,14 a 0,19 kcal·kg⁻¹·min⁻¹.

Tabela 11 - Valores dos percentis 25, 50 e 75 para a R4, PSE à R4, a %FCres à R4, a %VO₂res à R4, o MET à R4 e o DE à R4 para o GJA.

	R4	PSE à R4	%FCres à R4	%VO₂res à R4	MET à R4	DE à R4
	(bpm)		(%)	(%)	(MET)	(kcal·kg⁻¹·min⁻¹)
25	150,60	14,75	66,25	67,94	6,13	0,14
50	159,62	16,00	73,83	71,90	6,67	0,16
75	171,53	16,47	79,10	78,79	8,07	0,19

A figura 13 mostra, para o GJA a tendência central e a dispersão (média±1DP) para a cadência musical às 4mmol·l⁻¹ de Lactato no sangue (R4), percepção subjectiva de esforço à R4 (PSE à R4), percentagem da frequência cardíaca de reserva à R4 (%FCres à R4), percentagem do consumo de oxigénio de reserva à R4 (%VO₂res à R4), equivalente metabólico da tarefa à R4 (MET à R4) e dispêndio energético à R4 (DE à R4).

A R4 foi de 163,18±20,40 bpm, a PSE à R4 foi de 15,8±01,60, a %FCres à R4 foi de 72,85±11,45%, a % VO₂res à R4 foi de 70,98±9,60%, o MET à R4 foi de 6,95±1,22 e o DE à R4 foi de 0,16±0,05 kcal·kg⁻¹·min⁻¹.

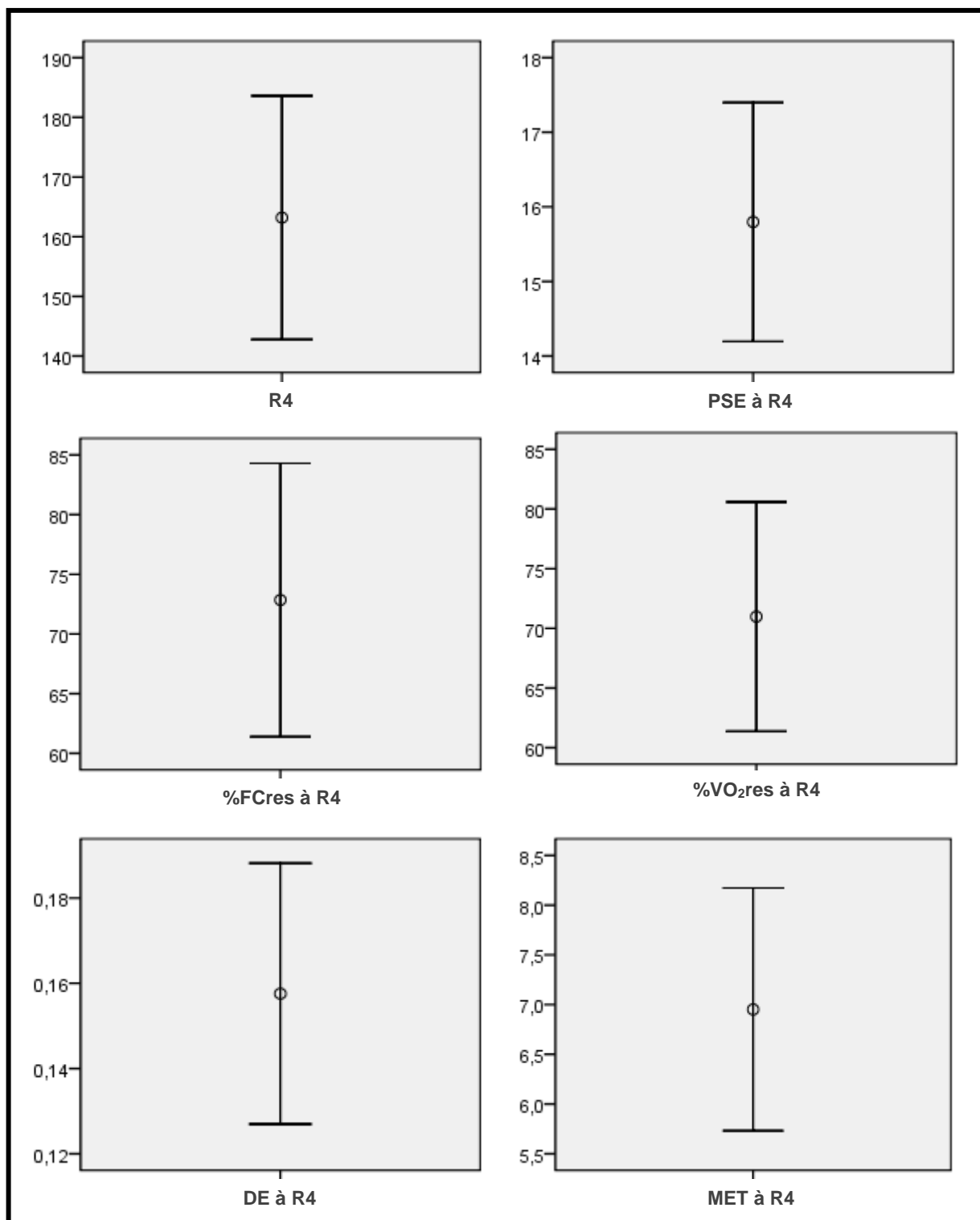


Fig. 13 - Média±1DP da Cadência musical às 4 mmol·l⁻¹ (R4) e das outras variáveis relativizadas à R4 (PSE à R4, %FCres à R4, % VO₂res à R4, MET à R4 e DE à R4), para o GJA

4.4. Consumo de Oxigénio (VO_2) e Consumo de Oxigénio de reserva ($\%VO_{2res}$)

Na figura 14 pode observar-se a evolução do VO_2 em função do aumento da cadência musical. Ambos os coeficientes de determinação são positivos e elevados (GI: $R^2=0,818$; GJA: $R^2=0,735$). Em relação aos valores do VO_{2rep} , $4,036\pm 0,632$ e $4,670\pm 1,219$ $ml\cdot kg^{-1}\cdot min^{-1}$ para o GI e GJA respectivamente, não se verificou uma diferença estatisticamente significativa. O mesmo já não se verificou para o $VO_{2m\acute{a}x}$, $32,9778\pm 1,720$ e $44,4884\pm 1,878$ $ml\cdot kg^{-1}\cdot min^{-1}$ para o GI e GJA respectivamente, que como evidenciado na tabela 12, apresenta diferenças estatisticamente significativa entre os dois grupos ($p<0,05$). Com o aumento da cadência verifica-se uma evolução do VO_2 significativamente influenciada pelo grupo etário ($0,022$, $p<0,05$), com valores mais elevados para o GJA como demonstra o resultado do teste HLM representado na tabela 13.

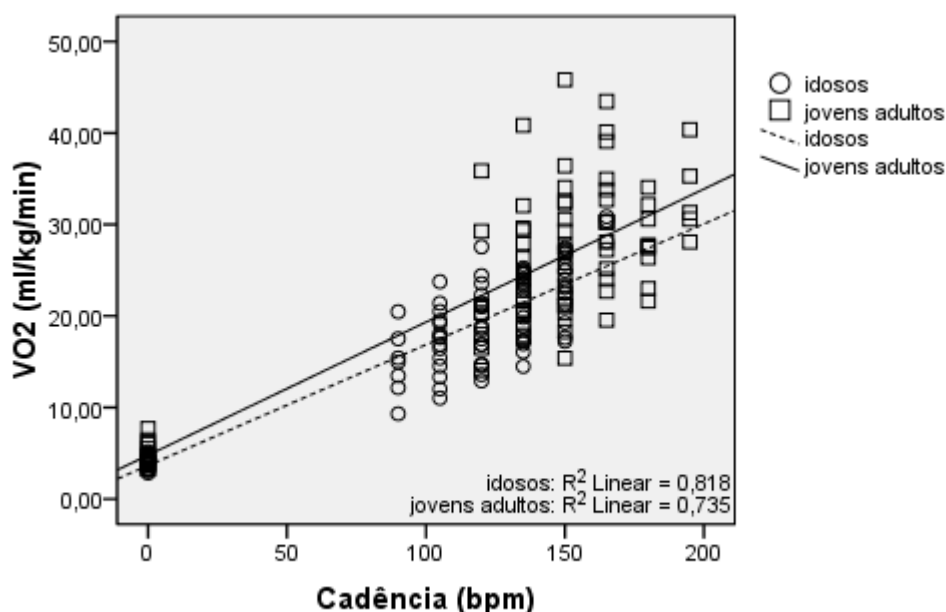


Fig. 14 - Gráfico ilustrativo da influência da cadência musical no VO_2 , suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.

Tabela 12 - Valores do VO_2 de repouso e máximo para ambos os grupos etários

	GI	GJA
VO_{2rep} ($ml\cdot kg^{-1}\cdot min^{-1}$)	$4,036\pm 0,632$	$4,670\pm 1,219$
$VO_{2m\acute{a}x}$ ($ml\cdot kg^{-1}\cdot min^{-1}$)	$32,9778\pm 1,720$	$44,4884\pm 1,878$ *

* - Significativamente diferente do grupo concorrente ($p<0,05$)

Tabela 13 - Resultado do teste HLM para a variável VO₂

	Coefficiente (erro padrão)	IC (95%)
VO₂rep	3,697 (0,215)	
Efeito da FE	0,688 (0,454)	-0,234 — 1,610
VO₂ / BPM	0,131 (0,006)	
Efeito da FE	0,022 (0,010)	0,002 — 0,042

Na figura 15 está ilustrada a relação entre a %FCres e a % VO₂res. No gráfico pode ver-se a linha de ajuste linear para o GI, para o GJA e a média dos dois grupos, bem como os respectivos valores do coeficiente de determinação que são: R²=0,896 para o GI; R²=0,955 para o GJA; e R²=0,925 para o total dos dois grupos.

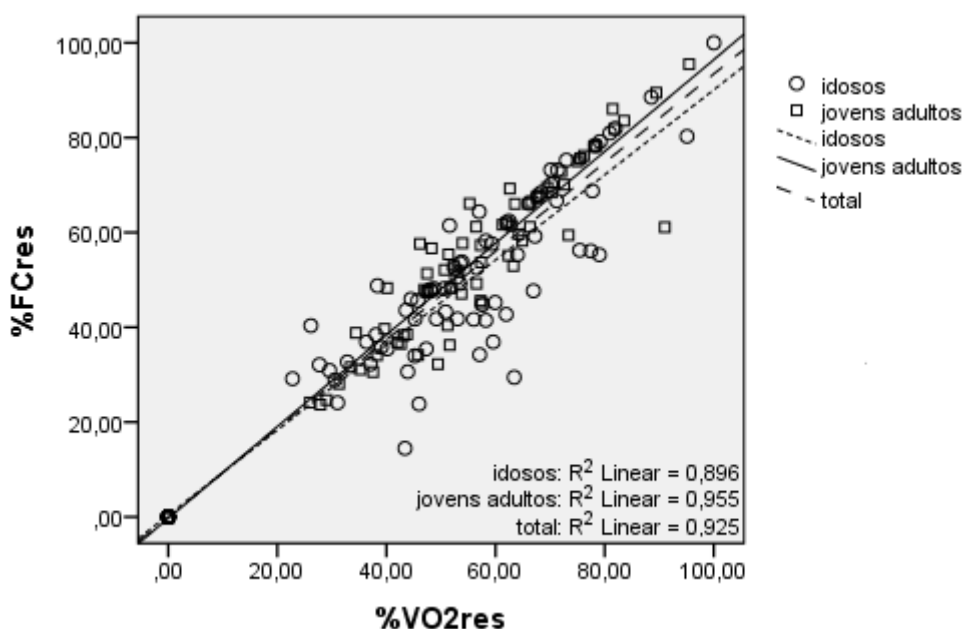


Fig. 15- Gráfico ilustrativo da relação entre a %FCres e a % VO₂res com os aumentos da cadência musical.

