

## Artigo Original

**Influência de diferentes movimentos dos membros superiores nas respostas cardiorrespiratórias da corrida em piscina funda**

Alessandra Silva Oliveira  
Moara Simões Posser  
Cristine Lima Alberton  
Luiz Fernando Martins Kruel

*Laboratório de Pesquisa no Exercício, Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil*

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi analisar as respostas cardiorrespiratórias e o índice de esforço percebido (IEP) durante a corrida em piscina funda realizada em diferentes cadências (cad) e movimentos de membros superiores (MMS). A amostra foi composta por doze mulheres saudáveis (22,3±1 anos; 56,3±5,7 kg; 164,2±5,2 cm) que realizaram o procedimento experimental em três sessões. Na primeira sessão foram realizadas as medidas corporais e o teste de esforço máximo. Nas demais sessões foram realizados os testes submáximos aquáticos com as medidas de frequência cardíaca (FC), consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>), ventilação (VE), gasto energético (GE) e IEP. Cada sessão aquática (intervalo de 48 horas) foi randomicamente realizada em uma das diferentes cadências, 60 ou 80 bpm, com três testes randomizados de corrida em piscina funda (intervalo de 20 minutos), cada um realizado com um MMS específico: resistivo (RES), propulsivo (PRO) e neutro (NEU). Utilizou-se ANOVA de dois fatores, com  $p < 0,05$  (SPSS v 11.0). Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre as cadências para todas as variáveis (FC, VO<sub>2</sub>, VE, GE e IEP:  $p < 0,001$ ), com os maiores valores para 80 bpm. Diferenças estatisticamente significativas foram observadas entre os MMS, com valores mais elevados para o movimento PRO (FC:  $p = 0,031$ ; VO<sub>2</sub>:  $p = 0,009$ ; VE:  $p = 0,004$ ; GE:  $p = 0,017$ ; SSE:  $p = 0,004$ ). Não houve interação entre cadência e MMS para nenhuma das variáveis. Logo, pode-se concluir que a utilização de diferentes MMS exerce influência nas respostas cardiorrespiratórias e no IEP, assim como a utilização de diferentes ritmos de execução.

**Palavras-chave:** Consumo de oxigênio. Corrida em Piscina Funda. Movimento de Membros Superiores.

*Influence of different upper limbs movements in the cardiorespiratory responses to a deep water running*

**Abstract:** The purpose of this study was to analyze the cardiorespiratory responses and the rating of perceived exertion (RPE) during deep water running performed in different cadences (cad) and upper limbs movements (ULM). The sample comprised 12 healthy women (22.3±1 years; 56.3±5.7 kg; 164.2±5.2 cm) that performed the experimental procedure in three sessions. In the first session the corporal measures and maximal effort test were accomplished. In the other sessions aquatic submaximal tests were achieved with the measures of heart rate (HR), oxygen uptake (VO<sub>2</sub>), ventilation (VE), energetic expenditure (EE) and RPE. Each aquatic session (interval of 48 hours) was randomly performed in one of the different cadences, 60 or 80 bpm, with three randomized tests in deep water running (interval of 20 minutes), each one performed with a specific ULM: resistant (RES), propulsive (PRO) and neutral (NEU). ANOVA two-way was used, with  $p < 0.05$  (SPSS v 11.0). It was verified statistically significant difference between the cadences for all variables (HR, VO<sub>2</sub>, VE, EE and RPE:  $p < 0.001$ ), with the highest values for 80 bpm. Statistically significant differences were observed among ULM, with the highest values for the PRO movement (HR:  $p = 0.031$ ; VO<sub>2</sub>:  $p = 0.009$ ; VE:  $p = 0.004$ , EE:  $p = 0.017$  and RPE:  $p = 0.004$ ). There was not significant interaction between cadence and ULM for the analyzed variables. Thus, it can be concluded that the use of different ULM in deep water running exerts influence in the cardiorespiratory responses and RPE, as well as the use of different rhythms of execution.

**Key Words:** Oxygen uptake. Deep water running. Movements of the upper limbs.

### Introdução

Atividades físicas aquáticas, tais como a corrida em piscina funda, a corrida em piscina rasa e a hidroginástica, estão cada vez mais populares devido à sensação agradável que o meio líquido proporciona durante a execução

desses exercícios. Entre tais atividades, a corrida em piscina funda, que é definida por [Wilder](#) e [Brennan](#) (2001) como um movimento semelhante ao da corrida em terra realizado em uma piscina funda, com o auxílio de um cinturão que mantém a cabeça acima da água, e os pés sem contato

com o solo, têm sido muito pesquisada na literatura. Ela é muito utilizada como uma alternativa para a corrida em terra por atletas para auxiliar no tratamento de lesões ou como suplemento para o treinamento normal (YAMAJI et al., 1990; FRANGOLIAS e RHODES, 1995; TARTARUGA e KRUEL, 2006; TARTARUGA et al., 2009). Além disso, essa modalidade é também utilizada como programa de treinamento para obesos, idosos, indivíduos com problemas ósteo-articulares, indivíduos com problemas cardiovasculares, hipertensos e indivíduos saudáveis (BUTTS et al., 1991; ROBERT et al., 1996; DOWZER et al., 1999; NAKANISHI et al., 1999).

