



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Ciências Sociais e Humanas

# Caracterização Fisiológica de uma Aula de Hidroginástica, em Águas Rasas e em Águas Profundas

Maria José Lima

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Ciências do Desporto**  
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Daniel Marinho

Covilhã, Junho de 2011



# Agradecimentos

O presente estudo só foi possível graças à generosa colaboração e à participação de diferentes pessoas, que de uma forma desinteressada prestaram um contributo indispensável e precioso para a concretização desta tarefa. Assim, gostaria de expressar o meu sincero e profundo agradecimento:

Ao Professor Doutor Daniel Marinho, por ter sido orientador deste estudo, pelas críticas e sugestões oferecidas e pela disponibilidade revelada em todas as fases deste trabalho;

Às alunas de Hidroginástica que se prontificaram desde o início a colaborar e viabilizaram este estudo: Aidé, Anabela, Cassilda, Filipa, Joana, Lígia, Lu, Maria, Manuela, Rute, Sara e Silvana;

Ao Henrique Neiva pela ajuda e apoio na aplicação dos testes, pela sua generosa colaboração e sugestões;

À Sofia pela disponibilidade e colaboração, e principalmente pela sua amizade.

Ao Nuno, pela compreensão e incentivo e acima de tudo por ser quem é.

Aos meus pais Gina e Mário e ao meu irmão João, pelo apoio incondicional em todos os momentos importantes da minha vida.



## Resumo

O objectivo deste estudo foi caracterizar em termos fisiológicos uma aula de Hidroginástica, comparando uma aula em águas rasas e em águas profundas. Doze indivíduos do sexo feminino, com pelo menos um ano de experiência na prática de aulas de Hidroginástica, realizaram duas aulas de Hidroginástica semelhantes: (i) a primeira em águas rasas, e (ii) a segunda em águas profundas, com colete de flutuação. As duas aulas foram efectuadas com diferença de uma semana. As aulas foram divididas em: (i) parte inicial: aquecimento - exercícios básicos de membros inferiores e de membros superiores, (ii) parte fundamental: exercícios apenas de membros superiores, exercícios apenas de membros inferiores, e exercícios de membros superiores e inferiores simultaneamente. A cadência musical variou entre 132 e 135 bpm. Foi avaliada a frequência cardíaca, a concentração de lactato sanguíneo, a pressão arterial e a percepção subjectiva de Esforço. Os dados sugerem a existência de respostas fisiológicas diferentes no que se refere à realização de aulas em águas rasas ou profundas. As principais alterações surgiram nos parâmetros relacionados com respostas cardiovasculares agudas, nomeadamente na FC máxima, FC após aula e após recuperação, assim como na pressão arterial diastólica. Contudo, na nossa opinião os valores apresentados não foram totalmente conclusivos da maior exigência fisiológica de uma aula de hidroginástica numa profundidade menor, sendo pertinente dar continuidade a este ramo da investigação.

**Palavras-chave:** Hidroginástica; Águas rasas; Águas profundas; Frequência Cardíaca; Lactato; Percepção Subjectiva de Esforço; Pressão arterial.



## Abstract

The aim of this study was to characterize the physiological responses in a class of head-out aquatic exercise, by comparing a class in shallow water and in deep water. Twelve female subjects, with at least one year of practice of head-out aquatic exercise, were submitted to two similar classes of head-out aquatic exercise: (i) the first one in shallow water, and (ii) the second one in deep water, with a flotation vest. The two classes were divided in: (i) initial part: warm up - basic exercises of arms and legs, (ii) fundamental part: exercises of arms only, exercises of legs only, and exercises of arms and legs simultaneously. The music cadence varied between 132 and 135 bpm. The heart rate, the blood lactate concentration, the blood pressure and the perceived exertion were evaluated. Our data suggests the existence of different physiological responses in what refers to classes in shallow water or deep water. The main differences were found in the acute cardiovascular responses, specifically in maximal heart rate, post class and post recover heart rate and diastolic blood pressure. However, in our opinion, the results of our study were not totally conclusive about the higher physiological demand of head-out aquatic exercise when in a lower depth. Therefore the continuity of this investigation seems important.

**Keywords:** Head-out aquatic exercise; Shallow water; Deep water; Heart Rate, Blood Lactate; Perceived exertion; Blood Pressure





# Índice

1. Introdução .....	1
2. Revisão da literatura.....	3
2.1. Enquadramento teórico - Aula de Hidroginástica .....	3
2.1.1. Efeitos da temperatura da água .....	3
2.1.2. Efeitos da profundidade da água .....	4
2.1.3. Efeitos do tipo de exercício .....	6
2.1.4. Efeitos da acção segmentar .....	7
2.1.5. Efeitos da cadência musical .....	7
2.1.6. Efeitos do equipamento .....	8
2.2. Adaptações agudas .....	7
2.2.1. Frequência cardíaca .....	7
2.1.2. Lactato .....	7
2.1.3. Percepção subjectiva de esforço .....	8
3. Material e Métodos .....	9
3.1. Caracterização da Amostra e Envolvimento.....	9
3.2. Metodologia .....	9
3.2.1. Parte inicial da aula .....	10
3.2.2. Parte fundamental da aula .....	11
3.3. Procedimentos Estatísticos.....	12
4. Apresentação dos Resultados.....	14
5. Discussão dos Resultados.....	16
6. Conclusão .....	20
7. Referências Bibliográficas .....	21



## Lista de Quadros

Quadro 1 - Diminuição da FC durante a imersão em diferentes temperaturas de água.....	3
Quadro 2 - Diminuição da FC em diferentes profundidades de imersão do corpo na água.....	5
Quadro 3 - Médias e respectivos desvios-padrão dos valores da FC antes e após a realização da aula, da diferença entre a FC antes e após a aula, da FC média total da aula e da FC máxima.....	14
Quadro 4 - Médias e respectivos desvios-padrão dos valores da FC em cada uma das partes da aula realizada em águas rasas e em águas profundas.....	14
Quadro 5 - Médias e respectivos desvios-padrão dos valores da pressão arterial sistólica, da pressão arterial diastólica antes e após a aula e das diferenças da pressão arterial sistólica e diastólica após a aula em águas rasas e em águas profundas.....	15
Quadro 6 - Médias e respectivos desvios-padrão dos valores de concentração de lactato sanguíneo após a aula e da diferença entre o lactato em repouso e após a aula em águas rasas e em águas profundas.....	15
Quadro 7 - Médias e respectivos desvios-padrão dos valores de percepção subjectiva de esforço após a aula em águas rasas e a aula em águas profundas. ....	15



## Lista de Acrónimos

FC	Frequência Cardíaca
PSE	Percepção Subjectiva de Esforço
VO <sub>2</sub> máx	Consumo máximo de oxigénio
La-	Lactato Sanguíneo
Bpm	Batimentos por Minuto
Lan	Limiar anaeróbio
MS	Membros Superiores
MI	Membros Inferiores



# 1. Introdução

O número de praticantes de actividades físicas aquáticas tem vindo a aumentar ao longo dos anos, abrangendo um leque de população de várias idades e com diferentes objectivos. Assim, são várias as pessoas que frequentam as piscinas praticando natação pura desportiva, natação para bebés, Hidroginástica, Hidroterapia, entre outras actividades.

Embora os benefícios das actividades aquáticas sejam conhecidos há bastante tempo, só nos últimos anos foram mais divulgados e alargados a todas as populações. (Graef et al., 2005).