As tabelas 14 e 15 mostram os valores da PSE, %FCres, MET, DE e cadência musical correspondente a cada nível de intensidade (baseado na % VO₂res como sugerido pela ACSM (83)), para o GI e GJA respectivamente. Na tabela 15 podem ver-se ainda os valores da % VO₂res, PSE, %FCres, MET, DE e cadência musical relativizados à R4.

Tabela 14 - Tabela referente ao GI, com Zona Alvo de intensidade para melhoria geral da saúde para a PSE, %FCres, MET, DE e cadência musical em função da % VO₂res.

	% VO ₂ res	PSE	%FCres	MET	DE (kcal·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	Cadência musical (bpm)
Muito	100	18	90	7,7	0,16	198
Vigoroso	85	16	77	6,7	0,14	171
Vigoroso	84	16	76	6,7	0,13	169
	60	13	54	5,1	0,10	126
Moderado	59	13	53	5,1	0,10	124
	40	11	36	3,8	0,08	91
Leve	39	11	35	3,8	0,07	89
	20	8	18	2,6	0,05	55

Tabela 15 - Tabela referente ao GJA, com Zona Alvo de intensidade para melhoria geral da saúde para a PSE, %FCres, MET, DE e cadência musical em função da % VO₂res, e valores da % VO₂res, PSE, %FCres, MET, DE e cadência musical em função da R4.

	% VO ₂ res	PSE	%FCres	[La-] (mmol·l ⁻¹)	MET	DE (kcal·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	Cadência musical (bpm)
Muito	100	19	96		9,1	0,21	236
Vigoroso	85	17	82		7,9	0,18	204
Vigoroso	84	17	81		7,8	0,18	202
	71	16	73	4	7,0	0,16	165
	60	14	58		5,9	0,13	151
Moderado	59	14	57		5,9	0,13	149
	40	12	38		4,3	0,10	108
Leve	39	11	37		4,3	0,10	106
	20	9	19		2,7	0,06	66

4.5. MET

No que diz respeito ao MET, pode observar-se na figura 16 um coeficiente de determinação elevado e positivo, para os dois grupos (GI: $R^2=0,818$; GJA: $R^2=0,735$) bem como as respectivas rectas de regressão. Segundo o teste de HLM ilustrado na tabela 16 a variância dos valores do MET em repouso não é influenciada significativamente pelo grupo etário. O mesmo se verifica com o aumento da cadência musical, onde mais uma vez o teste HLM mostrou não haver influência do grupo etário na variação dos valores de MET.

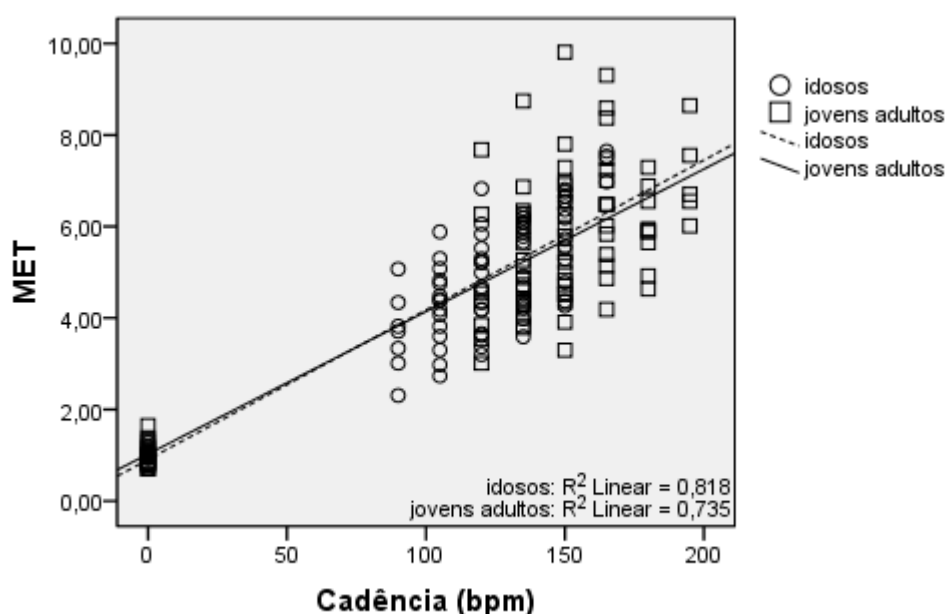


Fig. 16 - Gráfico ilustrativo da influência da cadência musical na MET, suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.

Tabela 16 - Resultado do teste HLM para a variável MET.

	Coeficiente (erro padrão)	IC (95%)
METrep	0,916 (0,053)	
Efeito da FE	0,023 (0,101)	-0,182 — 0,228
MET / BPM	0,032 (0,001)	
Efeito da FE	0,000 (0,002)	-0,004 — 0,004

4.6. Dispêndio Energético

No que concerne ao dispêndio energético, observa-se na figura 17 um coeficiente de determinação forte e positivo, para os dois grupos (GI: $R^2=0,813$; GJA: $R^2=0,736$). O resultado do teste HLM (tabela 17) indica que em repouso a influência do grupo etário no DE (com valores de $0,019\pm 0,005$ e $0,023\pm 0,006$ para o GI e GJA, respectivamente) não é significativa. Com o aumento da cadência musical, a influência do grupo etário na variância dos valores de DE é significativamente diferente de zero ($0,003, p<0,05$)

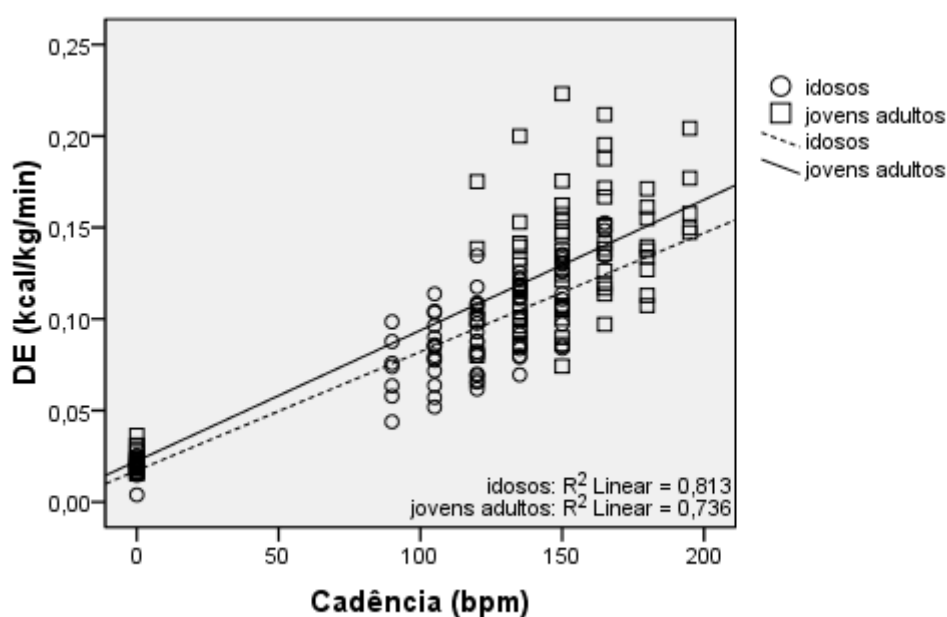


Fig. 17 - Gráfico ilustrativo do comportamento e influência da cadência musical no DE, suas rectas de regressão linear e respectivos coeficientes de determinação.

Tabela 17 - Resultado do teste HLM para a variável DE

	Coefficiente (erro padrão)	IC (95%)
DErep	0,017 (0,001)	
Efeito da FE	0,003 (0,002)	-0,001 — 0,007
DE / BPM	0,001 (0,00002)	
Efeito da FE	0,00010 (0,00004)	0,00002 — 0,0002

5. DISCUSSÃO

5.1. PSE

Verifica-se no presente estudo que, aumentos da frequência gestual, devido a aumentos da cadência musical, levam a um aumento da PSE, e que para ambos os grupos, esta relação é significativa (GI: $R^2=0,8$; GJA: $R^2=0,852$). Estes resultados vão de encontro a estudos anteriores realizados na área que reportam que aumentos da cadência musical levam a aumentos da PSE (54), nomeadamente o de Barbosa *et al.* (9) que utilizou o mesmo exercício (cavalo marinho) em 15 jovens do sexo feminino com média de idade $21,8\pm 2,91$ anos e cujo coeficiente de determinação ($R^2=0,85$) é idêntico ao encontrado no presente estudo para o GJA.

A EPSE, é comumente correlacionada com outros parâmetros como a FC e com o VO_2 : Shono *et al.* (65), com uma população de 20 sujeitos do sexo feminino com média de idade de $59,1\pm 5,2$ anos encontrou uma forte correlação ($r=0,996$, $p<0,01$) entre PSE e FC para caminhada em piscina rasa com água até ao apêndice Xifóide. Também Raffaelli *et al.* (54), com o objectivo de medir a intensidade de exercitação dos exercícios de Hidroginástica mais comuns a diferentes frequências com uma amplitude de movimento padronizada em 12 estudantes do sexo feminino com média de idade de $26,0\pm 2,9$ anos, descreve uma correlação elevada com a PSE tanto para a FC ($r=0,78$) como para o VO_2 ($r=0,44$).

Já Chen *et al.* (67) numa meta análise analisando as relações descritas entre a PSE e várias variáveis fisiológicas descreve um coeficiente de validade de 0,62 para a FC e 0,63 para o VO_2 .

Alberton *et al.* (61), com o intuito de analisar a correlação entre a PSE, o VO_2 e o $VO_{2máx}$ em seis mulheres com idades entre os 21 e 23 anos, descrevem também uma forte correlação na execução de vários exercícios de hidroginástica entre a PSE e o VO_2 ($r=0,652$; $p<0,001$), acrescentando ainda que o tipo de exercício não influenciou nenhum dos parâmetros avaliados.

No presente estudo foram encontradas correlações elevadas entre a PSE e a FC (GI: $R^2=0,754$ e GJA: $R^2=0,799$) e a PSE e o VO_2 (GI: $R^2=0,709$ e GJA: $R^2=0,758$). Tais resultados vão, como referido acima, ao encontro do que a literatura reporta em geral, ainda que, possa haver discrepância com alguns estudos, nomeadamente os efectuados

em meio terrestre, pois como descrito anteriormente e amplamente na literatura em geral, tanto a FC como o VO_2 sofrerem uma redução reflexa ao mergulho (8, 9, 57, 73, 112)

De um modo geral podemos referir que ambas as rectas de regressão entre a PSE e a FC, nomeadamente a do GJA, vão de encontro ao que foi descrito originalmente por Borg, que a escala de Borg 6-20 foi desenhada para crescer linearmente com a frequência cardíaca. O facto de estes resultados mostrarem coeficientes de determinação elevados pode dever-se em parte ao relativamente reduzido número da amostra e à homogeneidade dos grupos como refere Chen *et al.* (67). O facto de os sujeitos serem praticantes normais de Hidroginástica e não estarem habituados a ser submetidos a este tipo de testes bem como o meio ambiente em que os testes foram realizados faz ainda com que existam vários factores passíveis de alterar a PSE como descrito por Borg (63), nomeadamente a utilização de equipamentos desconhecidos, a música, a temperatura e a própria presença de “avaliadores”. Estes factores foram minimizados o mais possível com explicações individuais detalhadas de tudo o que se iria suceder aquando do momento da avaliação.