Na literatura são encontrados vários estudos que comparam a corrida em esteira e a corrida em piscina funda, analisando tanto as variáveis fisiológicas (YAMAJI et al., 1990; BUTTS et al., 1991; TOWN e BRADLEY, 1991; SVEDENHAG & SEGER, 1992; DENADAI et al., 1997; NAKANISHI et al., 1999; TIGGEMANN et al., 2007) quanto as variáveis biomecânicas (KILLGORE et al., 2006; KANEDA et al., 2007; KILDING et al., 2007; KANEDA et al., 2008; KANEDA et al., 2009, MASUMOTO et al., 2009a). Como resultados, as respostas cardiorrespiratórias são mais baixas no meio aquático e o padrão cinemático e neuromuscular é alterado em função da imersão no ambiente aquático. O comportamento atenuado da frequência cardíaca em intensidades máximas e/ou submáximas na corrida em piscina funda comparada à corrida no meio terrestre pode ser atribuído a um desvio central no volume sanguíneo, devido à pressão hidrostática, assim como à diferente termocondutividade da água (TIGGEMANN et al., 2007). Por sua vez, os menores valores de consumo de oxigênio e ventilação observados no máximo esforço para a corrida em piscina funda podem ser atribuídos a uma combinação das respostas cardiovasculares anteriormente salientadas e a força mecânica imposta sobre o corpo em exercício contra a resistência da água. Visto que os músculos antigravitacionais dos membros inferiores não são necessários na água para suportar o peso corporal, ocorre uma diminuição no custo metabólico da corrida em piscina funda quando comparada à corrida em esteira (NAKANISHI et al., 1999). Já a atividade muscular mostra-se muito diferente durante a corrida em piscina funda comparada ao meio terrestre, fato esse resultante do diferente padrão de recrutamento muscular

para a propulsão do movimento no exercício aquático (SILVA & KRUEL, 2008).

Além desses estudos, outras pesquisas analisaram essas variáveis comparando a corrida em esteira não só com a corrida em piscina funda, como também com a corrida em piscina rasa (TOWN e BRADLEY, 1991; HARRISSON et al., 1992; GLASS et al., 1995; DOWZER et al., 1999; MIYOSHI et al., 2004; BARELA et al., 2006; SILVERS et al., 2007; BARELA e DUARTE, 2008; CHEVUTSKI et al., 2009; MASUMOTO2009b et al., 2009b). Logo, o comportamento das respostas cardiorrespiratórias na caminhada/corrída quando comparados os meios aquático e terrestre parece já ter sido bastante investigado na literatura.

No entanto, poucos estudos analisaram as variáveis cardiorrespiratórias da corrida em piscina funda em intensidades submáximas comparando diferentes velocidades ou índices de esforço percebido (RITCHIE e HOPKINS, 1991; RANDALL et al., 1996). Sabe-se que além da velocidade de execução do exercício realizado no meio aquático, que pode alterar as respostas cardiorrespiratórias, a modificação da área projetada e o grupo muscular envolvido também podem modificar esses parâmetros, devido ao aumento da resistência ao avanço (PÖYHÖNEN et al., 2000). Durante a prática da corrida em piscina funda com propósito de promoção da saúde, tal como durante a prática da hidroginástica, diferentes movimentos de membros superiores podem ser realizados associados ao movimento de corrida dos membros inferiores. Logo, na corrida em piscina funda também é possível, além da variação da velocidade, alterar-se a movimentação de membros superiores, a fim de maximizar ou minimizar o gasto energético durante o exercício.

Comparações do uso de diferentes movimentos de membros superiores em exercícios aquáticos têm sido reportadas apenas em estudos de hidroginástica (KRUEL, 2000; ALBERTON et al., 2005; ALBERTON et al., 2007). Como resultados, a modificação do movimento realizado pelos membros superiores, que altera a área projetada desse segmento e o envolvimento de distintos grupos musculares, resultou em diferentes respostas cardiorrespiratórias. No entanto, na literatura pesquisada não foram encontrados estudos que comparassem a influência desses diferentes movimentos de membros superiores durante a corrida em piscina

funda nas respostas cardiorrespiratórias e no índice de esforço percebido.

Logo, existe uma lacuna nessa área de pesquisa, uma vez que o conhecimento do comportamento dessas variáveis na corrida em piscina funda é de extrema importância para auxiliar os profissionais da área de Educação Física que trabalham com essa modalidade na prescrição e organização das sessões de treino. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi verificar as respostas cardiorrespiratórias e o índice de esforço percebido de mulheres jovens durante a execução da corrida em piscina funda em diferentes cadências com diferentes movimentos de membros superiores.

### Metodologia

A amostra deste estudo foi composta por 12 mulheres voluntárias, com idades entre 21 e 24 anos, isentas de problemas físicos e sem uso de medicação. Todas as componentes da amostra eram ambientadas a corrida em piscina funda; no entanto, não realizavam treinamento físico sistemático nessa modalidade. Além disso, assinaram um termo de consentimento informado, previamente aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, registrado com o cadastro 2007733, no qual constavam todas as informações pertinentes ao estudo. Os critérios estabelecidos para a coleta dos dados foram: alimentar-se de 3 a 4 h antes do início da sessão de testes, sem a ingestão de estimulantes e evitar atividades físicas intensas durante as últimas 12 h (COOKE, 1996).

Para o presente estudo, calculou-se o “n” amostral com base nos estudos de Mercer et al. (1998) e Michaud et al. (1995). O cálculo para amostras emparelhadas foi realizado no programa PEPI versão 4.0, o nível de significância adotado foi de 0,05, um poder de 90%, e um coeficiente de correlação de 0,7 para todas as variáveis.

O teste de esforço máximo e as medidas corporais foram realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EsEF- UFRGS). Os testes submáximos aquáticos foram realizados na piscina do Centro Natatório da EsEF- UFRGS, que tem como medidas 25 metros de comprimento, 16 metros de largura e 2 metros de profundidade.