Segundo Pinto et al. (2006), a Hidroginástica é uma modalidade cada vez mais popular e com várias vantagens relativamente às actividades em meio terrestre, de onde se destaca o facto de existir menor impacto e sobrecarga articular e a melhoria da aptidão física, força, flexibilidade e composição corporal. A Hidroginástica pode, portanto, ser uma alternativa viável aos exercícios em terra para indivíduos com artrites, com dores nas costas e para vários tipos de disfunções ortopédicas que tenham dificuldades com os componentes de peso-apoio dos exercícios terrestres. Tanto os adeptos tradicionais de actividades físicas como as pessoas que estão a iniciar uma actividade (indivíduos obesos, grávidas, sedentários ou idosos) podem participar nesta modalidade de exercício físico (Kruel, 2000).

Assim, interessa antes de mais, perceber as alterações orgânicas provocadas pela imersão no meio líquido em função da pressão hidrostática, da termodinâmica e que variam de acordo com a posição adoptada, a ausência ou presença de esforço e sua intensidade, o tipo de exercício, a temperatura da água e a profundidade de imersão (Graef et al., 2005).

Com a imersão vertical do corpo na água, tanto em exercícios aquáticos, exercícios de bicicleta ergométrica, caminhadas na água ou outras situações, deve ser observado que há um gradiente hidrostático de pressão exercido na superfície do corpo, que faz com que haja uma transferência de sangue venoso das extremidades inferiores e do abdómen para a região torácica, resultando num aumento do volume central de sangue (Kruel, 2000; Graef et al., 2005; Barbosa et al., 2009; Graef e Kruel, 2006; Costa et al., 2008; Tiggeman et al., 2007). Contudo, parece ainda haver alguma controvérsia relativamente às diferenças entre a execução de exercícios em diferentes profundidades, sendo, no caso da hidroginástica, conhecida muito pouca sustentação científica sobre a diferença em termos de exigência fisiológica entre as aulas/exercícios em águas rasas e águas profundas, apesar de existirem alguns trabalhos que avaliam os efeitos da aplicação de exercícios aquáticos com diferentes níveis de imersão mas com apoio dos membros inferiores (Barbosa et al., 2009).

Assim sendo, o presente estudo teve como objectivo caracterizar em termos fisiológicos uma aula de Hidroginástica, comparando uma aula em águas rasas e em águas profundas, analisando as diferenças na frequência cardíaca, na concentração de lactato sanguíneo, na pressão arterial e na percepção subjectiva de esforço durante as aulas nas diferentes profundidades.

Iniciaremos por realizar uma breve revisão da literatura, onde iremos procurar conhecer o estado do conhecimento actual acerca dos conceitos em questão. Sistematizaremos, gradualmente, o problema do nosso estudo, bem como a definição dos seus objectivos. Após a descrição do material e dos métodos utilizados, passaremos a apresentar e a discutir os resultados obtidos, confrontando-os entre si e com a literatura consultada. Terminaremos com as principais conclusões e com a bibliografia que serviu de suporte ao estudo.



## 2. Revisão da literatura

### 2.1. Enquadramento Teórico - Aula de Hidroginástica

#### 2.1.1. Efeitos da Temperatura da água

A temperatura do corpo é o equilíbrio entre a produção de calor e a perda de calor (Barbosa et al., 2009). Assim, alguns estudos relacionam a temperatura da água com a frequência cardíaca, tanto em repouso como em exercício (Graef et al., 2005).

Segundo Graef e Kruehl (2006), a FC aumenta a uma temperatura de 36° e 37°C em indivíduos em posição vertical e diminui a 35°C ou menos. A temperatura termoneutra (que não provoca desequilíbrio térmico corporal causador de alterações na FC) em relação à FC situa-se entre 35 e 35,5°C. (Graef et al., 2005).

Durante as aulas de Hidroginástica, a água move-se com o movimento do aluno e a perda de calor aumenta devido à convecção (Barbosa et al., 2009). A termocondutividade da água é cerca de 25 vezes maior do que a do ar, produzindo perda de calor (Graef et al., 2005). Assim, as temperaturas aquáticas inferiores à condição termoneutra contribuem para a redistribuição sanguínea, deslocando o sangue da periferia para as regiões centrais, na tentativa de impedir essa mesma perda de calor (Kruehl, 2000; Graef et al., 2005; Barbosa et al., 2009; Graef e Kruehl, 2006; Costa et al., 2008; Tiggemann et al., 2007; Craig e Dvorak, 1966).

A bradycardia existente em imersão é uma resposta à temperatura da água e não à própria imersão (Graef et al., 2005).

Num estudo de revisão, Barbosa et al. (2009) aponta que a temperatura corporal é controlada por: (i) aumento da intensidade do exercício para promover produção de calor; (ii) maior gordura corporal, diminuindo a perda de calor; (iii) uso de fatos de banho que reduzem a temperatura central.

Em estudos realizados com cicloergómetros, com natação pura desportiva e em repouso, podemos verificar os valores representados na seguinte tabela:

Quadro 1 – Diminuição da FC durante a imersão em diferentes temperaturas de água (Graef e Kruehl, 2006)

Quadro 1		
Diminuição na FC durante a imersão em diferentes temperaturas de água		
Estudos	Repouso/Exercício	Diminuição na FC
Holmér e Bergh(13)	Natação	De 34 para 26°C = 7bpm De 26 para 18°C = 8bpm De 34 para 18°C = 15bpm
McArdle et al.(33)	Cicloergómetro	De 33 para 25°C = 10bpm* De 25 para 18°C = 5bpm De 33 para 18°C = 15bpm*
McMurray e Horvath(18)	Cicloergómetro	De 35 para 30°C = 6bpm De 30 para 25°C = 11bpm

		De 25 para 20°C = 2bpm De 35 para 20°C = 19bpm* De 30 para 20°C = 13bpm*
Muller et al.(27)	Repouso	De 33 para 30°C = 7bpm De 30 para 27°C = 9bpm De 33 para 27°C = 16bpm*

\* diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

## 2.1.2. Efeitos da Profundidade da água

Os exercícios aquáticos em aulas de Hidroginástica são normalmente realizados a uma imersão ao nível do apêndice xifóide.

Segundo um estudo de Benelli et al. (2004), que compara a FC e lactatemia durante exercícios de Hidroginástica em águas rasas e águas profundas, os valores médios foram superiores durante exercícios em águas rasas.

Quando se compararam exercícios realizados a profundidade de água ao nível do apêndice xifóide e ao nível da articulação coxo femoral, verificou-se que o maior esforço de FC e lactato foi percebido com água ao nível da articulação coxo-femoral (Barbosa et al., 2006).

Ao ser estudada a percepção subjectiva de esforço, os alunos referiram que perceberam maior esforço com água ao nível da articulação coxo-femoral, pois sentiam maior esforço dos membros superiores em menor profundidade; este resultado pode ser explicado por: (i) maior intensidade da força de arrasto dos membros inferiores relativamente ao tronco e aos membros superiores, (ii) aumento da força de reacção ao solo, devido à diminuição da intensidade da força de impulsão, (iii) alteração significativa da actividade neuromuscular a essa profundidade (Barbosa et al. 2009).

Durante a imersão ao nível do apêndice xifóide, a maior intensidade da força de impulsão hidrostática atenua a intensidade da força do peso, o que faz com que haja menor trabalho por parte dos músculos antigravíticos posturais, bem como induz um menor esforço cardiovascular para alcançar a mesma intensidade de exercitação, promovendo uma diminuição significativa dos valores médios do  $VO_2$  máximo a essa profundidade (Barbosa et al., 2006; Barbosa et al., 2009; Tiggemann et al. 2007).

No que diz respeito ao lactato, não foram encontradas diferenças significativas no estudo de Barbosa et al. (2006). O lactato diminuiu com o aumento da profundidade, mas sem diferenças significativas, sugerindo que a solicitação das vias metabólicas em Hidroginástica tem um contributo muito reduzido. Nas actividades físicas aeróbias, a lactatemia durante e após prática não deve exceder o valor relacionado ao limiar anaeróbio ( $4\text{mmol.l}^{-1}$ ). Alguns estudos registam que o lactato é superior em exercícios realizados em águas rasas comparativamente a águas profundas.