Tanto quanto foi possível apurar, não há estudos nas mesmas condições que o presente comparando as adaptações fisiológicas em diferentes faixas etárias; No presente estudo, apesar de o GJA ter reportado valores de PSE mais elevados do que o GI, isto deve-se ao facto do primeiro ter alcançado patamares de cadência superiores, que, como demonstrado levam a aumentos da PSE, pois, segundo o modelo preditivo do HLM, a variância da PSE não é influenciada pelo gupo etário *per se*. Estes resultados sugerem que uma prescrição de intensidade de exercitação tendo por base a PSE pode ser válida tanto para jovens como, visto a ausência de variância, para idosos. Este facto é corroborado pela ACSM quando recomenda uma intensidade de 12 a 16 valores para intensidades moderada/vigorosa para a população em geral (74) não fazendo discriminação por idades. Os resultados obtidos no presente estudo têm como limite inferior para moderado e limite superior para vigoroso o intervalo respectivamente de 11 a 16 para o GI e 12 a 17 para o GJA (tabela 14 e 15), o que vai de encontro à supra citada recomendação, apenas com uma ligeira variação para cada grupo relativamente ao *standard*. Esta pequena discrepância é provavelmente resultante da especificidade dos grupos amostrais, nomeadamente em termos de idade, isto é, os valores apresentados aqui representam dois grupos etários específicos enquanto as recomendações da ACSM visam a população em geral.

Quando se fala em melhoria da condição física geral, é recomendado que um sujeito se exercite a uma intensidade de 40% a 84% do VO_2res (83), correspondendo a um intervalo de intensidade de moderado a vigoroso. No presente estudo procurou também saber-se o valor de cada uma das variáveis correspondentes a esta intensidade, isto é, relativizaram-se todas as variáveis ao VO_2res .

Foi encontrada no presente estudo, correspondente às intensidades supra citadas uma PSE de 11 a 16 para o GI e 12 a 17 para o GJA. Este método de avaliação da intensidade do esforço é muito utilizada (9, 55, 69-72) no fitness tanto no meio terrestre como no meio aquático. Para esta variável, as recomendações para a intensidade de exercitação vão dos 12 aos 16 (74), o que vai de encontro ao reportado no presente trabalho, com uma ligeira diferença no limite inferior do intervalo no GI e uma ligeira diferença no limite superior para o GJA. Esta diferença pode ser explicada com a especificidade da faixa etária presente neste grupo (mais de 60 anos e entre 18 e 30 anos), em contrapartida com as recomendações da ACSM, elaboradas para a população em geral. A falta de contacto regular com a EPSE poderia ser outro factor que justificaria as diferenças não fosse o facto de se verificar uma concordância entre o VO_2res e a PSE em termos de intervalos de exercitação recomendados, o que sugere uma boa utilização da EPSE. Como já visto anteriormente, a idade não influencia significativamente a variação da PSE ao longo dos aumentos de cadência, logo, apesar da diferença entre os valores dos dois grupos amostrais, aumentar 1 valor da PSE reflecte o mesmo aumento em termos de % VO_2res tanto para o GI como para o GJA.

5.2. Frequência cardíaca

Verifica-se, no presente estudo, que aumentos da frequência gestual, devido a aumentos da cadência musical, levam também a um aumento da FC, e que para ambos os grupos os coeficientes de determinação são positivos e fortes (GI: $R^2=0,782$ e GJA: $R^2=0,679$). Os resultados encontrados corroboram o que tinha sido já descrito por vários autores, tanto em passeadeira rolante como em actividades aquáticas em que aumentos da cadência musical levam a aumentos deste parâmetro fisiológico, nomeadamente Raffaelli *et al.* (54) que obteve um $r=0,78$ ($p<0,01$) em 12 estudantes do sexo feminino com média de idades de $26,0\pm 2,9$ e Barbosa *et al.* (56), que utilizou o mesmo exercício (cavalo marinho) em 15 jovens do sexo feminino com média de idade $21,8\pm 2,91$ anos e

cujo coeficiente de determinação ($R^2=0,66$) é idêntico ao encontrado no presente estudo para o GJA.

A utilização da frequência cardíaca como meio de controlo e prescrição da intensidade da actividade física é dos métodos mais utilizados devido também à facilidade e baixo custo de operacionalização. Este parâmetro está, no caso das actividades aquáticas influenciado pelas propriedades físicas da água, como a pressão hidroestática e a temperatura, que tendem a provocar uma diminuição da FC reflexa ao mergulho (9, 88, 89, 91, 94, 95). Dada a inexistência de dados sobre se essa diminuição é significativamente influenciada pela idade, a significativa variância encontrada para a FC em repouso no presente estudo (14,89, $p<0,05$), pode dever-se ao nível de actividade física dos praticantes.

O nível de actividade física é outro factor que afecta a FC, mais propriamente, causa a diminuição da FCrep (33, 36, 117). Apesar de todos os participantes terem experiência na prática de Hidroginástica, o GI possuía no geral, praticantes mais regulares desta modalidade. Esta variância da FCrep resultante do nível de actividade física é o factor que sustenta a utilização da %FCres em vez da %FCmáx quando se trata de prescrever intensidades de exercício, nomeadamente em modalidades com participantes muito heterogéneos como é o caso a hidroginástica. Ao utilizar a %FCres elimina-se a bem documentada variabilidade da FCrep, fazendo que vários indivíduos se possam exercitar a diferentes FC mas na mesma intensidade, sob a forma de percentagem da FCres. Este método de prescrição tem sido cada vez mais utilizado, incluindo a ACSM que já o adoptou para os testes e prescrição de exercício físico (83). De facto, no presente estudo, só foi utilizada a FCmáx para se poderem calcular as percentagens da FCres, e como não foi efectuado um teste onde se pudesse determinar este máximo, foi utilizada a fórmula proposta por Tanaka *et al.* “ $208-0,7x$ idade” (85). Existem muitos outros modelos matemáticos, uns uni variáveis outros multivariáveis, mas todos partilham a mesma limitação: o erro de predição em relação ao máximo real é inaceitavelmente alto. Apesar da fórmula mais utilizada continuar a ser a “ 220 -idade”, esta só o é, como já foi referido anteriormente, pela sua maior facilidade de operacionalização em termos de cálculo e porque todos utilizam sem questionar as suas origens. Assim, a fórmula de Tanaka *et al.* foi preferida em detrimento de todas as outras por estar bem documentada e apresentar o coeficiente de determinação mais elevado (84). No artigo supra citado pode ainda concluir-se que o principal factor influenciador da FCmáx é a idade, e que quanto maior for a idade, menor será este

máximo. A diminuição da FC_{máx} com a idade é bem conhecida e documentada, e no presente estudo, a diferença significativa entre os dois grupos etários (162,461±4,141 e 192,489±1,885 b·min⁻¹ para o GI e GJA, respectivamente; p<0,05) não foge à regra. Apesar da diferença significativa da FC_{máx} entre os dois grupos, verificou-se através do modelo preditivo do HLM uma variância não significativa na evolução da FC com o aumento da cadência entre os dois grupos o que permite prescrever para os dois grupos os mesmos aumentos da %FC_{res} derivados de um mesmo aumento da cadência musical. A percentagem da FC_{res} encontrada correspondente às intensidades moderada/vigorosa foi de 36 a 76% para o GI e de 38 a 81% para o GJA. Estes valores apresentam uma variação muito baixa relativamente ao recomendado (40 a 84%) (83), variação essa que pode ser explicada pelas características específicas do grupo amostral, nomeadamente a idade, visto que as recomendações são valores médios que visam abranger a população em geral.

No que respeita à FC relativizada à %VO_{2res}, seria de esperar que, para a %FC_{res} se verificasse uma percentagem idêntica (40 a 84% da FC_{res}) em ambos os grupos, já que como referido anteriormente, estas duas percentagens são directamente proporcionais independentemente da idade (79, 81-83), no entanto, e apesar de no GJA a diferença ser quase nula (38 a 81% vs. 40% a 84%) no GI ambos os limites do intervalo da %FC_{res} são abaixo da %VO_{2res} (36 a 76% vs. 40% a 84%). Apesar da premissa assumida para o cálculo do VO_{2máx} corroborada pelos autores supracitados estar bem documentada e ser cada vez mais utilizada, esta foi testada em meio terrestre, e sabendo que tanto a FC como o VO₂ sofrem decréscimos reflexos à imersão em meio aquático, isto levanta uma questão em relação à proporcionalidade desses decréscimos. Não foram encontrados artigos em nenhuma base de dados que abordem este ponto, tentando compreender se haveria diferenças significativas entre a relação %FC_{res}/%VO_{2res} em meio terrestre e aquático, mas é possível que no meio aquático esta relação, embora também forte (118), não seja tão proporcional como em meio terrestre para as intensidades estudadas ou para qualquer outra intensidade, o que, a par das características amostrais restritas, justificaria a diferença encontrada no presente artigo. No entanto, o presente estudo mostra que para ambos os grupos, mas especialmente para o GJA esta relação é muito próxima de R²=1 (R²=0,896 para o GI, R²=0,955 para o GJA e R²=0,925 para a média dos dois grupos), o que vai ao encontro das conclusões observadas por diversos investigadores no que respeita não só à

população em geral (82, 83) mas também a indivíduos com obesidade (80) e outros problemas cardíacos (81) e a atletas de elite (79).

5.3. Concentração sanguínea de Lactato

Durante as actividades leves/moderadas, a CSL não sofre grandes aumentos, permanecendo ligeiramente acima dos valores de repouso e somente a partir de cerca de 60% do VO_2 máx é que sofre incrementos significativos levando posteriormente a uma progressiva, e mais rápida, acumulação.

No presente estudo, verificou-se que aumentos da cadência musical resultaram em aumentos da CSL, com coeficientes de determinação razoáveis para os dois grupos (GI: $R^2=0,305$ e GJA: $R^2=0,397$). No estudo de Barbosa *et al.* (56) já descrito anteriormente, foram encontrados valores um pouco mais elevados ($R^2=0,54$) comparado com o GJA. Apesar do coeficiente de determinação ser alto, não é tão elevado quando comparado com as outras variáveis avaliadas neste estudo. Este facto deve-se à não linearidade da evolução da CSL, isto é, a evolução real da concentração de lactato em função da cadência musical apresenta antes um aumento pouco significativo no início do exercício e exponencial a partir do momento em que se atinge o LL. Como os aumentos da CSL dependem do nível de treino dos indivíduos, diferentes níveis resultam em diferentes “curvas de lactato”, com um deslocamento para a direita quanto maior é o nível de treino. Em termos práticos isto significa que indivíduos treinados conseguem suportar mais aumentos de cadência sem elevar tanto os níveis de repouso da CSL, atrasando assim o aparecimento da R4. Para além da idade este é um factor que pode explicar as diferenças obtidas entre os grupos.