Na primeira sessão de testes, foram obtidas as

medidas de massa corporal e de estatura dos sujeitos em uma balança de alavanca FILIZOLA (São Paulo, BRASIL), com estadiômetro acoplado. Após, o uso da Escala de Esforço Percebido de Borg (BORG, 1982) foi explicado a todas as participantes. Em seguida, foi realizado um teste de esforço máximo para a determinação do consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2pico}$ ) e da frequência cardíaca máxima ( $FC_{máx}$ ) de cada sujeito. Para a execução dessa avaliação, os indivíduos foram orientados a realizar um breve alongamento e posterior repouso de 10 minutos na posição sentada. O teste foi realizado em uma esteira 10200 ATL, da marca INBRAMED (Porto Alegre, BRASIL). O protocolo do teste iniciou com um aquecimento na velocidade de 4  $km.h^{-1}$  durante dois minutos, com incrementos posteriores de 1  $km.h^{-1}$  a cada minuto, mantendo a inclinação fixa em 1% durante todo o teste, até a exaustão das voluntárias. A avaliação foi considerada válida quando algum dos seguintes critérios foi alcançado ao final do teste (HOWLEY et al., 1995): obtenção da  $FC_{máx}$  estimada para a idade ( $220 - idade$ ); ocorrência de um platô no consumo de oxigênio com o aumento da velocidade da esteira; obtenção de uma taxa de troca respiratória maior do que 1,15.

Nas demais sessões, foram realizados os testes submáximos aquáticos com as medidas de frequência cardíaca (FC), consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), ventilação (VE), gasto energético (GE) e índice de esforço percebido (IEP), com intervalo mínimo de 48 horas após o teste máximo. Esses testes foram divididos em duas sessões de coleta, com um intervalo de 48 horas. Cada sessão foi realizada em uma cadência pré-determinada, 60 ou 80 bpm, cuja ordem foi randomizada. As cadências foram reproduzidas por um metrônomo digital KORG MA 30 (New Market, ESTADOS UNIDOS).

Em todos os testes, utilizou-se um freqüencímetro modelo S610, da marca POLAR (Kajaani, FINLÂNDIA) para a verificação da FC, e um analisador de gases portátil do tipo caixa de mistura modelo KB1-C, da marca AEROSPORT (Ann Arbor, ESTADOS UNIDOS) para a verificação do  $VO_2$  e da VE (KING et al., 1999).

Em cada sessão, inicialmente os indivíduos permaneciam em repouso em decúbito dorsal sobre um colchonete no chão durante um período de 10 minutos. Em seguida colocavam o colete flutuador e entravam na piscina, onde

permaneciam em repouso, imersos até os ombros, por mais 2 minutos (a profundidade pode ser observada na figura 1). Após esse período, iniciava-se a coleta em exercício, na qual três testes foram realizados, com uma duração de 4 minutos cada, e intervalos de 20 minutos.

Cada teste de corrida em piscina funda era realizado com um específico movimento de membros superiores (MMS), durante os quais eram coletadas as variáveis FC,  $VO_2$  e VE. Imediatamente ao final de cada teste era coletado o IEP com base na Escala de Borg (BORG, 1982). Os três MMS realizados foram: propulsivo (PRO) – a partir da posição inicial de ombro direito flexionado até 90°, realizava-se a extensão

do mesmo e a flexão do punho, alternando os segmentos direito e esquerdo, seguidos de uma recuperação ao movimento inicial, simulando um movimento de cavada; resistivo (RES) – ombros abduzidos até 90°, não realizando qualquer movimento; e neutro (NEU) – movimento similar ao da corrida em terra. Esses MMS estão representados na figura 1. A ordem dos MMS também foi randomizada. A temperatura da água foi mantida entre 29°C e 31°C, correspondendo a uma temperatura termoneutra para a realização de exercícios no meio líquido evitando sua influência nas respostas fisiológicas (CHRISTIE et al., 1990; CONNELLY et al., 1990).



**Figura 1.** Foto ilustrativa dos diferentes movimentos de membros superiores.

A partir dessas variáveis, foram calculados os valores do percentual do consumo de oxigênio de pico ( $\%VO_{2pico}$ ) e do GE. A partir dos resultados do  $VO_{2pico}$  foi obtido o  $\%VO_{2pico}$  para cada uma das situações. Já a partir dos resultados de  $VO_2$  em cada situação foi calculado o GE utilizando-se o equivalente calórico de  $5 \text{ Kcal.l}^{-1}O_2$  (ACMS, 2006). Os valores das variáveis foram obtidos a cada 20 segundos. Para análise desses dados, utilizou-se a média dos valores coletados entre o terceiro e o quarto minuto de cada exercício em cada situação, correspondentes a FC e ao  $VO_2$  em *steady state*.

Para a análise estatística utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade dos dados. Após a verificação da distribuição normal dos dados, realizou-se estatística descritiva, cujos dados são apresentados através de médias e desvios-padrão (DP). A seguir, foi realizado a ANOVA de dois fatores para medidas repetidas, com o teste *post-hoc* de Bonferroni, para comparar os efeitos principais cadências e MMS para cada uma das variáveis dependentes, além

de verificar as interações. Para todos os testes, o índice de significância adotado foi de  $p < 0,05$ . O pacote estatístico utilizado foi SPSS versão 11.0.

## Resultados

Para amostra do presente estudo foram avaliadas 12 mulheres voluntárias, ambientadas ao meio líquido, com as características apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Média e desvio-padrão (DP) das variáveis de caracterização da amostra: idade, massa corporal, estatura,  $VO_{2pico}$  (consumo de oxigênio de pico) e  $FC_{m\acute{a}x}$  (frequência cardíaca máxima).

VARIÁVEL	Média	DP
Idade (anos)	22,3	± 1,0
Massa (kg)	56,3	± 5,7
Estatura (cm)	164,2	± 5,2
$VO_{2pico}$ ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )	39,2	± 4,3
$FC_{m\acute{a}x}$ (bpm)	199,2	± 9,4

Foi testada a normalidade dos dados para as variáveis estudadas e os resultados obtidos ( $p > 0,05$ ) justificam a utilização da estatística

paramétrica.