Sabe-se então que existe uma diminuição gradativa na FC conforme aumenta a profundidade de imersão. Segundo o estudo de Silva Filho et al. (2005), a FC e o consumo de oxigénio na corrida aquática em piscina funda para cargas máximas equivalentes são mais baixos que aqueles da corrida terrestre em passadeira. Também no estudo de Graef e Kruehl (2006),

podemos verificar a diminuição da FC em diferentes profundidades, através da seguinte tabela:

Quadro 2 – Diminuição da FC em diferentes profundidades de imersão do corpo na água (Graef e Kruehl, 2006).

Quadro 2					
Diminuição na FC em diferentes profundidades de imersão do corpo na água					
Profundidade De imersão	Diminuição na FC (bpm)				
	Risch et al.	Kruehl	Kruehl et al.	Coertjens et al.	Kruehl et al.
Pescoço	17**	16*	14*	13*	-
Ombro com braços fora de água	-	12*	13*	13*	-
Ombro	-	17*	13*	13*	25*
Apêndice xifoide	-	16*	14*	13*	-
Cicatriz umbilical	-	13*	11*	11*	9
Quadril	-	9*	8*	8*	-
joelho	-	2	1	0	-

\*\* diferença estatisticamente significativa em relação à condição fora d'água (p < 0,05).

\* diferença estatisticamente significativa em relação à condição fora d'água (p não citado).

Embora não existam muitos estudos que realizem a comparação destas variantes em águas rasas e águas profundas em Hidroginástica, nos estudos efectuados, o esforço fisiológico parece ser mais baixo em águas profundas - FC e lactato (Benelli et al., 2004) e VO<sub>2</sub> maximo e FC (Barbosa et al., 2009)

Assim, existem algumas dúvidas relativamente à eficácia do exercício em águas profundas devido: (i) curta duração dos protocolos existentes, (ii) pouca confiança nos alunos em manter a intensidade dos exercícios ao nível máximo, (iii) mudanças cinemáticas e neuromusculares nas características da técnica (Barbosa et al., 2009; Silva Filho et al., 2005).

### 2.1.3. Efeitos do Tipo de exercício

São vários os exercícios praticados em aulas de Hidroginástica; esses exercícios podem ser divididos em seis grupos: 1) caminhada, 2) corrida, 3) balanços, 4) pontapés, 5) saltos, 6) tesouras (Sanders, 2000; Barbosa et al., 2009; Oliveira, 2010; Teixeira, 2010).

A maior parte dos estudos abordam a problemática das diferenças entre correr e caminhar e também a velocidade imprimida aos movimentos (Barbosa et al., 2010).

Como a velocidade está relacionada com a força de arrasto, quando a velocidade aumenta, a força de arrasto aumenta também, necessitando de um metabolismo mais poderoso para compensar esse aumento (Barbosa et al., 2009).

A intensidade da aula pode ser alterada de acordo com a escolha dos exercícios, modificando a área projectada ou a cadência musical (Pinto et al., 2006; Teixeira, 2010).

No estudo realizado por Pinto et al. (2006), que comparou as respostas cardiorespiratórias em exercícios de Hidroginástica executados com e sem o uso de equipamento resistivo, analisaram-se os elementos polichinelo e tesoura; verificou-se um aumento significativo de VO<sub>2</sub> no exercício tesoura sem equipamento relativamente ao mesmo exercício realizado com equipamento resistido, no entanto, no exercício polichinelo, tal não aconteceu. Os autores

explicam este facto devido à maior amplitude de movimentos da tesoura relativamente ao polichinelo, recrutando mais massa muscular para uma mesma unidade de tempo.

#### **2.1.4. Efeitos da Acção Segmentar**

A intensidade dos exercícios da aula também pode ser definida pela quantidade de segmentos corporais utilizados num determinado exercício: (i) apenas membros superiores (ii) apenas membros inferiores (iii) membros inferiores e membros superiores simultaneamente (Barbosa et al., 2009).

Alguns estudos demonstram que num movimento básico à mesma cadência musical, a percepção subjectiva de esforço (PSE), a frequência cardíaca (FC) e a concentração de lactato sanguíneo (La-) são superiores quando são utilizados membros superiores e membros inferiores simultaneamente, pois uma vez que o trabalho mecânico aumenta, a força de arrasto aumenta também e conseqüentemente a PSE. Para além disso, sendo o número de músculos envolvidos maior, a FC aumenta e a La- também (Barbosa et al., 2009; Borg et al., 1987).

Num estudo realizado com exercícios realizados em terra por Barbosa et al. (2009), ao comparar apenas exercícios só de membros superiores e só de membros inferiores, a PSE foi superior nos exercícios apenas de membros inferiores.

#### **2.1.5. Efeitos da Cadência Musical**

A música é importante na aula de Hidroginástica por vários motivos: 1) motivação dos alunos, 2) manutenção da sincronização dos participantes, 3) intensidade-alvo de um determinado exercício (Barbosa et al., 2010).

Neste contexto, é importante explicar a noção de tempo de terra (8 tempos de uma frase musical) e de tempo de água, que se define pela contagem de um batimento em cada dois batimentos da música (2 tempos de terra). Podemos ainda estabelecer a diferença entre tempo de água, no qual uma frase musical equivale a quatro movimentos completos; e meio tempo de água, no qual uma frase musical equivale a dois movimentos completos. (Barbosa et al., 2010; Costa et al., 2008, Oliveira, 2010; Teixeira, 2010)). Normalmente, a cadência musical estabelecida para as aulas de Hidroginástica está entre 130 e 150 bpm (Barbosa et al., 2010). O aumento da cadência musical causa adaptações fisiológicas ao nível da PSE, FC e La-, pois aumentando a cadência musical, aumenta também a velocidade de execução dos exercícios, logo, como a força de arrasto tem uma relação quadrática à velocidade do movimento, um maior arrasto produz maior dispêndio energético (Barbosa et al., 2010).

## **2.1.6. Efeitos do Equipamento**

É comum em aulas em águas profundas a utilização de coletes de flutuação, fazendo com que o executante se mantenha toda a aula numa posição vertical e com água ao nível do apêndice-xifóide.

Num estudo realizado com e sem colete de flutuação em indivíduos experientes em corrida em água profunda verificou-se que esses indivíduos conseguiam atingir índices elevados de intensidade realizando a aula com e sem o colete de flutuação. No entanto, indivíduos inexperientes necessitavam do colete, pois sem ele apenas dispunham da sua habilidade de realização da técnica e da habilidade de se manterem numa posição vertical e com água ao nível do apêndice-xifóide (Barbosa et al., 2009).

Contudo, não existem muitos estudos sobre a utilização deste tipo de equipamento.

## **2.2. Adaptações agudas**

### **2.2.1. Frequência Cardíaca**

A American College of Sports Medicine (ACSM, 2006), sugere actividades que promovam esforços cardíacos entre 60 e 90% do valor máximo.

Como foi referido anteriormente, a FC é influenciada pela temperatura corporal, e uma vez que o meio aquático tem elevada condutabilidade, o corpo humano arrefece mais depressa. (Costa et al., 2008; Neves e Doimo, 2007). Assim, a imersão do indivíduo em meio aquático na posição vertical em diferentes profundidades modifica o volume do coração, ocorrendo uma redistribuição do fluxo sanguíneo quando o indivíduo está imerso em meio líquido até ao pescoço (Kruel, 2000).