Sendo as aulas de Hidroginástica leccionadas numa intensidade moderada/vigorosa, é presumível que a CSL esteja perto deste limiar e algumas vezes acima dele. Sendo este valor bastante individual e visto que para este limiar o valor assumido é fixo ($4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ de sangue), foi proposto desenvolver com os presentes dados um intervalo que melhor sirva as populações com características iguais às presentes. No que respeita ao GJA, a R4 variou entre 150,60 bpm (percentil 25) e 171,53 bpm (percentil 75). As recomendações da AEA a este respeito para sessões de hidroginástica dirigidas à melhoria cardio-respiratória são de 125 a 150 bpm para a população em geral e 120 a 145 bpm para idosos (102). No entanto estas directrizes são

muito abrangentes, não fazendo distinção por exemplo, entre sexos e não define as idades contidas na “população em geral”. Apesar de haver uma visível diferença para a literatura citada, o presente estudo avaliou jovens do sexo feminino clinicamente saudáveis e fisicamente activas, portanto, pode especular-se que tais intervalos de cadência possam ser inadequados para outros tipos de praticantes. Num estudo conduzido por Barbosa *et al.* (56) em condições amostrais semelhantes, foi também descrito uma amplitude de cadência musical superior, embora em valores menos expressivos ao recomendado pela literatura (de 136,03 a 158,28bpm para os percentis 25 a 75 respectivamente). Ainda relativamente à R4 e também num intervalo correspondente aos percentis 25 a 75, a PSE à R4 variou de 14,75 a 16,47, a %FCres à R4 variou de 66,25 a 79,10%, a %VO₂res à R4 variou de 67,94 a 78,79%, o MET à R4 variou de 6,13 a 8,07 e o DE à R4 variou de 0,14 a 0,19 kcal·kg⁻¹·min⁻¹ (tabela 11). No estudo conduzido por Barbosa *et al.* supra citado, a única variável relativizada à R4 semelhante à encontrada no presente estudo foi a PSE à R4, que variou entre 13,25 to 16,75 para os percentis 25 a 75.

Salvo ligeiras variações, apresentar um intervalo referente aos percentis 25 e 75 para as variáveis do presente estudo relativizadas à R4 revelou que treinar a estas intensidades vai de encontro ao proposto para o definido como moderado/vigoroso, para o GJA, visto que a ACSM sugere intervalos de PSE entre 12 e 16, %FCres e %VO₂res entre os 40 e 85% e MET entre 4,6 e 8,6. Exercitar-se com uma CSL a rondar as 4 mmol·l⁻¹ representa uma intensidade de exercício já ligeiramente acima do moderado, o que provavelmente justifica estas variações verificadas no limite inferior do intervalo proposto. Relativamente ao limite superior dos intervalos, pressupõe-se que as variações encontradas se devam, como já foi referido anteriormente à especificidade, em termos de idades, do grupo analisado.

Pouco se tem investigado acerca da influência da idade na variação da CSL. Apesar de haver estudos como o de Mattern *et al.* (119) que em 27 sujeitos atletas divididos em três grupos etários (jovens: 25,9±1,0 anos, meia idade: 43,2±1,0 anos e idosos: 64,6±2,7 anos) demonstrou haver uma diminuição significativa (p<0,05) na intensidade do esforço (em %VO₂máx) no MaxLaSS predito (jovens: 80,8±0,9%, meia idade: 76,1±1,4% e idosos: 69,9±1,5%), não foram encontrados estudos que justifiquem directamente o facto de, no presente estudo, apenas um dos sujeitos do GI ter atingido a CSL de 4 mmol·l⁻¹, facto que inviabilizou a elaboração de uma estatística idêntica à elaborada para o GJA. No presente estudo, o modelo preditivo devolvido pelo HLM

mostra que os aumentos da CSL derivados do aumento da cadência musical são significativamente diferentes entre os grupos etários ($p < 0,05$), com os valores preditos a serem mais baixos para o GI. Podemos especular no entanto, que este facto se tenha deva às alterações músculo-esqueléticas que se verificam com o processo de envelhecimento. Neste campo, Mettern *et al.* (119), no artigo supra citado, descreve ainda que no grupo dos indivíduos idosos uma concentração mais baixa das fibras tipo IIb e uma concentração mais alta de fibras tipo I nas unidades motoras musculares. Com este decréscimo das fibras cujo principal processo de produção de energia a que recorrem é a glicólise anaeróbia, pressupõe-se que a produção de lactato, seja mais baixa; Isto levaria a concluir que, no presente estudo, o GI talvez tenha, na verdade, atingido também o MaxLaSS, este valor é que seria mais baixo do que os “estipuladas” $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ de sangue.

Na inviabilidade de elaborar um intervalo de cadência musical para os dois grupos do presente estudo que permitisse uma excitação a uma intensidade correspondente à R4, optou-se por se relativizar a cadência também às $\% \text{VO}_{2\text{res}}$, 40 a 84%. O ritmo musical correspondente a estas percentagens (intensidades moderada/vigorosa) foi de entre 91 e 169 bpm para o GI e 108 a 202 bpm para o GJA. A AEA (102) recomenda para populações idosas a utilização de cadências musicais entre os 120 e 145 bpm, e para a população em geral 125 a 150, embora não refira a que intensidades estes intervalos correspondem, nem se foram obtidos através de uma associação com outro parâmetro fisiológico como no presente estudo. No entanto, dada a maior semelhança entre o intervalo recomendado pela AEA para a população em geral e o encontrado no presente estudo para o GJA quando relativizado à R4 (151 a 172 bpm, percentil 25 e 75 da R4 respectivamente), podemos especular que ambas as recomendações para a população geral e para idosos esteja também relativizada a uma variável que não é descrita. Ainda assim, este intervalo proposto está incluído no que foi encontrado no presente estudo referente às intensidades moderada/vigorosa, o que permitiria, neste caso, consoante as características da população, poder optar entre cadências mais baixas e mais altas do que as propostas pela AEA, mantendo a intensidade de excitação em termos de $\% \text{VO}_{2\text{res}}$ dentro dos limites estabelecidos pela ACSM.

O facto de poucos dos sujeitos do GI ter chegado efectivamente aos 85% $\text{VO}_{2\text{res}}$, fez com que nos restantes este valor tivesse que ser extrapolado. Apesar da linearidade do aumento do VO_2 com o aumento de cadência estar documentado,

também está descrito que para intensidades perto do mínimo e do máximo essa linearidade se esbate. Este pode ter sido um dos factores responsáveis por um limite superior tão elevado, apesar de esta suposição só poder ser comprovada com um teste máximo que é desaconselhado neste tipo de população principalmente sem a presença de uma equipa médica especialista.

No GJA o R4, 165 bpm, correspondeu a 71% do VO_{2res} , o que, junto com o intervalo baseado nos percentis 25 e 75 (151 a 172 bpm) pertencem à intensidade moderada/vigorosa. No caso deste grupo, sabendo a que ritmo musical acontece o ponto de acumulação do Lactato sanguíneo, será preferível que o professor programe aulas à volta desta intensidade, evitando assim cadências que, apesar de pertencerem ao intervalo de 40 a 84% do VO_{2res} proposto pela ACSM para melhoria da condição cardiorrespiratória, possam levar a uma fadiga mais acelerada por concentração excessiva de lactato no sangue.

5.4. Consumo de Oxigénio (VO_2)

O presente estudo mostra que a cadência musical e o VO_2 estão linearmente correlacionados em ambos os grupos etários com coeficientes de determinação bastante elevados (GI: $R^2=0,818$ e GJA: $R^2=0,735$). Esta correlação está também bem documentada, na medida em que aumento da cadência musical leva a aumentos da frequência gestual e por sua vez ao aumento do consumo de oxigénio.

Oliveira *et al.* (118), em 12 mulheres com média de idades de $22,33\pm 0,57$ anos efectuando corrida estacionária com aumentos progressivos de cadência (60, 80 e 100 bpm), reportou um aumento significativo do VO_2 entre as três cadências, também com uma correlação de linearidade.

No presente estudo, embora em ambos os grupos esta linearidade seja positiva, o modelo preditivo do HLM mostra que a evolução do VO_2 em função do aumento da cadência musical é significativamente diferente entre os grupos etários, sendo que o modelo prediz valores mais baixos para o GI ($0,022$, $p<0,05$). O $VO_{2m\acute{a}x}$ mostra também ser significativamente mais baixo para o GI ($p<0,05$), com $32,9778\pm 1,720$ $ml\cdot kg^{-1}\cdot min^{-1}$ em contraste com os $44,4884\pm 1,878$ $ml\cdot kg^{-1}\cdot min^{-1}$ para GJA. Estes resultados vão de encontro ao que está bem documentado e que diz que o $VO_{2m\acute{a}x}$ evolui positivamente até ao fim da adolescência onde atinge o seu pico (120) e regista

um contínuo declínio a partir dos 25-30 anos (111, 119, 121-127), sendo um dos principais factores responsáveis por estas mudanças a percentagem de massa muscular do corpo (86, 128). Quanto ao $VO_2\text{rep}$, o modelo preditivo do HLM mostra não haver diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos etários. Este facto corrobora a utilização de um valor padrão para o $VO_2\text{rep}$ em indivíduos saudáveis independentemente da idade, embora o valor utilizado ($3,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) seja um pouco mais baixo do que os encontrados tanto para o GI como para o GJA ($4,036\pm 0,632$ e $4,670\pm 1,219 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ respectivamente).

Também Coelho-Ravagnani *et al.* (129) e Antunes, A.H. (130) e encontraram valores diferentes do *standard*, o primeiro reporta $2,7\pm 0,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ em 12 mulheres com $51,0\pm 5,5$ anos e o segundo $3,89\pm 0,55 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ em nove mulheres de idades entre os 18 e 28 anos. O facto de tanto o GI como o GJA ser composto por indivíduos fisicamente activos (não só na prática de Hidroginástica como noutras actividades), pode fazer com que a massa muscular dos participantes seja acima da média, facto que justificaria estes valores mais elevados em relação ao “padrão”. No entanto, tal afirmação só poderia ser confirmada recorrendo, por exemplo, à bioimpedância, teste que não se efectuou.

5.5. MET

O Metabolic Equivalent of Task (MET), foi desenvolvido para reflectir o custo energético de qualquer actividade física (107), assim, era de esperar que à medida que a cadência musical aumentasse, assim aumentaria o MET. Foi o que se verificou no presente estudo, para ambos os grupos, com a relação MET/bpm a obter fortes e positivos coeficientes de determinação (GI: $R^2=0,818$ e GJA: $R^2=0,735$). Sendo os dois grupos compostos por sujeitos de idades tão distintas, e visto que o metabolismo basal tende a diminuir com a idade (109-111), optou-se por utilizar para o valor 1 MET do GI a média do metabolismo basal apenas dos sujeitos deste grupo, e procedeu-se de igual maneira para o GJA. Assim, o valor de 1 MET para o GI correspondeu a $4,036 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e para o GJA $1 \text{ MET}=4,670 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Depois de convertidos os valores de VO_2 dos sujeitos em cada patamar para MET já segundo o valor médio de repouso, o modelo preditivo do HLM não previu variância por influência do grupo etário nem em repouso nem com o aumento da cadência. Apesar do metabolismo basal,

comprovadamente como referido acima, diminuir com a idade, geralmente o valor de 1 MET é padronizado nos $3,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. O facto do modelo preditivo do HLM não prever variância influenciada pelo grupo etário em repouso, corrobora a utilização de um valor padrão para 1 MET, no entanto, o valor utilizado actualmente $3,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ está desajustado para a presente população e estando o valor de repouso, todo o sistema de MET estaria desajustado também.