A seguir, na Tabela 2, estão apresentados os resultados da estatística descritiva (média  $\pm$  desvio-padrão) de todas as situações realizadas, para todas as variáveis analisadas. São também

apresentados os valores de significância obtidos através da ANOVA de dois fatores para medidas repetidas, para comparar os efeitos principais das cadências e dos diferentes MMS para cada uma das variáveis dependentes, além de verificar as interações.

**Tabela 2.** Médias, desvios-padrão (DP) e significâncias (Sig.) dos efeitos principais cadência (Cad) e movimento de membros superiores (MMS) para as variáveis Frequência Cardíaca (FC), Consumo de Oxigênio ( $VO_2$ ), % do Consumo de Oxigênio de Pico ( $\%VO_{2pico}$ ), Gasto Energético (GE), Ventilação (VE) e Índice de Esforço Percebido (IEP).

	60 bpm			80 bpm			Cad	MMS	Cad* MMS
	RES	NEU	PRO	RES	NEU	PRO			
	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP			
<b>FC (bpm)</b>	119,2 $\pm$ 17,9	114,4 $\pm$ 15,8	128,9 $\pm$ 21,2	136,3 $\pm$ 18,1	144,4 $\pm$ 21,9	154,9 $\pm$ 22,2	0,031	<0,001	0,532
<b><math>VO_2</math> (<math>ml^{-1}.kg^{-1}.min^{-1}</math>)</b>	13,2 $\pm$ 4,4	12,9 $\pm$ 3,9	16,9 $\pm$ 4,4	19,0 $\pm$ 5,8	19,2 $\pm$ 4,8	22,2 $\pm$ 4,6	0,009	<0,001	0,936
<b><math>\%VO_{2pico}</math> (%)</b>	32,9 $\pm$ 9,6	31,8 $\pm$ 8,5	43,0 $\pm$ 10,3	46,8 $\pm$ 12,7	47,0 $\pm$ 10,4	55,7 $\pm$ 12,7	0,004	<0,001	0,933
<b>GE (<math>kcal.min^{-1}</math>)</b>	3,7 $\pm$ 1,3	3,6 $\pm$ 1,2	4,7 $\pm$ 1,3	5,1 $\pm$ 1,6	5,3 $\pm$ 1,3	6,2 $\pm$ 1,3	0,017	<0,001	0,884
<b>VE (<math>l.min^{-1}</math>)</b>	20,2 $\pm$ 6,8	19,0 $\pm$ 5,4	26,2 $\pm$ 9,2	28,1 $\pm$ 9,4	30,5 $\pm$ 8,6	37,8 $\pm$ 11,2	0,004	<0,001	0,729
<b>IEP</b>	11,9 $\pm$ 1,2	11,3 $\pm$ 1,0	12,5 $\pm$ 1,5	14,1 $\pm$ 0,7	14,1 $\pm$ 1,7	15,3 $\pm$ 1,5	0,004	<0,001	0,687

**NOTA: Movimento de membros superiores Resistivo (RES), Neutro (NEU) e Propulsivo (PRO)**

Verificou-se diferenças estatisticamente significativas entre as cadências para todas as variáveis (FC,  $VO_2$ ,  $\%VO_{2pico}$ , VE, GE e IEP), com valores superiores para 80 bpm comparado a 60 bpm. Da mesma forma, diferenças estatisticamente significativas foram observadas entre os MMS para todas as variáveis. Através da análise complementar realizada através do *post-hoc* de Bonferroni, localizamos as diferenças significativas entre os MMS para cada uma das variáveis. Os resultados demonstraram valores mais elevados para o movimento PRO. Para a FC e o GE, foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre PRO e RES, porém sem diferenças entre PRO e NEU e entre NEU e RES (conforme gráficos A e C da Figura 2). Já para  $VO_2$ ,  $\%VO_{2pico}$ , VE e IEP, foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre PRO e NEU e entre PRO e RES, mas nenhuma diferença foi observada entre NEU e RES (conforme gráficos B, D, E e F da