### **2.2.2. Lactato**

A ACSM sugere o limiar anaeróbio de 4 mmol.l<sup>-1</sup> como o valor máximo a ser atingido em actividades predominantemente aeróbias. Com o aumento da intensidade do trabalho, ocorre um aumento dos níveis de lactato sanguíneo (denominado limiar anaeróbio), sendo este parâmetro importante para predizer a condição de realização na prescrição de exercício. O limiar anaeróbio é útil para delimitar a transição do exercício moderado para exercício intenso (Kruel, 2000). Para se realizar uma determinação do pico de lactato no sangue, devem ser colhidas amostras durante os primeiros cinco e dez minutos do período de recuperação.

### **2.2.3. Percepção Subjectiva de Esforço**

A PSE é uma escala que caracteriza o esforço percebido pelo aluno durante o exercício. Para o efeito, utiliza-se a escala de Borg, que é mostrada ao aluno, que por sua vez determinará a intensidade que sentiu durante a actividade realizada (Neves e Doimo, 2007)

A escala varia entre 6 valores (nenhum esforço) e 20 valores (esforço máximo).

Para sujeitos jovens e clinicamente saudáveis, a PSE deve estar entre os 14 e 16 valores (Costa et al., 2008).

## 3. Material e Métodos

### 3.1. Caracterização da Amostra e do Envolvimento

A amostra foi constituída por 12 indivíduos do sexo feminino, alunas de Hidroginástica, com pelo menos um ano de experiência, com idades compreendidas entre os 23 e os 47 anos (Idade:  $34,34 \pm 5,76$  anos, Peso:  $66,30 \pm 10,32$  kg, Altura:  $1,58 \pm 0,08$  m).

Os testes foram realizados nas Piscinas Municipais de Vila do Conde, Pólo II, em Mindelo, nos dias 10 e 17 de Maio de 2011.

A piscina tem 25 m de comprimento e 12,5 m de largura, sendo a profundidade em cima da plataforma de 1,20 m (águas rasas) e fora da plataforma de 2,0 m (águas profundas).

A temperatura da água era de 32°C e a temperatura ambiente 31°C.

Este estudo foi desenvolvido respeitando os princípios de investigação enunciados na Declaração de Helsínquia, no que respeita à avaliação com seres humanos, tendo todas as participantes concordado em participar neste estudo. Todos os procedimentos foram aprovados pela Universidade da Beira Interior.

### 3.2. Metodologia

As avaliações ocorreram em dois momentos distintos. No primeiro momento as participantes realizaram a aula na plataforma (águas rasas) ao nível do apêndice xifóide e o segundo momento ocorreu uma semana depois, e as alunas realizaram a mesma aula em águas profundas e com o equipamento colete de flutuação (Golfinho, Portugal). Foram avaliados os seguintes parâmetros: FC (antes, durante e após a aula), La- (antes e após a aula), pressão arterial (antes e após a aula) e a PSE (após a aula).

Para monitorizar a frequência cardíaca foram utilizados cardiofrequencímetros (Vantage NV, Polar, Finlândia), registando os valores de cada sujeito em intervalos de 5s durante a aula e recuperação inicial (5 min). Através dos dados obtidos, foram calculados os valores médios ( $\pm$  desvios-padrão) de cada aluno, em cada parte da aula (aquecimento 1 e 2, exercitação dos membros superiores, dos membros inferiores, de ambos, e recuperação), assim como no total da aula realizada. Foram ainda utilizados os valores da FC máxima alcançada assim como os valores absolutos da FC antes e após a realização da aula, e depois dos cinco minutos de recuperação. Para aferição da pressão arterial diastólica e sistólica foi utilizado o esfigmomanómetro digital automático (Omron HEM 705 CP, Japão). Foram recolhidas amostras de sangue capilar através da punção do dedo de cada aluna, ao 1º e 3º minuto de recuperação, para aceder ao valor mais elevado de concentração de lactato ([La-]) (Accutrend Lactate®Roche, Germany). A escala de percepção subjectiva de esforço de 6

(nenhum esforço) a 20 (bastante esforço máximo) descrita por Borg (1998), foi utilizada para quantificar o nível de esforço após cada teste.

Foi também registado a idade, peso, altura, anos de prática de Hidroginástica em águas rasas e águas profundas das participantes no estudo.

As duas aulas tiveram a duração de 25 minutos, estando divididas em duas partes distintas:

**Parte inicial** - 132 bpm - duração 10 minutos. Esta parte da aula foi dividida em dois momentos, com 5 minutos cada: (i) aquecimento 1 - fundamentalmente corrida/deslocamentos, e (ii) aquecimento 2 - inclusão de exercícios mais específicos (cf. 3.2.1. Parte Inicial).

**Parte Fundamental** - 135 bpm - duração 15 minutos. A parte fundamental foi dividida em três momentos: (i) exercícios só de MI - 5', (ii) exercícios só de MS - 5', (iii) exercícios de MS+MI simultaneamente - 5'.

Existiu a preocupação de que as duas aulas (águas rasas e águas profundas) fossem o mais semelhantes possível, de forma a que a única alteração na execução dos exercícios propostos fosse condicionada apenas pela profundidade da piscina.

De seguida, são apresentados os exercícios propostos em cada parte da aula. Para permitir o registo dos parâmetros fisiológicos (resposta aguda) de cada aula, estas não apresentaram parte final com o consequente retorno à calma.

### 3.2.1. Parte inicial da aula

Aquecimento 1:

- Corrida
- Corrida com calcanhar atrás e extensão do cotovelo à frente simultaneamente no plano horizontal
- Corrida com extensão do cotovelo à frente alternadamente no plano horizontal
- Corrida com calcanhar atrás e extensão/flexão do cotovelo lateral e simultaneamente com palmas das mãos para cima no plano frontal
- Corrida com elevação do joelho e extensão do cotovelo alternadamente no plano horizontal
- Corrida com MI afastados e inclinação do tronco lateralmente
- Corrida com elevação do joelho e MI afastados
- Corrida com elevação do joelho e MI afastados e remada alternada de MS no plano horizontal

Aquecimento 2:

- Flexão do joelho e extensão do cotovelo, tocando com a mão no pé contrário alternadamente
- Flexão do joelho e extensão do ombro, tocando com a mão no calcanhar do pé contrário alternadamente
- Pontapé à frente com flexão/extensão do ombro alternadamente, no plano sagital



- Pontapé atrás com extensão dos cotovelos à frente simultaneamente no plano horizontal
- Pontapé diagonal com extensão dos cotovelos simultaneamente no plano frontal
- Pontapé diagonal cruzado com MS do lado contrário do MI em extensão
- Polichinelo (abdução/adução do quadril) com abdução/adução do ombro no plano frontal
- Tesoura (flexão/extensão do quadril) com flexão/extensão do ombro no plano sagital
- Pontapé lateral com rotação do tronco e extensão dos cotovelos simultaneamente no plano horizontal.
- Pêndulo (balanço lateral) com MS no lado contrário do MI em extensão
- *Twist*

### 3.2.2. Parte fundamental

#### Membros Inferiores

- Corrida
- Elevação do joelho e extensão dos cotovelos simultaneamente no plano frontal
- Pontapé à frente com flexão/extensão do ombro no plano sagital
- Pontapé duplo à frente com flexão/extensão do ombro no plano sagital
- Pontapé alto (amplitude máxima) à frente com flexão/extensão do ombro no plano sagital
- Elevação diagonal do joelho com extensão dos cotovelos simultaneamente no plano frontal
- Pontapé diagonal com extensão dos cotovelos simultaneamente no plano frontal
- Pontapé diagonal duplo com extensão dos cotovelos simultaneamente no plano frontal
- Pontapé diagonal alto (amplitude máxima) com extensão dos cotovelos simultaneamente no plano frontal
- Elevação do joelho com extensão dos cotovelos simultaneamente no plano frontal
- Pontapé atrás com extensão dos cotovelos simultaneamente no plano horizontal
- Pontapé atrás duplo com extensão dos cotovelos simultaneamente no plano horizontal
- Pontapé atrás alto (amplitude máxima) com extensão dos cotovelos simultaneamente no plano horizontal
- Elevação diagonal do joelho cruzada
- Pontapé diagonal cruzado com MS do lado contrário do MI em extensão
- Pontapé diagonal cruzado duplo com MS do lado contrário do MI em extensão
- Pontapé diagonal cruzado alto (amplitude máxima) com MS do lado contrário do MI em extensão
- Flexão do joelho e extensão do cotovelo, tocando com a mão no pé contrário alternadamente
- Flexão do joelho e extensão do ombro, tocando com a mão no calcanhar do pé contrário alternadamente