Coelho-Ravagnani *et al.* (129) num estudo com 12 mulheres e 3 homens ($51,0\pm 5,5$ anos) com o objectivo de determinar o gasto energético em termos de gasto calórico e MET de duas sessões de um protocolo de exercício, encontrou equivalente a 1 MET o valor de $2,7\pm 0,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Uma possível explicação para esta diferença já foi apresentada anteriormente, e prende-se com o facto dos sujeitos avaliados serem fisicamente activos, isto é, poderem ter uma percentagem maior de massa muscular, o que levaria a valores de repouso mais elevados (131, 132). Este desajuste em relação ao 1 MET não inviabiliza no entanto a sua utilização. O propósito da utilização do MET é saber a quantas vezes acima do repouso um sujeito se está a exercitar, como mostra a tabela proposta por Ainsworth *et al.* (107) com os níveis de MET correspondentes às mais diversas actividades físicas em diversas intensidades, e isso é independente do valor de repouso. Já as recomendações por sua vez, são dependentes do $\text{VO}_2\text{máx}$, traduzido neste caso por MET máximo. Assim, é necessária precaução no momento de sugerir que um sujeito para atingir uma intensidade de exercitação moderada deve andar entre os 3 e os 6 MET por exemplo, visto que a intensidade de qualquer patamar submáximo está dependente da intensidade máxima de cada indivíduo. Para colmatar esta falha, o ACSM (83) propõe uma tabela de classificação da intensidade da actividade física com equivalências entre MET e $\% \text{VO}_2\text{res}$ mais abrangente (ver tabela 5), sendo que nesta tabela um indivíduo pode optar por qual das colunas se guiar dependendo do seu MET máximo. A utilização da mesma escala de MET como controlo da intensidade do esforço independentemente da idade foi corroborada também no presente estudo visto a ausência de variância por influência do grupo etário na evolução do MET com a cadência musical.

O ACSM recomenda ainda, em conjunto com a AHA (62) uma quantidade de actividade física de $450 \text{ a } 700 \text{ MET}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{sem}^{-1}$. Com 2 treinos semanais de 45 min como são habitualmente as aulas de hidroginástica, a uma intensidade apenas moderada ($3,8 \text{ a } 5,1 \text{ MET}$ para o GI e $4,3 \text{ a } 5,9 \text{ MET}$ para o GJA), o GI teria uma quantidade de $342 \text{ a } 459 \text{ MET}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{semana}^{-1}$ e o GJA de $387 \text{ a } 531 \text{ MET}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{sem}^{-1}$.

Tendo em conta que qualquer que seja a estratégia do monitor para a aula esta vai sempre compreender alguns minutos a uma intensidade vigorosa, os valores acima apresentados facilmente subiriam para ir de encontro às recomendações da ACSM e AHA. Na actualização aos valores do Compêndio da Actividade Física, Ainsworth *et al.* (107) actualizou o valor de MET atribuído à Hidroginástica de 4 para 5,3 MET, valor este que se enquadra na intensidade moderada do GJA mas já pertence ao limite inferior da intensidade vigorosa do GI

A diferença em relação às recomendações de $\text{MET} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{sem}^{-1}$ propostas por Haskell *et al.* no artigo supracitado (62) prendem-se com o facto de a intensidade moderada/vigorosa ser descrita como sendo entre 3 e 6 MET enquanto que no presente estudo se verificou serem de 3,8 a 6,7 MET para o GI e 4,3 a 7,8 MET para o GJA. Esta diferença deve-se à generalização do valor 3 a 6 MET para quantificar a intensidade moderada/vigorosa de exercício para a população em geral, em contraste com a individualização efectuada no presente estudo. A solução passa por individualizar um pouco mais a prescrição, recorrendo à tabela mais recente da classificação da intensidade da actividade física com equivalências entre MET e % VO_2res , visto que nesta tabela um indivíduo pode optar por qual das colunas se guiar dependendo do seu MET máximo. O MET máximo do GI do presente estudo foi de 7,7 (obtido através da recta de regressão da relação % $\text{VO}_2\text{res}/\text{MET}$), portanto a coluna da tabela 5 que melhor descreve esta população é a de 8 MET a 100% do VO_2res . Assim, seria de esperar, correspondente à intensidade moderada/vigorosa, um intervalo de 3,8 a 6,9 MET, o que se verificou (3,8 a 6,7 MET) com uma ligeira diferença no limite superior que pode ser justificável com a especificidade de sexo e idade deste grupo amostral. O MET máximo do GJA obtido no presente estudo foi de 9,1 (obtido da mesma maneira que o valor do GI), e a coluna da tabela 5 que melhor se encaixa neste perfil é a de 10 MET a 100% do VO_2res . Assim, correspondente às intensidades moderada/vigorosa, seria de esperar um intervalo de 4,6 a 8,6 MET, muito próximo do que se verificou no presente estudo (4,3 a 7,8 MET) onde mais uma vez, a especificidade de sexo e idade deste grupo amostral pode justificar a ligeira diferença no limite superior do intervalo.

5.6. Dispendio energético

No presente estudo, tanto no GI como no GJA o dispendio energético aumentou com o aumentar da cadência musical e com coeficientes de determinação bastante elevados (GI: $R^2=0,813$ e GJA: $R^2=0,736$). Este comportamento do DE reflecte o aumento do VO_2 e VCO_2 provocado pelos incrementos de cadência musical. Esta evolução nos valores de DE foram significativamente influenciados pelo grupo etário, com valores preditos pela equação dada pelo HLM mais baixos para o GI. Estes resultados vão de encontro ao que está descrito na literatura da especialidade, que o metabolismo, tanto o basal como durante a prática de exercício físico é dependente, com tendência decrescente, de inúmeros factores relacionados com o aumento da idade, tais como a redução da percentagem de massa magra e massa muscular e a redução da massa dos órgãos internos (110, 111, 131, 132). No presente estudo, no entanto, não se verificaram diferenças significativas entre grupos para o valor de repouso ($0,019\pm 0,005$ e $0,023\pm 0,006$ kcal·kg⁻¹·min⁻¹ para o GI e o GJA respectivamente). Estes resultados vão ao encontro dos encontrados por Johannesen *et al.* (133) que também não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre 29 idosas e 33 jovens do sexo feminino com intervalos de idade iguais à do presente estudo. Os valores descritos, 1299 ± 40 kcal·dia⁻¹ para as idosas e 1421 ± 38 kcal·dia⁻¹ para as jovens equivalem a $0,012$ e $0,014$ kcal·kg⁻¹·min⁻¹ respectivamente. O facto de os sujeitos de ambos os grupos do presente estudo serem fisicamente activos ao passo que os do artigo supra citado foram escolhidos ao acaso, provavelmente com menores índices de massa muscular pode explicar esta variância, mas mais uma vez só se poderia comprovar esta hipótese recorrendo, por exemplo, à bioimpedância.

Bonganha *et al.* (134), num estudo envolvendo 30 mulheres pós-menopausa, inactivas e com média de idades pouco mais baixa do que a do GI do presente estudo ($54\pm 5,2$ anos) encontrou dispendios energéticos de repouso de $1048,02\pm 146,24$ kcal·dia⁻¹ equivalente a $0,011\pm 0,002$ kcal·kg⁻¹·min⁻¹, valor pouco mais baixo que o encontrado no presente estudo para o GI. Apesar de o DE_{rep} diminuir com a idade, neste caso as semelhanças entre os valores de repouso já eram esperadas, pois como reporta (111) entre o intervalo de idades 50-59 e 60-69 a diferença da média do DE_{rep} encontrada não é significativa ($1409,527\pm 167,232$ e $1361,747\pm 167,232$ kcal·dia⁻¹, respectivamente) e para além disso as senhoras avaliadas por Bonganha *et al.* já

estavam, tal como as do presente estudo, no estado pós-menopausa o que, sugere Day *et al.* (135), também diminui o DErep.

Relativamente ao dispêndio energético do GI, correspondente às intensidades moderada e vigorosa (40 a 59% e 60 a 84% VO_{2res}), obteve-se um dispêndio energético de entre 0,08 a 0,10 $kcal \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ e 0,10 a 0,13 $kcal \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ respectivamente. Segundo o ACSM (83) um indivíduo idoso deve fazer entre 150 a 300 $min \cdot sem^{-1}$ de actividade moderada (divididos em 5 dias por semana) ou 75 a 100 $min \cdot sem^{-1}$ de actividade vigorosa (divididos por 3 a 5 dias por semana). Com a população do presente estudo (média de peso 66,00 kg), daria um DE de entre 158 a 316 $kcal \cdot treino^{-1}$ e 180 a 396 $kcal \cdot treino^{-1}$ correspondente ao limite inferior e superior da intensidade moderada (40 a 59% VO_{2res}) para treinos de 30 e 60 min, e de entre 110 a 146 $kcal \cdot treino^{-1}$ e 143 a 191 $kcal \cdot treino^{-1}$ correspondente ao limite inferior e superior da intensidade vigorosa (60 a 84% VO_{2res}) para treinos de 20 e 30 min.

Relativamente ao dispêndio energético do GJA, correspondente às intensidades moderada e vigorosa, observou-se um dispêndio energético de entre 0,10 a 0,13 $kcal \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ e 0,13 a 0,18 $kcal \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ respectivamente. Segundo o ACSM (83) os mesmos 150 a 300 $min \cdot sem^{-1}$ de actividade moderada (divididos em 5 dias por semana) ou 75 a 100 $min \cdot sem^{-1}$ de actividade vigorosa (divididos por 3 a 5 dias por semana) devem ser praticados pela população em geral, no entanto, para a maioria dos adultos 250 a 300 $min \cdot sem^{-1}$, (divididos em 5 dias por semana) resultariam em maiores ganhos de saúde. Com a população do presente estudo (média de peso 58,68 kg), daria um DE de entre 176 a 229 $kcal \cdot treino^{-1}$ e 352 a 458 $kcal \cdot treino^{-1}$ correspondente ao limite inferior e superior da intensidade moderada (40 a 59% VO_{2res}) para treinos de 30 e 60 min, e de entre 153 a 211 $kcal \cdot treino^{-1}$ e 229 a 317 $kcal \cdot treino^{-1}$ correspondente ao limite inferior e superior da intensidade vigorosa (60 a 84% VO_{2res}) para treinos de 20 e 30 min.

Numa aula de hidroginástica, apesar da intensidade moderada/vigorosa estar bem presente, há dois momentos em que a intensidade é leve ou muito leve: o aquecimento e o retorno à calma, que pode ainda englobar os alongamentos finais.

Num estudo de Macieira (7) envolvendo 5 homens e 15 mulheres com média de idades de 39 ± 10 anos na modalidade Power Pool[®], observou-se um dispêndio energético de $252,9 \pm 113,5$ kcal numa aula com a duração de 45 min, dos quais $193,9 \pm 84,1$ kcal pertencentes à parte fundamental da aula, que teve duração de aproximadamente 30 min. Valores um pouco mais baixos dos que os encontrados no presente estudo, onde,

pressupondo 30 min da parte fundamental de uma aula de intensidade limiar entre o moderado e o vigoroso, os sujeitos do GI teriam um gasto energético de 316 kcal e os do GJA 229 kcal. Gastos estes que, em concordância com os reportados por Macieira (7), mesmo acrescentando o DE do aquecimento e retorno à calma, ficaria longe dos 450 kcal descritos pela Manz como o gasto calórico para uma aula de Power Pool®. Apesar das aulas de hidroginástica cumprirem com a intensidade proposta de 40 a 84% do VO_2res , nenhum dos grupos do presente estudo cumpriria um outro parâmetro proposto pela ACSM, o gasto energético de $1000 \text{ kcal}\cdot\text{sem}^{-1}$ (83), com apenas duas aulas semanais como é habitual nos programas de hidroginástica, pressupondo 45 min de aula na intensidade limiar da intensidade moderada/vigorosa. Assim, seriam necessárias pelo menos três aulas semanais, como sugere Barbosa *et al.*(46) ou um complemento de outra actividade física.