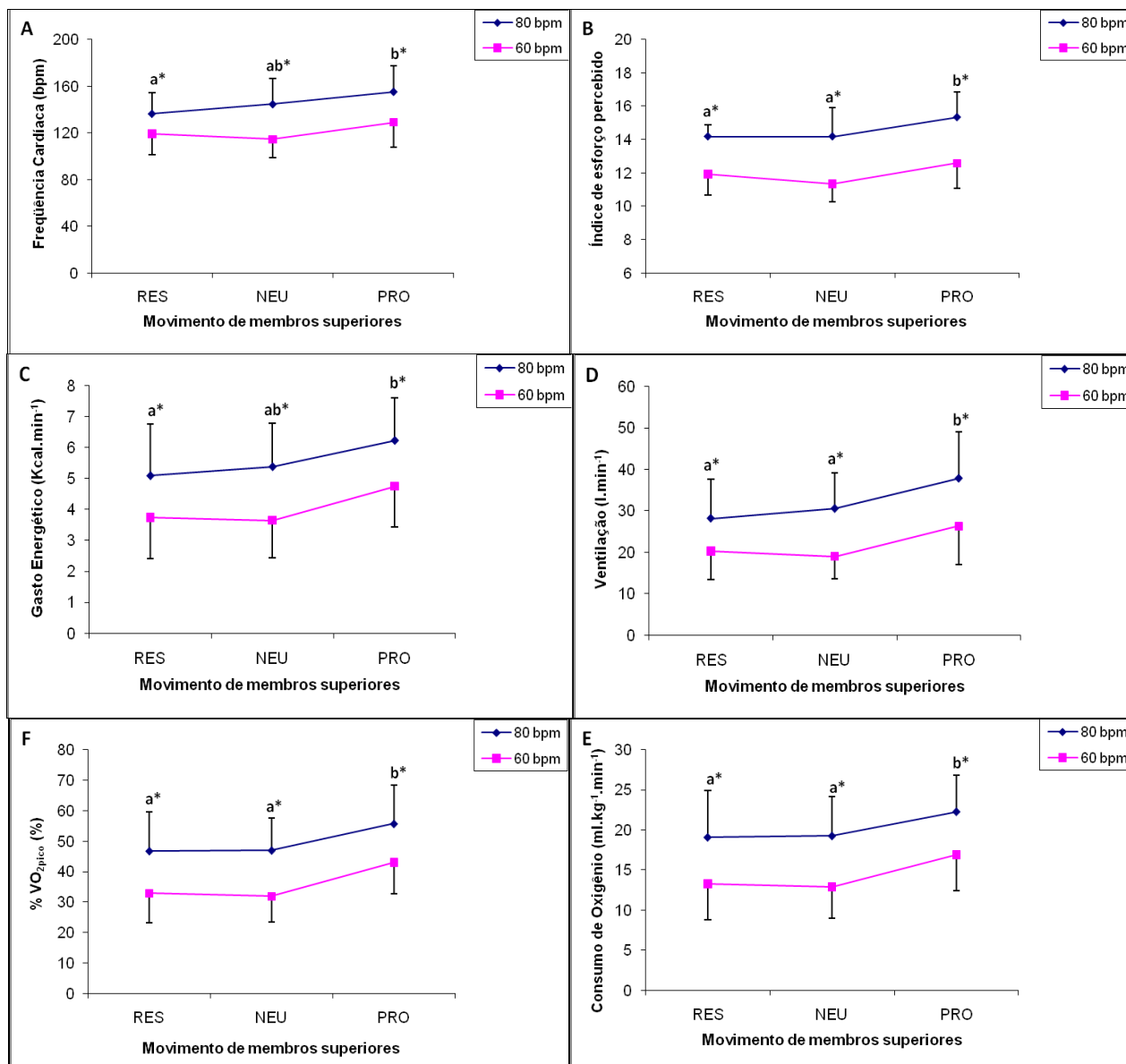
Figura 2).

Não houve interação significativa entre cadência e MMS para nenhuma das variáveis, demonstrando que a resposta de todas as variáveis foi mais elevada para o movimento PRO, seguido de NEU e RES para ambas as cadências, assim como para todos os MMS, a cadência de 80 bpm sempre demonstrou uma resposta mais elevada. Esses resultados podem ser verificados na Figura 2.

## Discussão

As respostas cardiorrespiratórias e de índice de esforço percebido durante a prática da corrida em piscina funda parecem, de acordo com presentes resultados, ser modificadas tanto pela escolha do movimento realizado com os membros superiores como pela sua respectiva cadência de execução.

**Figura 2.** Comportamento das variáveis Frequência Cardíaca (FC), Gasto energético (GE), Consumo de Oxigênio Relativo ( $VO_2$ ), % do Consumo de Oxigênio de Pico ( $\%VO_{2pico}$ ), Índice de Esforço Percebido (IEP) e Ventilação (VE) durante a execução da corrida em piscina funda nas diferentes cadências e Movimentos de Membros Superiores.



\* indica diferenças estatisticamente significativas entre cadências ( $p < 0,05$ ). Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre movimentos de membros superiores ( $p < 0,05$ ).

**NOTA:** Movimento de membros superiores Resistivo (RES), Neutro (NEU) e Propulsivo (PRO).

Os efeitos agudos dos exercícios realizados no meio aquático são influenciados pelas propriedades físicas da água. Entre tais propriedades, a resistência ao avanço ( $R = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot Cd$ ) é um dos principais fatores que pode exercer grande influência nas atividades aquáticas. Essa resistência pode ser maximizada, segundo Pöyhönen et al. (2000) em função da maior densidade do meio líquido ( $\rho$ ) comparada à densidade do ar, pelo aumento da área projetada (A) e/ou aumento da velocidade de execução ( $v^2$ ).

É um consenso na literatura que um aumento nas respostas de FC e  $VO_2$  é obtido conforme o aumento da intensidade de execução do movimento no meio aquático (McARDLE et al., 1976; CASSADY e NIELSEN, 1992; ROBERT et al., 1996; ALBERTON et al., 2005, ALBERTON et al., 2007; ALBERTON et al., 2009). No estudo de Alberton et al. (2005), essa intensidade foi alterada pela escolha de diferentes exercícios aquáticos modificando a área projetada, e também pela execução desses exercícios em

diferentes cadências, alterando a velocidade de execução. No presente estudo, a intensidade foi modificada, de acordo com os resultados obtidos, pela utilização de diferentes cadências, aumentando a velocidade de execução, e pela escolha do MMS, explorando o envolvimento de diferentes grupos musculares e áreas projetadas.

Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre as cadências para todas as variáveis (FC,  $VO_2$ ,  $\%VO_{2\text{pico}}$ , VE, GE e IEP), com valores superiores para 80 bpm comparado a 60 bpm. Esses resultados corroboram com estudos que analisaram a execução de exercícios de hidroginástica localizados ([CASSADY](#) e [NIELSEN](#), 1992) ou aeróbicos de forma estacionária ([ALBERTON](#) et al., 2009) nas cadências de 60, 80 e 100 bpm e observaram aumentos significativos nas respostas cardiorrespiratórias com o aumento do ritmo de execução. Esse fato ocorre devido à velocidade do corpo estar aumentada em relação ao fluido, provocando um grande aumento na resistência. Essa maior resistência ao avanço pode ser explicada pelo fato de a velocidade ser elevada ao quadrado e diretamente proporcional a ela ([PÖYHÖNEN](#) et al., 2000).