## **Membros Superiores**

- Extensão/Flexão dos cotovelos simultaneamente no plano horizontal
- Remada alternada (adução horizontal do ombro) com palmas das mãos para dentro
- Remada alternada (abdução horizontal do ombro) com palmas das mãos para fora
- Extensão/Flexão dos cotovelos simultaneamente no plano horizontal
- Extensão do cotovelo alternadamente no plano horizontal
- Extensão do cotovelo diagonal e cruzada alternadamente no plano horizontal
- Extensão do cotovelo diagonal e cruzada, dupla, alternadamente no plano horizontal
- Remada cruzada (flexão do cotovelo) alternadamente no plano frontal
- Remada cruzada (flexão do cotovelo) dupla alternadamente no plano frontal
- Abdução/Adução do ombro no plano frontal, com grande amplitude e cruzando mãos à frente
- Abdução/Adução do ombro no plano frontal, com grande amplitude e cruzando mãos atrás das costas
- Abdução/Adução do ombro no plano frontal, com amplitude mínima e cruzando mãos à frente
- Abdução/Adução do ombro no plano frontal, com amplitude mínima e cruzando mãos atrás das costas

## **Membros Superiores e Membros Inferiores**

- Polichinelo com abdução/adução dos ombros simultaneamente no plano frontal
- Polichinelo com extensão dos cotovelos simultaneamente no plano horizontal
- Polichinelo com MI cruzados e abdução/adução dos ombros simultaneamente no plano frontal, cruzando as mãos à frente
- Polichinelo com MI cruzados e abdução/adução dos ombros simultaneamente no plano frontal, cruzando as mãos atrás das costas
- Tesoura com Flexão/Extensão do ombro alternadamente no plano sagital
- Tesoura com Extensão dos cotovelos alternadamente no plano horizontal
- Tesoura com extensão dos cotovelos simultaneamente no plano horizontal
- Tesoura com adução horizontal dos ombros simultaneamente
- Balanço lateral com MS do lado contrário do MI em extensão
- Balanço frontal (cavalo marinho) com flexão/extensão dos ombros simultaneamente
- Balanço frontal (cavalo marinho) seguido de pontapé alto com flexão/extensão dos ombros simultaneamente
- Salto engrupado
- Salto engrupado com MI afastados

### 3.3. Procedimentos Estatísticos

Para a descrição dos resultados foram utilizados os cálculos tradicionais de tendência central: médias e desvios padrão. Foi testada a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk, testando a hipótese nula que os dados seleccionados têm uma distribuição normal. Devido ao número reduzido da amostra em cada grupo ( $n < 30$ ) e à rejeição da hipótese nula, foram utilizados procedimentos não paramétricos. Para verificação das diferenças entre as duas aulas foi aplicado o teste de Wilcoxon. Em todas as situações o nível de significância foi determinado para  $p \leq 0.05$ .

## 4. Apresentação dos Resultados

No Quadro 3 são apresentados os valores médios ( $\pm$  desvios padrão) da frequência cardíaca obtidos antes e após a realização da aula de Hidroginástica em águas rasas e em águas profundas. São também apresentados os valores médios ( $\pm$  desvios padrão) das diferenças encontradas entre o repouso e após a realização da actividade, assim como da média total dos valores de frequência cardíaca obtidos durante a realização das aulas. O valor máximo da frequência cardíaca atingida durante a realização das aulas também é apresentado (média  $\pm$  desvio padrão). A frequência cardíaca após a aula demonstra ser diferente de quando a aula é realizada em águas rasas ou profundas, bem como a frequência cardíaca máxima alcançada.

Quadro 3 - Médias e respectivos desvios-padrão dos valores da frequência cardíaca (FC) antes e após a realização da aula, da diferença entre a frequência cardíaca antes e após a aula ( $\Delta$  FC), da frequência cardíaca média total da aula e da frequência cardíaca máxima atingida (FC Max), em águas rasas e em águas profundas. Os Valores de p são apresentados e consideradas diferenças significativas para  $p \leq 0.05$  \*.

Variável	Águas Rasas	Águas Profundas	Valor de P
FC Antes ( $b.m^{-1}$ )	76.08 $\pm$ 12.81	75.08 $\pm$ 12.17	0.84
FC Após ( $b.m^{-1}$ )	150.09 $\pm$ 11.61	142.40 $\pm$ 7.53	0.03*
$\Delta$ FC ( $b.m^{-1}$ )	74.36 $\pm$ 15.56	65.50 $\pm$ 12.47	0.06
FC Media Total ( $b.m^{-1}$ )	143.96 $\pm$ 8.64	138.68 $\pm$ 7.74	0.09
FC Max ( $b.m^{-1}$ )	168.73 $\pm$ 6.87	158.75 $\pm$ 8.50	0.00*

Pretendendo ser mais específicos em relação aos valores da frequência cardíaca, no Quadro 4 apresentamos os valores médios ( $\pm$  desvios padrão) obtidos durante as cinco partes da aula, nomeadamente as duas partes do aquecimento, a parte de exercitação dos membros superiores, dos membros inferiores, da conjugação de ambos. São também apresentados os valores da frequência cardíaca (média  $\pm$  desvio padrão) dos 5 minutos de recuperação após a aula e após esses mesmos 5 min de repouso. Os valores da frequência cardíaca na exercitação dos membros inferiores, dos membros inferiores e superiores em conjunto, e da recuperação são diferentes entre a aula realizada em águas rasas e a aula realizada em águas profundas.

Quadro 4. Médias e respectivos desvios-padrão dos valores da frequência cardíaca (FC) em cada uma das partes da aula realizada em águas rasas e em águas profundas e em repouso: primeira parte do aquecimento (FC aq1), segunda parte do aquecimento (FC aq2), utilização dos membros superiores (FC ms), utilização dos membros inferiores (FC mi), utilização de membros superiores e inferiores (FC ms+mi), valor médio de repouso e valor absoluto após 5 min de recuperação. Os valores de p são apresentados e consideradas diferenças significativas para  $p \leq 0.05$  \*.

Variável	Águas Rasas	Águas Profundas	Valor de P
FC aq1 ( $b.m^{-1}$ )	139.17 $\pm$ 17.04	128.74 $\pm$ 13.45	0.11
FC aq2 ( $b.m^{-1}$ )	145.97 $\pm$ 16.87	144.78 $\pm$ 8.70	0.25
FC ms ( $b.m^{-1}$ )	136.74 $\pm$ 6.24	138.12 $\pm$ 7.72	0.53
FC mi ( $b.m^{-1}$ )	154.00 $\pm$ 9.75	144.19 $\pm$ 7.89	0.03*
FC ms+mi ( $b.m^{-1}$ )	143.93 $\pm$ 10.32	137.69 $\pm$ 8.89	0.01*
FC média recup ( $b.m^{-1}$ )	129.03 $\pm$ 7.90	127.06 $\pm$ 7.76	0.07
FC 5 min recup ( $b.m^{-1}$ )	114.64 $\pm$ 10.77	109.30 $\pm$ 11.42	0.04*

No Quadro 5 podemos observar os valores da pressão arterial diastólica e sistólica (média  $\pm$  desvio padrão) e a diferença dos valores encontrados antes e após a realização da aula, tanto em águas rasas como em águas profundas. Quando comparados os dois tipos de aulas, entre águas rasas e águas profundas, os valores demonstram diferenças relativamente à pressão arterial diastólica antes da aula, assim como nos valores da diferença da pressão arterial diastólica em repouso e após aula.