Um factor que pode ter contribuído para este baixo DE é o facto de apenas se ter avaliado um exercício de entre uma panóplia de exercícios presentes durante uma aula de hidroginástica. Está descrito que diferentes exercícios conduzem a diferentes respostas fisiológicas (54), e a utilização de ambos os membros superiores e inferiores em simultâneo, como no presente estudo, levam a respostas fisiológicas mais elevadas (55) no entanto há ainda a possibilidade da utilização de equipamento de flutuação, como halteres de espuma ou “esparguetes”, que aumentam significativamente as respostas fisiológicas (59, 60), possibilitando assim alcançar as $1000 \text{ kcal}\cdot\text{sem}^{-1}$ com apenas duas aulas semanais.

Relativamente a outras modalidades nomeadamente a corrida em passadeira ou ciclismo em bicicleta estacionária, uma aula de Hidroginástica apresenta um dispêndio energético mais baixo (7, 9). Isto deve-se a um menor esforço cardiovascular para alcançar uma mesma intensidade de exercitação induzido por um menor trabalho por parte dos músculos antigravíticos resultante do facto de durante a imersão até ao apêndice xifóide, a maior intensidade da força de impulsão hidrostática atenuar significativamente a intensidade da força do peso.

5.7. Limitações

A possibilidade de generalização dos resultados do presente estudo para toda a população não era um dos objectivos principais, e inclusive é limitada, visto que os dados representam apenas utentes das Piscinas Municipais de Bragança local onde foram recolhidos os dados. No entanto, para qualquer local onde haja turmas de hidroginástica cujas características, nomeadamente etárias, sejam semelhantes às do presente estudo, a utilização das tabelas 14 e 15 como forma de controlar a intensidade do esforço de uma aula de hidroginástica é possível, devido ao facto de as variáveis necessárias terem sido relativizadas de maneira a eliminar factores que em muito as influenciam, como o peso corporal e os valores de repouso.

6. CONCLUSÕES

Pelos resultados deste estudo sobre a influência do grupo etário nas respostas fisiológicas a um exercício de hidroginástica pode concluir-se que:

- A evolução da PSE em função da cadência musical não foi influenciada pelo grupo etário dos praticantes;
- A evolução da FC em função da cadência musical não foi influenciada pelo grupo etário dos praticantes.
- A evolução da CSL em função da cadência musical foi influenciada negativamente pelo grupo etário dos praticantes, isto é, apresentou valores significativamente mais baixos para o GI comparativamente ao GJA;
- Não foi possível fazer comparação da R4 visto que os idosos não atingiram o patamar das $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ de sangue;
- A evolução do VO_2 em função da cadência musical foi influenciada negativamente pelo grupo etário dos praticantes, isto é, apresenta valores significativamente mais baixos para o GI comparativamente ao GJA.
- A evolução do MET com a cadência musical não foi influenciada pelo grupo etário dos praticantes;
- A evolução do DE com a cadência musical foi influenciada negativamente pelo grupo etário dos praticantes, isto é, apresenta valores significativamente mais baixos para o GI comparativamente ao GJA.

7. IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

- Em turmas compostas por grupos etários distintos, se as instruções sobre a intensidade da exercitação forem dadas para todos os alunos de igual forma, é preferível recorrer à PSE, à FC e ao MET em detrimento das outras variáveis;
- Através da cadência musical consegue saber-se a que intensidade estão os sujeitos a exercitar-se, e expressar essa intensidade em PSE, %FCres, %VO₂res, MET ou DE.
- Não foi possível ao GI atingir o patamar de CSL de 4 mmol·l⁻¹;
- Para turmas compostas por jovens adultos é possível, através da cadência musical, exercitar perto do LL (R4).

8. BIBLIOGRAFIA

1. Skinner AT, Thompson AM. Duffield: Exercícios na Água. 3ª edição ed. São Paulo: Editora Manole; 1985.
2. Gonçalves IO. Esforço máximo e supramáximo na hidroginástica. Caracterização e avaliação do risco de acidente cardiovascular: Dissertação de Licenciatura. Faculdade de Desporto. Universidade do Porto; 2008.
3. Barragán CAG, Obrador EMSI. Actividades acuáticas recreativas. Barcelona: INDE Publicaciones; 2000.
4. Vila AS, Calvo MJ. Actividades acuáticas para personas mayores: fundamentos teóricos y sesiones prácticas. Madrid: Gymnos Editorial Deportiva, S.L.; 2004.
5. Barbosa TM. Manual Prático de Actividades Aquáticas e Hidroginástica. 2ª Edição ed. Lisboa: Xistarca; 2005.
6. Kruel LFM. Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora d'água: Dissertação apresentada às provas de doutoramento. Universidade Federal de Santa Maria (RS); 2000.
7. Macieira BFF. Comparação da intensidade de esforço e do gasto calórico em duas modalidades de academia: Power Pool e RPM: Dissertação de Licenciatura. Faculdade de Desporto. Universidade do Porto; 2009.
8. Alberton CL. Respostas cardiorrespiratórias e neuromusculares da corrida estacionária em diferentes cadências nos meios aquático e terrestre: Dissertação apresentada às provas de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.; 2007.
9. Barbosa TM, Garrido MF, Bragada J. Physiological adaptations to head-out aquatic exercises with different levels of body immersion. *J Strength Cond Res.* 2007 Nov;21(4):1255-9. PubMed PMID: 18076241. Epub 2007/12/14. eng.
10. Benelli P, Ditroilo M, Vito G. Physiological Responses to Fitness Activities: Acomparison Between Land-Based and Water Aerobics Exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2004;18(4):719-22.
11. Bocalini DS, Serra AJ, Murad N, Levy RF. Water-versus land-based exercise effects on physical fitness in older women. *Geriatrics & gerontology international.* 2008;8(4):265-71.

12. Adami MR. Aquafitness - O treino completo de fitness de baixo impacto. Porto: Dorling Kindersley - Civilização, Editores, Lda; 2003.
13. Durand G, Tsismenakis AJ, Jahnke SA, Baur DM, Christophi CA, Kales SN. Firefighters' physical activity: relation to fitness and cardiovascular disease risk. *Med Sci Sport Exer.* 2011;43(9):1752-9.
14. Kohl 3rd H. Physical activity and cardiovascular disease: evidence for a dose response. *Med Sci Sport Exer.* 2001;33(6 Suppl):S472.
15. Oguma Y, Shinoda-Tagawa T. Physical activity decreases cardiovascular disease risk in women: review and meta-analysis. *American journal of preventive medicine.* 2004;26(5):407.
16. Hu FB, Stampfer MJ, Solomon C, Liu S, Colditz GA, Speizer FE, et al. Physical activity and risk for cardiovascular events in diabetic women. *Annals of Internal Medicine.* 2001;134(2):96.
17. Wannamethee SG, Shaper AG. Physical activity in the prevention of cardiovascular disease - An epidemiological perspective. *Sports Medicine.* 2001;31(2):101-14. PubMed PMID: ISI:000167058000003. English.
18. Wen CP, Wai JPM, Tsai MK, Yang YC, Cheng TYD, Lee M-C, et al. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *The Lancet.* 2011;378(9798):1244-53.
19. Horton ES. Effects of lifestyle changes to reduce risks of diabetes and associated cardiovascular risks: results from large scale efficacy trials. *Obesity.* 2012;17(S3):S43-S8.
20. Bassuk SS, Manson JE. Epidemiological evidence for the role of physical activity in reducing risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease. *J Appl Physiol.* 2005 Sep;99(3):1193-204. PubMed PMID: 16103522. Epub 2005/08/17. eng.
21. Sofi F, Capalbo A, Cesari F, Abbate R, Gensini GF. Physical activity during leisure time and primary prevention of coronary heart disease: an updated meta-analysis of cohort studies. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2008 Jun;15(3):247-57. PubMed PMID: 18525378. Epub 2008/06/06. eng.
22. Hu G, Jousilahti P, Antikainen R, Katzmarzyk PT, Tuomilehto J. Joint effects of physical activity, body mass index, waist circumference, and waist-to-hip ratio on the risk of heart failure. *Circulation.* 2010 Jan 19;121(2):237-44. PubMed PMID: 20048205. Epub 2010/01/06. eng.

23. Saris WHM, Blair SN, van Baak MA, Eaton SB, Davies PSW, Di Pietro L, et al. How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*. 2003;4(2):101-14. PubMed PMID: 12760445. English.
24. Donnelly JE, Jacobsen DJ, Whatley JE, Hill JO, Swift LL, Cherrington A, et al. Nutrition and physical activity program to attenuate obesity and promote physical and metabolic fitness in elementary school children. *Obes Res*. 1996 May;4(3):229-43. PubMed PMID: 8732957. Epub 1996/05/01. eng.
25. Goodpaster BH, Delany JP, Otto AD, Kuller L, Vockley J, South-Paul JE, et al. Effects of diet and physical activity interventions on weight loss and cardiometabolic risk factors in severely obese adults: a randomized trial. *JAMA*. 2010 Oct 27;304(16):1795-802. PubMed PMID: 20935337. Pubmed Central PMCID: 3082279. Epub 2010/10/12. eng.
26. McMurray RG, Harrell JS, Deng S, Bradley CB, Cox LM, Bangdiwala SI. The influence of physical activity, socioeconomic status, and ethnicity on the weight status of adolescents. *Obes Res*. 2000 Mar;8(2):130-9. PubMed PMID: 10757199. Epub 2000/04/11. eng.
27. Hu FB, Leitzmann MF, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC, Rimm EB. Physical activity and television watching in relation to risk for type 2 diabetes mellitus in men. *Arch Intern Med*. 2001 Jun 25;161(12):1542-8. PubMed PMID: 11427103. Epub 2001/06/28. eng.
28. Hu G, Lindstrom J, Valle TT, Eriksson JG, Jousilahti P, Silventoinen K, et al. Physical activity, body mass index, and risk of type 2 diabetes in patients with normal or impaired glucose regulation. *Arch Intern Med*. 2004 Apr 26;164(8):892-6. PubMed PMID: 15111376. Epub 2004/04/28. eng.
29. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2004 Oct;27(10):2518-39. PubMed PMID: 15451933. Epub 2004/09/29. eng.
30. Nemet D, Barkan S, Epstein Y, Friedland O, Kowen G, Eliakim A. Short- and long-term beneficial effects of a combined dietary-behavioral-physical activity intervention for the treatment of childhood obesity. *Pediatrics*. 2005 Apr;115(4):e443-9. PubMed PMID: 15805347. Epub 2005/04/05. eng.