Em determinada velocidade de execução, o envolvimento dos grupos musculares nos exercícios parece ser um dos principais motivos pelo qual ocorre um aumento das respostas cardiorrespiratórias. No movimento de membros superiores PRO, utilizado no presente estudo, uma maior massa muscular parece estar envolvida na execução do mesmo para vencer a resistência da água, quando comparado aos movimentos NEU e RES, já que a massa muscular envolvida nos membros inferiores provavelmente não variou entre os exercícios. No que se refere à área projetada envolvida no movimento de membros superiores, apesar de o movimento RES utilizar uma grande área projetada, a massa muscular desse segmento não está em movimento, e é sustentada por uma provável pequena contração isométrica devido ao auxílio das forças de flutuação. Ou seja, o gasto energético desse exercício provém predominantemente da massa muscular dos membros inferiores. Por essa razão, o movimento PRO apresentou maiores valores enquanto que o movimento RES apresentou os menores valores para todas as variáveis estudadas. Esses resultados estão de acordo com os do estudo de [Alberton](#) et al. (2007), na qual foram comparadas as respostas cardiorrespiratórias de oito

diferentes exercícios de hidroginástica. Os resultados desse estudo demonstraram que maiores valores de FC e  $VO_2$  foram encontrados para os exercícios que utilizavam maiores massas musculares de ambos os membros superiores e inferiores realizando os movimentos com grandes áreas projetadas.

Cabe salientar que as respostas cardiorrespiratórias também podem ser alteradas pelas mudanças na velocidade de deslocamento; entretanto essa variável não foi mensurada no presente estudo. Em uma mesma cadência, a velocidade linear de execução dos movimentos de membros inferiores pode variar com o uso de diferentes MMS para manter o ritmo de execução. Logo, sugerimos que mais estudos sejam realizados para saber a influência da velocidade de deslocamento durante a corrida em piscina funda nas respostas cardiorrespiratórias com diferentes MMS em uma mesma cadência.

As respostas de ventilação pulmonar obtidas no presente estudo podem ser explicadas pelo fato de essa aumentar durante o exercício, até as taxas submáximas de trabalho, em proporção direta às necessidades metabólicas do corpo ([WILMORE](#) e [COSTILL](#), 1999). Logo, os resultados da ventilação acompanham as respostas do consumo de oxigênio.

Ao avaliar a relação entre IEP e  $\%VO_{2\text{pico}}$ , [Pollock](#) & [Wilmore](#) (1993) encontraram que, para uma classificação de IEP leve (10 a 11 da escala de Borg), o  $\%VO_{2\text{pico}}$  oscilou entre 30 e 49%, o que confirma nossas respostas para os exercícios RES e NEU na cadência de 60 bpm. No entanto, deve ser notado que uma avaliação do esforço percebido é uma integração das respostas psicológicas e fisiológicas ([BORG](#), 1982). Logo, o IEP é uma taxa subjetiva e pode ser influenciado pela novidade da tarefa, ou seja, a falta de treinamento sistemático na modalidade de corrida em piscina funda por parte das voluntárias pode ter influenciado os valores de IEP, pois embora as componentes da amostra fossem familiarizadas com a tarefa, elas não participavam de um treinamento específico nessa modalidade. Sendo assim, uma nova habilidade pode ser percebida mais intensa do que é.

Isto pode ajudar a explicar os elevados IEPs correspondentes às baixas respostas fisiológicas nas situações PRO, RES e NEU executadas na cadência de 80 bpm. No presente estudo, os valores de  $\%VO_{2\text{pico}}$  para essas situações

oscilaram entre 46,8 e 55,7% e as respostas de IEP, entre 14 e 15, correspondentes a “intenso”. Conforme resultados do estudo de [Pollock & Wilmore \(1993\)](#), cujas respostas foram observadas para exercício executado no meio terrestre, esses %VO<sub>2pico</sub> representam um IEP entre 11 e 13, correspondente a “leve” e “um pouco intenso”, respectivamente. Da mesma forma, a situação PRO executada na cadência de 60 bpm apresentou no presente estudo o valor médio de %VO<sub>2pico</sub> de 43,0% e um IEP médio igual a 12,5, correspondente a “um pouco intenso”, também diferente dos achados de [Pollock & Wilmore \(1993\)](#). Assim, com um processo de treinamento a tarefa fica mais fácil tanto para as respostas fisiológicas como psicológicas.

Embora ainda existam algumas divergências sobre real validade da percepção subjetiva de esforço em exercícios realizados na água, alguns estudos ([FRANGOLIAS & RHODES, 1995](#); [NAKANISHI et al., 1999](#); [NAKAMURA et al., 2005](#); [MASUMOTO et al., 2008](#); [MASUMOTO et al., 2009b](#)) demonstram que a escala de Borg pode ser utilizada como um indicador da intensidade de esforço durante a realização de exercícios aquáticos, tendo a vantagem de ser um indicador fisiológico de fácil mensuração e baixo custo, ao se comparar com outros indicadores fisiológicos tais como VO<sub>2</sub> e lactato. Além disso, é importante salientar que no presente estudo o comportamento do IEP foi igual ao do VO<sub>2</sub>, ou seja, o esforço percebido acompanhou o esforço fisiológico. Essa correlação forte entre o IEP e variáveis fisiológicas também tem sido analisada em exercícios aquáticos, tais como a caminhada em esteira e a hidroginástica ([SHONO et al., 2000](#); [ALBERTON et al., 2010](#)).