Quadro 5. Médias e respectivos desvios-padrão dos valores da pressão arterial sistólica (PAs), da pressão arterial diastólica (PAd) antes e após a aula e das diferenças de pressão arterial sistólica ( $\Delta$  PAs) e diastólica ( $\Delta$  PAd) após a aula em águas rasas e em águas profundas. Os Valores de p são apresentados e consideradas diferenças significativas para  $p \leq 0.05$  \*.

Variável	Águas Rasas	Águas Profundas	Valor de P
PAs Antes (mm Hg)	122.67 $\pm$ 11.36	118.91 $\pm$ 7.48	0.31
PAd Antes (mm Hg)	82.42 $\pm$ 9.60	76.17 $\pm$ 7.08	0.01*
PAs Após (mm Hg)	134.92 $\pm$ 21.29	130.42 $\pm$ 11.49	0.48
PAd Após (mm Hg)	80.00 $\pm$ 8.04	80.50 $\pm$ 7.17	0.53
$\Delta$ PAs (mm Hg)	12.25 $\pm$ 16.54	11.50 $\pm$ 12.05	0.64
$\Delta$ PAd (mm Hg)	-2.42 $\pm$ 9.33	4.33 $\pm$ 8.26	0.01*

Como podemos observar no Quadro 6, os valores médios ( $\pm$  desvios padrão) da concentração de lactato sanguíneo obtidos são semelhantes entre águas rasas e águas profundas.

Quadro 6. Médias e respectivos desvios-padrão dos valores de concentração de lactato sanguíneo ([La-]) após a aula e da diferença entre o lactato em repouso e após a aula ([La-]net) em águas rasas e em águas profundas. Os valores de p são apresentados e consideradas diferenças significativas para  $p \leq 0.05$  \*.

Variável	Águas Rasas	Águas Profundas	Valor de P
[La-] Após (mmol.l <sup>-1</sup> )	4.83 $\pm$ 1.51	5.34 $\pm$ 1.95	0.29
[La-]net (mmol.l <sup>-1</sup> )	2.95 $\pm$ 1.69	3.47 $\pm$ 2.10	0.29

No Quadro 7 são apresentados os valores relativos à percepção subjectiva de esforço (média  $\pm$  desvio padrão), que demonstram não haver diferenças entre os valores obtidos após a realização da aula em águas rasas ou após a realização da aula em águas profundas.

Quadro 7. Médias e respectivos desvios-padrão dos valores de percepção subjectiva de esforço (PSE) após a aula em águas rasas e a aula em águas profundas. Os Valores de p são apresentados e consideradas diferenças significativas para  $p \leq 0.05$  \*.

Variável	Águas Rasas	Águas Profundas	Valor de P
PSE	12.00 $\pm$ 2.80	11.92 $\pm$ 2.27	1.00

## 5. Discussão dos Resultados

Através do presente estudo, pretendemos comparar as adaptações fisiológicas agudas de uma aula de Hidroginástica, realizada em duas profundidades diferentes. Os alunos realizaram uma aula em águas rasas (1,20 m) e a mesma aula em águas profundas (2 m), tendo sido verificadas algumas respostas agudas diferentes após o exercício. De uma forma global, os dados obtidos permitem sugerir que a aula de Hidroginástica em águas profundas tem exigências fisiológicas diferentes da mesma aula quando realizada em águas rasas, parecendo ser menos exigente a realização em águas profundas.

Nas duas condições de exercitação abordadas no presente estudo, verificamos que os valores da FC média mantiveram-se idênticos (Quadro 3). Tal observação não vem confirmar os dados da literatura existente, que demonstra existirem diferenças entre os valores médios da FC durante 30 min de exercitação em águas rasas ( $154 \text{ b}\cdot\text{m}^{-1}$ ) e em águas profundas ( $113 \text{ b}\cdot\text{m}^{-1}$ ) (Benelli et al., 2004). Apesar da FC em águas rasas ser próxima dos valores apresentados, os nossos valores apresentaram-se bastante superiores quando nos reportamos às águas profundas. Por sua vez, a FC após a realização da aula de Hidroginástica foi diferente nas duas profundidades. Para águas profundas, a FC final foi inferior em relação aos valores registados para águas rasas em  $5 \text{ b}\cdot\text{m}^{-1}$ . O mesmo se verificou com a FC máxima alcançada durante a aula, que para uma maior profundidade, foi inferior em cerca de  $9 \text{ b}\cdot\text{m}^{-1}$ . A literatura existente é concordante no que se refere a uma diminuição da FC com o aumento da imersão do corpo (i.e. Barbosa et al., 2007; Benelli et al., 2004). Durante a actividade física realizada dentro de água a FC parece ser inferior quando comparada com os valores obtidos fora de água. Ritchie e Hopkins (1991) verificaram que a FC média diminui  $17 \text{ b}\cdot\text{m}^{-1}$  quando se compara a corrida terrestre com a corrida dentro de água. Comparando 30 min de actividade física aeróbia realizada no ginásio e na água, Benelli et al (2004) demonstraram uma descida no valor médio da FC de  $7.5 \text{ b}\cdot\text{m}^{-1}$  para águas rasas. No que se refere às diferentes profundidades de exercitação, os mesmos autores referem um decréscimo das  $121.5 \text{ b}\cdot\text{m}^{-1}$  para as  $97.5 \text{ b}\cdot\text{m}^{-1}$  no caso de exercício lento e das  $154.0$  para as  $113.5 \text{ b}\cdot\text{m}^{-1}$  no caso de exercício mais intenso. Uma descida acentuada foi também detectada por Barbosa et al. (2007) aquando da realização de um exercício específico de hidroginástica em águas rasas e em águas profundas. Estes autores observaram uma descida de  $22.7 \text{ b}\cdot\text{m}^{-1}$  no valor da FC máxima alcançada entre a realização de um exercício com a água pela articulação coxo-femoral e o mesmo exercício realizado com a água pelo apêndice xifóide. Esta diminuição da FC média e máxima registada pela literatura, com o aumento do nível de imersão do corpo poderá estar relacionada com: (i) a bradicardia reflexa de mergulho (Andersson et al., 2003; Shono et al., 2001), (ii) a maior concentração de sangue na zona do tórax (Sheldahl et al., 1987), (iii) o retorno venoso facilitado e melhores condições para o preenchimento do volume sanguíneo do coração durante a diástole, devido à pressão hidrostática e à flutuabilidade, promovendo assim um maior volume de sangue ejectado (Holmér, 1974).

Quando nos debruçamos sobre as várias partes da aula, podemos observar que a dinâmica dos valores da FC foi semelhante para as duas aulas. Existiu uma subida da FC da primeira para a segunda parte do aquecimento (Quadro 4), justificada com o aumento da sua especificidade e intensidade, preparando os alunos para as partes seguintes da aula. A FC diminuiu na fase seguinte, aquando da realização dos exercícios de membros superiores, para aumentar nos exercícios estimuladores dos membros inferiores e voltar a diminuir aquando da utilização simultânea dos quatro membros. Apesar de não ser do âmbito do nosso estudo, parece-nos importante realçar o facto da parte da aula referente à utilização dos membros inferiores, registar valores de FC superiores aos que se observam aquando da utilização exclusiva dos membros superiores, bem como dos quatro membros em simultâneo. Estes valores não confirmam a sugestão deixada em estudos anteriores, cuja resposta fisiológica aguda em hidroginástica parece aumentar com o incremento do número de segmentos em acção simultânea (Costa et al., 2008; Darby e Yaeckle, 2000). Esta discrepância de resultados poderá ter acontecido pela acumulação de fadiga por parte das alunas, já que se tratava da última parte da aula de 25 minutos. Por sua vez, a própria realização técnica dos movimentos poderá ter influenciado os efeitos fisiológicos agudos registados. A utilização de diferentes posições da mão ou até mesmo dos dedos aquando da realização dos movimentos, pode levar a diferentes intensidades de força de arrasto (Marinho et al., 2010) e logo respostas fisiológicas diferentes. Relativamente à influência das profundidades dos dois tipos de aula, pudemos verificar que os valores da FC apresentaram diferenças aquando da utilização exclusiva dos membros inferiores assim como aquando da realização dos exercícios que conjugam os membros inferiores e os membros superiores. Para este facto poderão ter contribuído o aumento significativo da força de reacção do solo, devido à diminuição da força de impulsão (Haupenthal et al., 2010), e as características da actividade neuromuscular a diferentes profundidades (Poyhonen et al., 1999).