31. Unick JL, Beavers D, Bond DS, Clark JM, Jakicic JM, Kitabchi AE, et al. The Long-term Effectiveness of a Lifestyle Intervention in Severely Obese Individuals. *Am J Med.* 2013 Mar;126(3):236-42 e2. PubMed PMID: 23410564. Pubmed Central PMCID: 3574274. Epub 2013/02/16. eng.
32. Davidson K, McNaughton L. Deep Water Running Training and Road Running Training Improve VO₂max in Untrained Women. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2000;14(2):191-5.
33. Broman G, Quintana M, Lindberg T, Jansson E, Kaijser L. High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women. *Eur J Appl Physiol.* 2006 Sep;98(2):117-23. PubMed PMID: 16924529. Epub 2006/08/23. eng.
34. Simões RA, Horii L, Carraro R, Simões R, Cesar MC, Montebello MIL. Efeitos do treinamento de hidroginástica na aptidão cardiorrespiratória e nas variáveis hemodinâmicas de mulheres hipertensas. *RBAFS.* 2007;12(1):34-44.
35. Nikolai AL, Novotny BA, Bohnen CL, Schleis KM, Dalleck LC. Cardiovascular and metabolic responses to water aerobics exercise in middle-age and older adults. *J Phys Act Health.* 2009 May;6(3):333-8. PubMed PMID: 19564662. Epub 2009/07/01. eng.
36. Piotrowska-Całka E. The effects of a 24-week deep water aerobic training program on cardiovascular fitness. *Biology of Sport.* 2010;27.
37. Vianna MV, Ali Cader S, Gomes AL, Guimaraes AC, Seixas-da-Silva IA, do Rego AR, et al. Aerobic conditioning, blood pressure (BP) and body mass index (BMI) of older participants of the Brazilian Family Health Program (FHP) after 16 weeks of guided physical activity. *Arch Gerontol Geriatr.* 2012 Jan-Feb;54(1):210-3. PubMed PMID: 21392829. Epub 2011/03/12. eng.
38. Bushman BA, Flynn MG, Andres FF, Lambert CP, Taylor MS, Braun WA. Effect of 4 wk of deep water run training on running performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1997 May;29(5):694-9. PubMed PMID: 9140909. Epub 1997/05/01. eng.
39. Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T. *Physical Activity, Fitness, and Health: International Proceedings and Consensus Statement.* Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, Inc.; 1994.
40. Barbosa TM, Marinho DA, Reis VM, Silva AJ, Bragada JA. Physiological assessment of head-out aquatic exercises in healthy subjects: A qualitative review. *J Sport Sci Med.* 2009 Jun;8(2):179-89. PubMed PMID: ISI:000266494600003. English.

41. Bergamin M, Zanuso S, Alvar BA, Ermolao A, Zaccaria M. Is water-based exercise training sufficient to improve physical fitness in the elderly? *Eur Rev Aging Phys A*. 2012 Oct;9(2):129-41. PubMed PMID: WOS:000309236800006. English.
42. Takeshima N, Rogers ME, Watanabe E, Brechue WF, Okada A, Yamada T, et al. Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Med Sci Sport Exer*. 2002 Mar;34(3):544-51. PubMed PMID: WOS:000174268300024. English.
43. Colado JC, Triplett NT, Tella V, Saucedo P, Abellan J. Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. *Eur J Appl Physiol*. 2009 May;106(1):113-22. PubMed PMID: 19205723.
44. Stan EA. The benefits of aerobic aquatic gymnastics on overweight children. *Beneficiile gimnasticii aerobice acvatice la copiii supraponderali. PALESTRICA MILENIULUI III*. 2010:27.
45. Volaklis KA, Spassis AT, Tokmakidis SP. Land versus water exercise in patients with coronary artery disease: effects on body composition, blood lipids, and physical fitness. *Am Heart J*. 2007 Sep;154(3):560 e1-6. PubMed PMID: 17719306.
46. Barbosa TM, Gonçalves C, Costa MJ, Marinho DA, Silva AJ. Effects of a 26-week shallow water head-out aquatic exercise program on the anthropometrics, body composition and physiological response of healthy middle-aged women. *Aquatic Exercise Association 2011 International Aquatic Fitness Conference (IAFC)*; Maio 10-14, 2011: Aquatic Exercise Association 2011.
47. Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1994.
48. Bravo G, Gauthier P, Roy PM, Payette H, Gaulin P. A weight-bearing, water-based exercise program for osteopenic women: its impact on bone, functional fitness, and well-being. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1997;78(12):1375-80. PubMed PMID: Medline:9421994. English.
49. Alves RV, Mota J, Costa MdC, Alves JGB. Aptidão física relacionada à saúde de idosos: influência da hidroginástica. *Rev Bras Med Esporte*. 2004;10(1):31-7.
50. MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ. *Evaluación Fisiológica del Deportista*. 2ª Edición ed. Barcelona: Paidotribo, D.L; 2000.
51. Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Activ*. 1999 Apr;7(2):129-61. PubMed PMID: WOS:000079452400001. English.

52. de Castro CB, Assumpção CO, Neto JB, Asano RY. Efeitos da prática da hidroginástica nas capacidades físicas de mulheres de 44 a 59 anos de idade. *Anuário da Produção Acadêmica Docente*. 2008;2(2):105-18.
53. Lord SR, Matters B, St George R, Thomas M, Bindon J, Chan DK, et al. The effects of water exercise on physical functioning in older people. *Australas J Ageing*. 2006 Mar;25(1):36-41. PubMed PMID: WOS:000242106400008. English.
54. Raffaelli C, Lanza M, Zanolla L, Zamparo P. Exercise intensity of head-out water-based activities (water fitness). *Eur J Appl Physiol*. 2010 Jul;109(5):829-38. PubMed PMID: 20229021. Epub 2010/03/17. eng.
55. Costa G, Afonso S, Bragada JA, Reis VM, Barbosa TM. Estudo comparativo das adaptações fisiológicas agudas durante a execução de três variantes de um exercício básico de Hidroginástica. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. 2008;10(4):7.
56. Barbosa TM, Sousa VF, Silva AJ, Reis VM, Marinho DA, Bragada JA. Effects of musical cadence in the acute physiologic adaptations to head-out aquatic exercises. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2010;24(1):244-50. PubMed PMID: 19996781. English.
57. Kanitz AC, Silva Emd, Alberton CL, Krueel LFM. Comparação das respostas cardiorrespiratórias de um exercício de hidroginástica com e sem deslocamento horizontal nos meios terrestre e aquático. *Rev Bras Educ Fís Esporte, São Paulo*. 2010;24(3):353-62.
58. Katsura Y, Yoshikawa T, Ueda SY, Usui T, Sotobayashi D, Nakao H, et al. Effects of aquatic exercise training using water-resistance equipment in elderly. *European Journal of Applied Physiology*. 2010 Mar;108(5):957-64. PubMed PMID: WOS:000274957600008. English.
59. Pinto SS, Alberton CL, Becker ME, Olkoski MM, Krueel LFM. Respostas cardiorespiratórias em exercícios de hidroginástica executados com e sem o uso de equipamento resistivo. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 2006;6:336-41.
60. Pinto SS, Alberton CL, Figueiredo PAP, Tiggemann CL, Krueel LFM. Respostas de frequência cardíaca, consumo de oxigênio e sensação subjetiva ao esforço em um exercício de hidroginástica executado por mulheres em diferentes situações com e sem o equipamento aquafins. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14:357-61.

61. Alberton CL, Rothmann CRC, Pinto SS, Coertjens M, Kruel LFM. Consumo de oxigênio e índice de esforço percebido em diferentes ritmos de execução na hidroginástica. *Motriz*. 2012;13(4):266-72.
62. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007 Aug 28;116(9):1081-93. PubMed PMID: 17671237. Epub 2007/08/03. eng.
63. Borg G. Borg's Perceived exertion and pain scales. Champaign, IL: Human Kinetics; 1998. viii, 104 p. p.
64. Borg G, Borg E. A new generation of scaling methods: Level-anchored ratio scaling. *Psychologica*. 2001;28(1):15-45.
65. Shono T, Fujishima K, Hotta N, Ogaki T, Ueda T, Otoki K, et al. Physiological responses and RPE during underwater treadmill walking in women of middle and advanced age. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*. 2000 Jul;19(4):195-200. PubMed PMID: 11037694.
66. Coutts AJ, Rampinini E, Marcora SM, Castagna C, Impellizzeri FM. Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *J Sci Med Sport*. 2009 Jan;12(1):79-84. PubMed PMID: 18068433.
67. Chen MJ, Fan X, Moe ST. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *J Sports Sci*. 2002 Nov;20(11):873-99. PubMed PMID: 12430990.
68. Dunbar CC, Robertson RJ, Baun R, Blandin MF, Metz K, Burdett R, et al. The Validity of Regulating Exercise Intensity by Ratings of Perceived Exertion. *Med Sci Sport Exer*. 1992 Jan;24(1):94-9. PubMed PMID: WOS:A1992GY44900015. English.
69. Dowzer CN, Reilly T, Cable NT, Nevill A. Maximal physiological responses to deep and shallow water running. *Ergonomics*. 1999 Feb;42(2):275-81. PubMed PMID: 10024847. Epub 1999/02/20. eng.
70. Hall J, Macdonald IA, Maddison PJ, O'Hare JP. Cardiorespiratory responses to underwater treadmill walking in healthy females. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1998 Feb;77(3):278-84. PubMed PMID: 9535590. Epub 1998/04/16. eng.
71. Robertson R, Goss F, Michael T, Moyna N, Gordon P, Visich P, et al. Validity of the Borg perceived exertion scale for use in semirecumbent ergometry during immersion in water. *Percept Motor Skill*. 1996;83(1):3-13. PubMed PMID: Medline:8873165. English.

72. Fujishima K, Shimizu T. Body temperature, oxygen uptake and heart rate during walking in water and on land at an exercise intensity based on RPE in elderly men. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2003 Mar;22(2):83-8. PubMed PMID: 12672971.
73. Heithold K, Glass SC. Variations In Heart Rate and Perception of Effort During Land and Water Aerobics In Older Women. *Official Journal of The American Society of Exercise Physiologists.* 2002;5.
74. ACSM. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 7th ed. Philadelphia, Pa.: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. xxi, 366 p. p.
75. Graef FI, Kruehl LFM. Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício - uma revisão. *Rev Bras Med Esporte.* 2006;12:221-8.
76. Williams JG, Eston R, Furlong B. CERT: a perceived exertion scale for young children. *Percept Mot Skills.* 1994 Dec;79(3 Pt 2):1451-8. PubMed PMID: 7870530.
77. Robertson RJ, Goss FL, Boer NF, Peoples JA, Foreman AJ, Dabayeb IM, et al. Children's OMNI scale of perceived exertion: mixed gender and race validation. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Feb;32(2):452-8. PubMed PMID: 10694131.
78. Robertson RJ, Goss FL, Rutkowski J, Lenz B, Dixon C, Timmer J, et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2003 Feb;35(2):333-41. PubMed PMID: 12569225.
79. Lounana J, Champion F, Noakes TD, Medelli J. Relationship between %HRmax, %HR reserve, %VO2max, and %VO2 reserve in elite cyclists. *Med Sci Sport Exerc.* 2007;39(2):350-7.
80. Byrne NM, Hills AP. Relationships between HR and VO2 in the obese. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2002;34(9):1419-27.
81. Brawner CA, Keteyian SJ, Ehrman JK. The relationship of heart rate reserve to O2 reserve in patients with heart disease. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2002;34(3):418-22.
82. Swain DP, Leutholtz BC. Heart rate reserve is equivalent to %VO2 reserve, not to %VO2max. *Med Sci Sports Exerc.* 1997 Mar;29(3):410-4. PubMed PMID: 9139182. Epub 1997/03/01. eng.
83. ACSM. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010. xxi, 380 p. p.
84. Robergs RA, Landwehr R. The surprising history of the "HRmax= 220-age" equation. *Journal of exercise physiology.* 2002;5(2):1-10.

85. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol.* 2001 Jan;37(1):153-6. PubMed PMID: 11153730.
86. Brooks GA, Fahey TD, White TP, Baldwin KM. *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications.* 3rd Edition ed. California: Mayfield Publishing Company; 2000.
87. Svedenhag J, Seger J. Running on land and in water: comparative exercise physiology. *Med Sci Sports Exerc.* 1992 Oct;24(10):1155-60. PubMed PMID: 1435164.
88. Park KS, Choi JK, Park YS. Cardiovascular regulation during water immersion. *Appl Human Sci.* 1999 Nov;18(6):233-41. PubMed PMID: 10675972.
89. Lollgen H, von Nieding G, Kopenhagen K, Kersting F, Just H. Hemodynamic response to graded water immersion. *Klin Wochenschr.* 1981 Jun 15;59(12):623-8. PubMed PMID: 7253537.
90. Risch WD, Koubenec HJ, Beckmann U, Lange S, Gauer OH. The effect of graded immersion on heart volume, central venous pressure, pulmonary blood distribution, and heart rate in man. *Pflugers Arch.* 1978 May 18;374(2):115-8. PubMed PMID: 149298.
91. Frangolias DD, Rhodes EC. Maximal and ventilatory threshold responses to treadmill and water immersion running. *Med Sci Sports Exerc.* 1995 Jul;27(7):1007-13. PubMed PMID: 7564967.
92. Gabrielsen A, Johansen LB, Norsk P. Central cardiovascular pressures during graded water immersion in humans. *J Appl Physiol.* 1993 Aug;75(2):581-5. PubMed PMID: 8226455.
93. Sheldahl LM, Tristani FE, Clifford PS, Hughes CV, Sobocinski KA, Morris RD. Effect of head-out water immersion on cardiorespiratory response to dynamic exercise. *Journal of the American College of Cardiology.* 1987 12//;10(6):1254-8.
94. Sramek P, Simeckova M, Jansky L, Savlikova J, Vybiral S. Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. *Eur J Appl Physiol.* 2000 Mar;81(5):436-42. PubMed PMID: 10751106. Epub 2000/04/06. eng.
95. Graef F, Tartaruga L, Alberton C, Kruehl L. Frequência cardíaca em homens imersos em diferentes temperaturas de água. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto.* 2005;5:266-73.
96. Ovando AC, Eickhoff HM, Dias JA, Winkelmann ER. Effect of Water Temperature in Cardiovascular Responses During Aquatic Walking. *Rev Bras Med*

Esporte. 2009 Nov-Dec;15(6):415-9. PubMed PMID: WOS:000272802200002. Portuguese.

97. Nakanishi Y, Kimura T, Yokoo Y. Maximal physiological responses to deep water running at thermoneutral temperature. *Applied Human Science*. 1999;18(2):31-5.

98. Yamaji K, Greenley M, Northey DR, Hughson RL. Oxygen uptake and heart rate responses to treadmill and water running. *Can J Sport Sci*. 1990 Jun;15(2):96-8. PubMed PMID: 2383828. Epub 1990/06/01. eng.

99. Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Hollmann W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med*. 1985 Jun;6(3):117-30. PubMed PMID: 4030186. Epub 1985/06/01. eng.

100. Beneke R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. *Eur J Appl Physiol*. 2003 Mar;89(1):95-9. PubMed PMID: 12627312. Epub 2003/03/11. eng.

101. Bragada JAA. Estudo longitudinal do rendimento e de parâmetros da carga (interna e externa), em corredores de 3000m: Dissertação apresentada às provas de doutoramento. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física. Universidade do Porto; 2003.

102. AEA. Standards & Guidelines for Aquatic Fitness Programming Nokomis, FL.2011 [April 11, 2012 from the World Wide Web. <http://www.aewave.com/PublicPages/Education/StandardsGuidelines.aspx>].

103. Howley ET, Bassett DR, Jr., Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc*. 1995 Sep;27(9):1292-301. PubMed PMID: 8531628. Epub 1995/09/01. eng.

104. KISS MAPD. Esporte e Exercício: Avaliação e Prescrição 2003.

105. Duncan GE, Howley ET, Johnson BN. Applicability of VO₂max criteria: discontinuous versus continuous protocols. *Med Sci Sport Exerc*. 1997;29(2):273-8.

106. St Clair Gibson A, Lambert MI, Hawley JA, Broomhead SA, Noakes TD. Measurement of maximal oxygen uptake from two different laboratory protocols in runners and squash players. *Med Sci Sport Exerc*. 1999;31(8):1226-9.

107. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR, Jr., Tudor-Locke C, et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc*. 2011 Aug;43(8):1575-81. PubMed PMID: 21681120. Epub 2011/06/18. eng.

108. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett Jr. DR, Tudor-Locke C, et al. The Compendium of Physical Activities Tracking Guide Arizona: Healthy Lifestyles Research Center, College of Nursing & Health Innovation, College of Nursing & Health Innovation, Arizona State University; 2011 [March 15, 2013 from the World Wide Web. <https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/>].
109. Sabounchi NS, Rahmandad H, Ammerman A. Best-fitting prediction equations for basal metabolic rate: informing obesity interventions in diverse populations. *Int J Obes (Lond)*. 2013 Jan 15. PubMed PMID: 23318720.
110. Manini TM. Energy expenditure and aging. *Ageing research reviews*. 2010 Jan;9(1):1-11. PubMed PMID: 19698803. Pubmed Central PMCID: 2818133.
111. Speakman JR, Westerterp KR. Associations between energy demands, physical activity, and body composition in adult humans between 18 and 96 y of age. *The American journal of clinical nutrition*. 2010;92(4):826-34. PubMed PMID: Medline:20810973. English.
112. Azevedo LB, Lambert MI, Zogaib PS, Barros Neto TL. Maximal and submaximal physiological responses to adaptation to deep water running. *J Sports Sci*. 2010 Feb;28(4):407-14. PubMed PMID: 20155571. Epub 2010/02/16. eng.
113. Alkurdi W, Paul DR, Sadowski K, Dolny DG. The effect of water depth on energy expenditure and perception of effort in female subjects while walking. *International Journal of Aquatic Research and Education*. 2010;4:49-60.
114. Masumoto K, Shono T, Hotta N, Fujishima K. Muscle activation, cardiorespiratory response, and rating of perceived exertion in older subjects while walking in water and on dry land. *J Electromyogr Kines*. 2008 Aug;18(4):581-90. PubMed PMID: WOS:000258050600006. English.
115. Shono T, Fujishima K, Hotta N, Ogaki T, Masumoto K. Cardiorespiratory response to low-intensity walking in water and on land in elderly women. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*. 2001 Sep;20(5):269-74. PubMed PMID: 11759265.
116. Forsyth JJ, Farrally MR. A comparison of lactate concentration in plasma collected from the toe, ear, and fingertip after a simulated rowing exercise. *Br J Sports Med*. 2000;34(1):35-8.
117. Aubert AE, Beckers F, Ramaekers D. Short-term heart rate variability in young athletes. *Journal of cardiology*. 2001;37:85.
118. Oliveira AS, Alberton CL, Pinto SS, Tartaruga MP, Silva E, Cadore E. Respostas cardiorespiratórias do exercício de corrida estacionária realizado por

mulheres em diferentes cadências nos meios aquático e terrestre. Salão de Iniciação Científica (19: 2007: Porto Alegre, RS) Livro de resumos Porto Alegre: UFRGS, 2007. 2007.

119. Mattern CO, Gutilla MJ, Bright DL, Kirby TE, Hinchcliff KW, Devor ST. Maximal lactate steady state declines during the aging process. *Journal of Applied Physiology*. 2003;95(6):2576-82.

120. Rutenfranz J, Andersen KL, Seliger V, Ilmarinen J, Klimmer F, Kylian H, et al. Maximal aerobic power affected by maturation and body growth during childhood and adolescence. *European Journal of Pediatrics*. 1982;139(2):106-12.

121. Toth MJ, Gardner AW, Ades PA, Poehlman ET. Contribution of body composition and physical activity to age-related decline in peak VO₂ in men and women. *Journal of Applied Physiology*. 1994 August 1, 1994;77(2):647-52.

122. Rogers MA, Hagberg JM, Martin WH, Ehsani AA, Holloszy JO. Decline in VO₂max with aging in master athletes and sedentary men. *Journal of Applied Physiology*. 1990 May 1, 1990;68(5):2195-9.

123. Carrick-Ranson G, Hastings JL, Bhella PS, Shibata S, Fujimoto N, Palmer D, et al. The Effect of Age-related Differences in Body Size and Composition on Cardiovascular Determinants of VO₂max. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2013 May 1, 2013;68(5):608-16.

124. Hawkins SA, Marcell TJ, Jaque V, Wiswell RA. A longitudinal assessment of change in VO₂max and maximal heart rate in master athletes. *Med Sci Sport Exer*. 2001;33(10):1744.

125. Tanaka H, Desouza CA, Jones PP, Stevenson ET, Davy KP, Seals DR. Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in physically active vs. sedentary healthy women. *Journal of Applied Physiology*. 1997;83(6):1947-53.

126. Kasch F, Boyer J, Camp Sv, Nettel F, Verity L, Wallace J. Cardiovascular changes with age and exercise. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 1995;5(3):147-51.

127. Jackson AS, Sui X, Hébert JR, Church TS, Blair SN. Role of lifestyle and aging on the longitudinal change in cardiorespiratory fitness. *Archives of Internal Medicine*. 2009;169(19):1781-7.

128. Fleg JL, Lakatta EG. Role of muscle loss in the age-associated reduction in VO₂ max. *Journal of Applied Physiology*. 1988 September 1, 1988;65(3):1147-51.

129. Coelho-Ravagnani CF, Melo FCL, Ravagnani FCP, Burini FHP, Burini RC. Estimativa do equivalente metabólico (MET) de um protocolo de exercícios físicos baseada na calorimetria indireta. *Rev Bras Med Esporte*. 2013;19:134-8.
130. Antunes AH. Determinação do consumo máximo de oxigênio e dos limiares ventilatórios de três exercícios de hidroginástica em mulheres jovens: Monografia apresentada para obtenção do diploma de licenciado em Educação Física. Universidade Federal Rio Grande do Sul; 2009.
131. Zurlo F, Larson K, Bogardus C, Ravussin E. Skeletal muscle metabolism is a major determinant of resting energy expenditure. *Journal of Clinical Investigation*. 1990;86(5):1423.
132. Illner K, Brinkmann G, Heller M, Bosy-Westphal A, Müller MJ. Metabolically active components of fat free mass and resting energy expenditure in nonobese adults. *American Journal of Physiology - Endocrinology And Metabolism*. 2000 February 1, 2000;278(2):E308-E15.
133. Johannsen DL, DeLany JP, Frisard MI, Welsch MA, Rowley CK, Fang X, et al. Physical activity in aging: comparison among young, aged, and nonagenarian individuals. *Journal of Applied Physiology*. 2008;105(2):495-501.
134. Bonganha V, Conceição MS, Santos CF, Chacon-Mikahil MPT, Madruga VA. Taxa metabólica de repouso e composição corporal em mulheres na pós-menopausa. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. 2009;53:755-9.
135. Day DS, Gozansky WS, Van Pelt RE, Schwartz RS, Kohrt WM. Sex Hormone Suppression Reduces Resting Energy Expenditure and β -Adrenergic Support of Resting Energy Expenditure. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2005 June 1, 2005;90(6):3312-7.