### Conclusão

As respostas cardiorrespiratórias e o índice de esforço de esforço percebido na prática da corrida em piscina funda são influenciados pelas cadências e pelos movimentos de membros superiores em que se realiza essa atividade. Ou seja, quanto maior a cadência de execução, maiores valores fisiológicos para todas as variáveis, independente do movimento realizado, demonstrando que a velocidade de execução é fundamental para aumentar a intensidade da atividade. Por outro lado, o envolvimento dos grupos musculares dos membros superiores parece ser um dos principais motivos pelo qual

ocorre um aumento das respostas cardiorrespiratórias e do índice de esforço percebido. Quando se buscam maiores gastos energéticos, por exemplo, sugerimos o uso do movimento de membros superiores propulsivo. Os resultados observados no presente estudo são de grande relevância para a prática das aulas de corrida em piscina funda, uma vez que esse conhecimento é muito importante para o profissional de Educação Física no que se refere a prescrição das intensidades e seqüência de exercícios. Sugere-se, no entanto, outros estudos com a utilização de um maior número de movimentos dos membros superiores nessa modalidade.

### Referências

- ALBERTON, C. L.; COERTJENS, M.; FIGUEIREDO, P. A. P.; KRUEL, L. F. M. Behavior of oxygen uptake in water exercises performed at different cadences in and out of water. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 37, n. 5, p. S103, 2005.
- ALBERTON, C. L.; OLKOSKI, M. M.; BECKER, M. E.; PINTO, S. S.; KRUEL, L. F. M. Cardiorespiratory responses of postmenopausal women to different water exercises. **International Journal of Aquatic Research and Education**, Bowling Green, v. 1, p. 363-372, 2007.
- ALBERTON, C. L.; TARTARUGA, M. P.; PINTO, S. S.; CADORE, E. L.; SILVA, E. M.; KRUEL, L. F. M. Cardiorespiratory responses to stationary running at different cadences in water and on land. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 49, p. 142-151, 2009.
- ALBERTON, C. L.; ANTUNES, A. H.; PINTO, S. S.; TARTARUGA, M. P.; SILVA, E. M.; CADORE, E. L.; KRUEL, L. F. M. Correlation between rating of perceived exertion and physiological variables during the execution of stationary running in water at different cadences. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, [Epub ahead of print], 2010.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS AND MEDICINE. **ACSM's Metabolic calculations handbook**. Madison: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
- BARELA, A. M. F.; STOLF, S. F.; DUARTE, M. Biomechanical characteristics of adults walking in shallow water and on land. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 16, p. 250–256, 2006.



BARELA, A. M. F.; DUARTE, M. Biomechanical characteristics of elderly individuals walking on land and in water. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 18, p. 446-454, 2008.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 14, p. 377-381, 1982.

BUTTS, N. K.; TUCKER, M.; GREENING, C. Physiologic responses to maximal treadmill and deep water running in men and women. **American Journal of Sports Medicine**, Baltimore, v. 19, n. 6, p. 612-614, 1991.

CASSADY, S. L.; NIELSEN, D. H. Cardiorespiratory responses of healthy subjects to calisthenics performed on land versus in water. **Physical Therapy**. Albany, v. 75, p. 532-538, 1992.

CHEVUTSKI, A.; ALBERTY, M.; LENSEL, G.; PARDESSUS, V.; THEVENON, A. Comparison of maximal and spontaneous speeds during walking on dry land and water. **Gait & Posture**, Oxford, v. 29, p. 403-407, 2009.

CHRISTIE, J. L.; SHELDAL, L. M.; TRISTANI, F. E.; WANN, L. S.; SAGAR, K. B.; LEVANDOSKI, S. G.; PTACIN, M. J.; SOBOCINSKY, K. A.; MORRIS, R. D. Cardiovascular regulation during head-out water immersion exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 69, n. 2, p. 657-664, 1990.

COOKE, C. B. Metabolic rate and energy balance. In: ESTON, R.; REILLY, T. **Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual**. London: E & FN Spon, 1996. p. 175-195.

DENADAI, D. S.; ROSAS, R.; DENADAI, M. L. D. R. Limiar aeróbio e anaeróbio na corrida aquática: comparação com os valores obtidos na corrida em pista. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, Londrina, v. 2, n. 3, p. 23-29, 1997.

DOWZER, C. N.; REILLY, T. Deep-water running. **Sports Exercise and Injury**, Liverpool, v. 4, p. 56-61, 1998.

FRANGOLIAS, D. D.; RHODES, E. C. Maximal and ventilatory threshold responses to treadmill and water immersion running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 27, n. 7, p. 1007-1013, 1995.

GLASS, B.; WILSON, D.; BLESSING, D.; MILLER, E. A physiological comparison of suspended deep water running to hard surface running. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 9, n. 1, p. 17-21, 1995.

HOWLEY, E.T.; BASSET Jr., D.R.; WELCH, H.G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 27, p. 1292-1301, 1995.

KANEDA, K.; WAKABAYASHI, H.; SATO, D.; NOMURA, T. Lower extremity muscle activity during different types and speeds of underwater movement. **Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science**, Chiba, v. 26, n. 2, p. 197-200, 2007.

KANEDA, K.; WAKABAYASHI, H.; SATO, D.; UEKUSA, T.; NOMURA, T. Lower extremity muscle activity during deep-water running on self-determined pace. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 18, p. 965-972, 2008.

KANEDA, K.; SATO, D.; WAKABAYASHI, H.; NOMURA, T. EMG activity of hip and trunk muscles during deep-water running. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 19, p. 1064-1070, 2009.

KILDING, A. E.; SCOTT, M. A.; MULLINEAUX, D. R. A kinematic comparison of deep water running and overground running in endurance runners. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 21, n. 2, p. 476-480, 2007.

KILLGORE, G. L.; WILCOX, A. R.; CASTER, B. L.; WOOD, T. M. A loer extremities kinematic comparison of deep-water running styles and treadmill running. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 20, n. 4, p. 919-927, 2006.

KING, G. A.; McLAUGHLIN, J. E.; HOWLEY, E. T.; BASSET, D. R.; AINSWORTH, B. E. Validation of Aerosport KB1-C portable metabolic system. **Internacional Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 20, p. 304-308, 1999.