Os 5 minutos posteriores à realização da aula não demonstraram diferenças no que se refere à FC média. Contudo, após este tempo de recuperação, a FC mostrou ser diferente quando a aula foi realizada em águas rasas ou profundas (Quadro 4). O valor inferior da FC 5 min após o término da aula parece sugerir a recuperação mais rápida do esforço realizado em águas profundas durante a aula de hidroginástica. Contudo não podemos desprezar a possibilidade de influência do valor mais baixo da FC registado imediatamente após o término da aula em águas profundas.

Os valores da pressão arterial sistólica e diastólica, registados na nossa amostra, encontram-se dentro do espectro considerado normal pela Organização Mundial de Saúde (Williams, 2003). A prática regular de exercício físico parece ter influência sobre os valores de pressão arterial. Analisando 54 estudos controlados, Whelton et al. (2002) concluíram a existência duma redução da pressão arterial com a prática regular de exercício aeróbio, apontando um decréscimo de 3.84 mm Hg para a pressão arterial sistólica e de 2.58 mm Hg para a pressão arterial diastólica. Relativamente às respostas agudas, os protocolos de curta duração (3 a 10 minutos de exercício) assim como os de longa duração (até 60 min de exercício) parecem

também eles ter um efeito denominado por hipotensão pós-exercício (Kenney e Seals, 1993). Apesar de escassearem investigações que se debruçam sobre as respostas agudas da pressão arterial após actividades aquáticas, Dutra et al. (2009) apontaram uma redução de 5.6 mm Hg aos 45 min de recuperação após a aula de hidroginástica. Por sua vez, Reis e Lima (2009) verificaram 7 mm Hg de decréscimo na pressão arterial sistólica 35 min após a aula de hidroginástica. Ambos estudos não revelaram diferenças entre a pressão arterial diastólica pré e após exercício. Ainda que não seja objectivo da presente investigação, os nossos valores demonstram uma subida na pressão arterial logo após o exercício, tanto em águas rasas como profundas, com excepção da pressão arterial diastólica em águas rasas (Quadro 5). Este aumento generalizado logo após a aula, pode ter acontecido devido à maior actividade nervosa simpática durante o exercício, com libertação de catecolaminas e consequente aumento da pressão arterial (Powers e Howley, 2001). Pelo que temos conhecimento, esta é uma investigação pioneira sobre as respostas da pressão arterial ao exercício aeróbio realizado em diferentes profundidades de água. A alteração entre os valores de repouso e pós aula da pressão arterial diastólica demonstrou ser diferente com a alteração da profundidade de exercitação (Quadro 5). Enquanto em águas rasas a pressão arterial diastólica teve um decréscimo, em águas profundas esse valor aumentou. Os mecanismos consequentes do aumento da imersão do corpo, contribuindo para o aumento do débito cardíaco (Holmer, 1974), podem ser explicativos duma maior pressão arterial diastólica observada em águas profundas.

Os estudos existentes não são consensuais relativamente aos valores de  $[La^-]$  obtidos após a realização de actividades aquáticas em duas profundidades diferentes. Benelli et al (2004) demonstraram existir diferenças entre os valores de  $[La^-]$  obtidos após a exercitação moderada em águas rasas ( $3.15 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) e em águas profundas ( $1.75 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Contrariamente, o nosso estudo vem confirmar os dados semelhantes obtidos por Barbosa et al. (2006), que não apresentaram diferenças nos valores de  $[La^-]$  nestas duas mesmas condições de exercitação ( $2.12 \pm 1.23 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  para águas rasas e  $2.14 \pm 1.08 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  para águas profundas). Os valores de  $[La^-]$  têm vindo a ser habitualmente utilizados para estimar a capacidade anaeróbia dos indivíduos e a contribuição do metabolismo glicolítico para o exercício (di Prampero et al., 1999). Apesar da solicitação de vias metabólicas anaeróbias ser reduzida, os nossos valores apresentam-se como bastante superiores aos dos estudos anteriormente citados. A hidroginástica é marcada por uma grande variedade, tanto na quantidade, tipo de exercícios, técnicas e sequências, como na intensidade dos mesmos (Sanders, 2000), sendo compreensível uma resposta fisiológica diferente perante cada aula em particular.

A percepção subjectiva de esforço é uma medida utilizada para quantificar, monitorizar e avaliar o nível de esforço individual. É um parâmetro tido como um importante complemento às medidas fisiológicas, apresentando fortes relações com algumas delas (Borg, 1998). Sendo que a FC decresce em virtude das várias propriedades físicas da água já anteriormente mencionadas, poderá de alguma forma influenciar a percepção de fadiga, subapreciando-a.



Barbosa et al. (2007) demonstraram diferenças entre a percepção subjectiva de esforço aquando da realização de exercícios aquáticos com a água pela anca ou pelo tórax. Esta diferença não foi confirmada pelos dados obtidos no nosso estudo. A inexistência de alteração nos valores de [La-] pode em parte justificar a percepção subjectiva de esforço semelhante entre a aula realizada em águas rasas e em águas profundas. Robertson et al. (1986) sugerem que o aumento da percepção do esforço seja consequência da utilização da capacidade anaeróbia. O acúmulo de iões de hidrogénio presentes nos músculos activos e no sangue, resultantes da dissociação do ácido láctico em lactato e H<sup>+</sup>, é apresentado como principal responsável pelo esforço percebido. Embora a percepção de esforço seja uma ferramenta útil e fácil de identificar e utilizar, a confiabilidade das pontuações pode ser questionada devido ao factor subjectividade.

Como principais limitações do presente estudo, podemos referir: (i) o número de elementos que constituem a amostra, (ii) a curta duração da aula, e (iii) a utilização de elementos unicamente do sexo feminino, que torna difícil a obtenção de conclusões mais genéricas e a definição de recomendações para a orientação deste tipo de actividades aquáticas.

No futuro, parece ser importante a continuação de estudos neste âmbito, nomeadamente, (i) alargando a amostra, tanto em número como em variedade (sexo masculino), (ii) avaliar aulas de diferente intensidade e com diferente duração, e (iii) incluir uma análise cinemática (caracterização biomecânica) juntamente com a caracterização fisiológica da actividade.

## 6. Conclusão

Nas últimas décadas as actividades aquáticas têm tido uma enorme expansão devido aos vários benefícios que lhe são atribuídos. Várias adaptações crónicas foram registadas em estudos realizados (i.e. Bronman et al., 2006; Willmore e Costill, 1994) sendo que estas serão o resultado cumulativo de respostas agudas à sessão de actividade física. A investigação tem vindo a ser desenvolvida nesta área, contudo existe ainda alguma falta de conhecimento no que diz respeito à compreensão das actividades físicas aquáticas. Com o presente estudo verificamos a existência de respostas fisiológicas diferentes no que se refere à realização de aulas em águas rasas ou profundas. As principais alterações surgiram nos parâmetros relacionados com respostas cardiovasculares agudas, nomeadamente na FC máxima, FC após aula e após recuperação, assim como na pressão arterial diastólica. Contudo, na nossa opinião os valores apresentados não foram totalmente clarividentes da maior exigência fisiológica de uma aula de hidroginástica numa profundidade menor, sendo pertinente dar continuidade a este ramo da investigação.