KRUEL, L. F. M. **Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora d'água. Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Santa Maria. 2000.

- 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. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 18, n. 4, p. 581-90, 2008.
- MASUMOTO, K.; DELION, D.; MERCER, J. A. Insight into muscle activity during deep water running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, [Epub ahead of print], 2009a.
- MASUMOTO, K.; HAMADA, A.; TOMONAGA, H.O.; KODAMA, K.; AMAMOTO, Y.; NISHIZAKI, Y.; HOTTA, N. Physiological and perceptual responses to backward and forward treadmill walking in water. **Gait & Posture**, Oxford, v. 29, n. 2, p. 199-203, 2009b.
- McARDLE, W. D.; MAGEL, J. R.; LESMES, G. R.; PECHAR, G. S. Metabolic and cardiovascular adjustment to work in air and water at 18, 25 and 33°C. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 40, p. 85-90, 1976.
- MERCER, J. A.; JENSEN, R. L. Heart rate at equivalent submaximal levels of VO<sub>2</sub> do not differ between deep water running and treadmill running. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 12, n. 3, p. 161-165, 1998.
- MICHAUD, T. J.; RODRIGUEZ-ZAYAS, J.; ANDRES, F. F.; FLYNN, M. G.; LAMBERT, C.P. Comparative exercise responses of deep-water and treadmill running. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 9, n. 2, p. 104-109, 1995.
- MIYOSHI, T.; SHIROTA, T.; YAMAMOTO, S.; NAKAZAWA, K.; AKAI, M. Effect of the walking speed to the lower limb joint angular displacements, joint moments and ground reaction forces during walking in water. **Disabilitation and Rehabilitation**, London, v. 26, n. 12, p. 724-732, 2004.
- NAKAMURA, F. Y.; GANCEDO, M. R.; SILVA, L. A.; LIMA, J. R.; KOKUBUN, E. Utilização do esforço percebido na velocidade crítica em corrida aquática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 1-5, 2005.
- NAKANISHI, Y.; KIMURA, T.; YOKO, Y. Maximal responses to deep water running at termoneutral temperature. **Journal of Physiological**

#### **Anthropology and Applied Human Science.**

Chiba, v. 18, n. 2, p. 31-35, 1999.

POLLOCK, M. L.; WILMORE, J. H. **Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1993.

PÖYHÖNEN, T.; KESKINEN, K.L.; HAUTALA, A.; MÄLKIÄ, E. Determination of hydrodynamic drag forces and drag coefficients on human leg/foot model during knee exercise. **Clinical Biomechanics**, Bristol, v. 15, p. 256-260, 2000.

RANDALL, L.; ROBERT, J.; BRADELEY, E.; DAE, T.; NICHOLAS, A. Influence of water run training on the maintenance of aerobic performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 28, n. 8, p. 1056-1062, 1996.

RITCHIE, S.; HOPKINS, G. The intensity of exercise in deep water running. **Sports Medicine**, Auckland, v. 12, n. 1, p. 27-29, 1991.

ROBERT, J.; JONES, L.; BOBO, M. The physiologic response of exercising in the water and on land with and without the X1000 walk'n tone exercise belt. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v. 67, n. 3, p. 310-315, 1996.

SHONO, T.; FUJISHIMA, K.; HOTTA, N.; OGAKI, T.; UEDA, T.; OTOKI, K.; TERAMOTO, K.; SHIMIZU, T. Physiological responses and RPE during underwater treadmill walking in women of middle and advanced age. **Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science**. Chiba, v. 19, p. 195-200, 2000.

SILVA, E. M.; KRUEL, L. F. M. Caminhada em ambiente aquático e terrestre: revisão de literatura sobre a comparação das respostas neuromusculares e cardiorrespiratórias. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 14, n. 6, p. 500-504, 2008.

SILVERS, W. M.; RUTLEDGE, E. R.; DOLNY, D. G. Peak cardiorespiratory responses during aquatic and land treadmill exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 39, n. 6, p. 969-975, 2007.

SVEDENHAG, J.; SEGER, J. Running on land and in water: comparative exercise physiology. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 24, n. 10, p. 1155-1160, 1992.

TIGGEMANN, C. L.; ALBERTON, C. L; POSSER, M. S; BRIDI, J.; KRUEL, L. F. M. Comparação das variáveis cardiorrespiratórias máximas entre a corrida em piscina funda e a corrida em esteira. **Motriz**, Rio Claro, v. 13, n. 4, p. 266-272, 2007.

TOWN, G. P.; BRADLEY, S. S. Maximal metabolic responses of deep and shallow water running in trained runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 23, n. 2, p. 238-241, 1991.

WILDER, R. P.; BRENNAN, D. K. Aqua running. In: O'CONNOR, F.; WILDER, R. P. **The textbook of running medicine**. New York: McGraw-Hill, 2001. p. 579-588.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Physiology of sport and exercise**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1999.

YAMAJI, K.; GREENLEY, M.; NORTHEY, D. R.; HUGHSOM, R. L. Oxygen uptake and heart rate responses to treadmill and water running. **Canadian Journal of Sport Sciences**, Downsview, v. 15, p. 296-298, 1990.

Endereço:  
Alessandra Silva Oliveira  
Laboratório de Pesquisa do Exercício – EEF-  
UFRGS  
Rua Felizardo, 750 Jardim Botânico  
Porto Alegre RS Brasil  
90690-200  
Telefone: 0055 (51) 3308.5820  
Fax: 0055 (51) 3308.5842  
e-mail: [aso3183@gmail.com](mailto:aso3183@gmail.com)

Recebido em: 21 de setembro de 2009.  
Aceito em: 14 de setembro de 2010.



Motriz. Revista de Educação Física. UNESP, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1980-6574 - está licenciada sob [Creative Commons - Atribuição 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)