## 7. Referências Bibliográficas

- American College Of Sports Medicine (2006). ACSM's Guidelines For Exercise Testing and Prescription. *Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.*
- Andersson, J., Liner, M., Fredsted, A. and Schagatay, E. (2003) Cardiovascular and respiratory responses to apnea with and without face immersion in exercising humans. *Journal of Applied Physiology* 96, 1005-1010.
- Barbosa, T., Garrido, M., Bragada, J. (2006). Estudo comparativo das adaptações fisiológicas agudas durante a exercitação em imersão ao nível do apêndice xifóide e da articulação coxo-femoral. *Motricidade* 2(1): 23-31
- Barbosa, T., Sousa, V., Silva, A., Reis, V., Marinho, D., Bragada, J. (2010). Effects of musical cadence in the acute physiological adaptations to head-out aquatic exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(1): 244-250
- Barbosa, T., Marinho D., José A. Bragada J, Victor M. Reis, António J. Silva. (2009). Physiological assessment of head-out aquatic exercises in healthy subjects: a review. *Journal of Sport Science and Medicine* 8(2), 179-189.
- Barbosa, T., Garrido, M., Bragada, J. (2007). Physiological adaptations to head-out aquatic exercises with different levels of body immersion. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21: 1255-1259
- Benelli, P., Ditroilo, M., and de Vito, G. (2004) Physiological responses to fitness activities: a comparison between land-based and water aerobics exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18, 719-722.
- Borg G. (1998). Perceived Exertion and Pain Scales. *Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.*
- Borg, G., Hassmen, P., Lagerstrom, M. (1987). Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology* 56: 679-685.
- Broman, G., Quintana, M., Lindberg, T., Jansson, E. and Kaijser, L. (2006) High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women. *European Journal of Applied Physiology* 98, 117-123.
- Costa, G., Afonso, S., Bragada, J., Reis, V. and Barbosa, T. (2008). Comparison of acute physiological adaptations between three variants of a basic head-out water exercise. *Brazilian Journal of Kineanthropometry and Human Performance* 10, 323-329.
- Craig, A. and Dvorak, M. (1966). Thermal regulation during water immersion. *Journal of Applied Physiology* 21(5): 1577-1585.

- Darby, L. and Yaeckle, B. (2000). Physiological responses during two types of exercise performed on land and in water. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 40, 303-311.
- Dutra, M., Cavaleiro, F., Marco, A., Taboza, A., Silva, F., Oliveira, R., Bóia, M., Mota, M. (2009). O efeito da natação e da hidroginástica sobre a pressão arterial pós-exercício de mulheres normotensas. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 14(3), 182-189.
- di Prampero, P., Ferretti, G. (1999). The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. *Respir Physiol*; 1 (118): 10-15.
- Graef, F., Tartaruga, L., Alberton, C., Krueel, L. (2005). Frequência cardíaca em homens imersos em diferentes temperaturas de água. *Revista Portuguesa Ciências do Desporto* 3(5): 266-273.
- Graef, F., Krueel, L. (2006). Frequência cardíaca e percepção subjectiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício - uma revisão. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 4 (12): 221-228
- Hauptenthal A., Ruschel C., Hubert M., de Brito Fontana H., Roesler H. (2010) Loading forces in shallow water running in two levels of immersion. *Journal Rehabilitation Medicin* 42(7):664-9
- Holmér, I. (1974) Physiology of swimming man. *Acta Physiologica Scandinava*. 407(supl), 1-55.
- Kenney M., Seals D. (1993). Postexercise hypotension: key features, mechanisms, and clinical significance. *Hypertension*. 22: 653-664.
- Krueel, L. (2000). *Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora d'água*. Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano, da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência do Movimento Humano
- Marinho D., Barbosa T., Reis V., Kjendlie P., Alves F., Vilas-Boas J., Machado L., Silva A., Rouboa A. (2010) Swimming propulsion forces are enhanced by a small finger spread. *Journal of Applied Biomechanics*, Feb; 26(1):87-92.
- Neves, A., Doimo, L. (2007). Avaliação da percepção subjectiva de esforço e da frequência cardíaca em mulheres adultas durante aulas de hidroginástica. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano* 9(4): 386-392
- Oliveira, C. (2010). *Caracterização e comparação cinemática de um movimento básico de hidroginástica a diferentes ritmos de execução - Pontapé Lateral*. Dissertação apresentação às provas de mestrado no âmbito do Mestrado em Ciências do desporto, especialidade de Actividades de Academia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.
- Pinto, S., Alberton, C., Becker, M., Olkoski, M., Krueel, L. (2006). Respostas cardiorespiratórias em exercícios de hidroginástica executados com e sem o uso de equipamento resistivo. *Revista Portuguesa Ciências do Desporto*, 6(3): 336-341

Powers, S., Howley, E. (2001). *Exercise Physiology: Theory and application*. International Edition: McGraw-Hill Higher Education.

Poyhonen, T., Keskinen, K., Hautala, A., Savolainen, J. and Malkia, E. (1999) Human isometric force production and electromyogram activity of knee extensor in water and on dry land. *European Journal of Applied Physiology* 80, 52-56

Reis, A., Lima, J. (2009). Efeito agudo de uma aula de hidroginástica sobre a pressão arterial e frequência cardíaca de mulheres hipertensas controladas com medicação. *Revista Mineira de Educação Física* 17(2), 88-98.

Ritchie, S. and Hopkins, W. (1991). The intensity of exercise in deep-water running. *International Journal of Sports Medicine* 12, 27-29

Robertson R., Falkel J., Drash A., Swank A., Metz K., Spungen S. (1986) Effects of blood pH on peripheral and central signals of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 18:114-22.

Sanders, M. (2000) *YMCA Water Fitness for Health*. Human Kinetics, Champaign, IL.

Sheldahl, L., Tristani, F., Cliffors, P., Highes, C., Sobocinki, K. and Morris, R. (1987) Effect of head-out water immersion on cardiorespiratory response to dynamic exercise. *Journal of the American College of Cardiology* 10, 1254-1258.

Silva Filho, J., Fernandes, J., Lobo da Costa, P. (2005). Estudo comparativo entre a corrida em esteira e a corrida aquática em duas profundidades diferentes. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte* 19(3): 243-254

Shono, T., Fujishima, K., Hotta, N., Ogaki, T. and Masumoto, K. (2001) Cardiorespiratory response to low intensity walking in water and on land in elderly women. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Sciences* 20, 269-274.

Teixeira, G. (2010) *Caracterização e comparação cinemática de movimentos básicos de hidroginástica a diferentes ritmos de execução*. Dissertação apresentação às provas de mestrado no âmbito do Mestrado em Ciências do desporto, especialidade de Actividades de Academia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

Tiggemann, C., Alberton, C., Posser, M.,m Bridi, J., Krueel, L. (2007). Comparação de variáveis cardiorespiratórias máximas entre a corrida em piscina funda e a corrida em esteira. *Motriz* 13(14): 266-272

Whelton S., Chin A., Xin X., He J. (2002). Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Annals of International Medicin* 136(7):493-503

Williams, L. (2003). 2003 World Health Organization (WHO)/International Society of Hypertension (ISH) statement of management of hypertension World Health Organization,

International Society of Hypertension Writing Group. *Journal of Hypertension* 21(11): 1983-1992

Wilmore, J., and Costill, D. (1994) *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics, Champaign, IL.