

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

Paula Zaffari

**EFEITOS DE UM TREINAMENTO COMBINADO NA HIDROGINÁSTICA SOBRE  
AS VARIÁVEIS NEUROMUSCULARES, CARDIORRESPIRATÓRIAS E  
FUNCIONAIS DE MULHERES IDOSAS**

Porto Alegre

2014

Paula Zaffari

**EFEITOS DE UM TREINAMENTO COMBINADO NA HIDROGINÁSTICA SOBRE  
AS VARIÁVEIS NEUROMUSCULARES, CARDIORRESPIRATÓRIAS E  
FUNCIONAIS DE MULHERES IDOSAS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau acadêmico do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Porto Alegre

2014

Nome: ZAFFARI, Paula.

Título: Efeitos de um treinamento combinado na hidroginástica sobre as variáveis neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais de mulheres idosas.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau acadêmico do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Banca examinadora:

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Cláudia Silveira Lima

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Stephanie Santana Pinto

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Carlos Leandro Tiggemann

Instituição: Faculdade da Serra Gaúcha

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos de um treinamento combinado, de força e aeróbio na hidroginástica, nas adaptações neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais de mulheres idosas. Para tanto, 36 mulheres idosas foram divididas em três grupos: treinamento combinado na hidroginástica (TC; n=11; 64,18±3,6 anos), treinamento de força na hidroginástica (TF; n=14; 67,86±4,2 anos), e treinamento aeróbio na hidroginástica (TA; n=11; 66,45±4,23 anos), e realizaram esses treinamentos ao longo de 12 semanas, duas vezes por semana. Previamente ao início do treino e ao final do mesmo, os sujeitos foram submetidos a avaliações relacionadas às respostas neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais, e, além disso, uma subamostra das participantes (n=9) fizeram parte de um período controle de quatro semanas antes do início do treinamento, realizando as principais avaliações antes e após esse período. Para análise estatística utilizou-se o teste T pareado e coeficiente de correlação intra-classe (ICC) para a comparação dos dados no período controle e a *Generalized Estimating Equations* (GEE), com teste *post-hoc* de Bonferroni, para a comparação entre os momentos (pré e pós-treinamento) e entre os grupos (TC, TF, TA). Adotou-se um nível de significância de  $\alpha=0,05$  e os dados foram rodados no SPSS 20.0. Em relação às variáveis neuromusculares, foram encontradas melhoras significativas na força muscular dinâmica máxima e na resistência muscular localizada de extensores e flexores de joelhos, na força isométrica máxima e na economia neuromuscular de extensores de joelho ( $p<0,05$ ), sem incrementos na atividade eletromiográfica isométrica máxima dos músculos vasto lateral e reto femoral ( $p>0,05$ ). Quanto às variáveis cardiorrespiratórias, a frequência cardíaca de repouso e o tempo de exaustão melhoraram significativamente após o treinamento ( $p<0,05$ ), enquanto o consumo de oxigênio referente ao primeiro e ao segundo limiar ventilatório e de pico não apresentaram alterações ( $p>0,05$ ). Nas avaliações da capacidade funcional, uma melhora significativa foi verificada nos testes de sentar e alcançar e de sentar e levantar ( $p<0,05$ ), já no teste de agilidade (*8-foot Up and Go*), foi observada uma manutenção dos valores ( $p>0,05$ ). Salieta-se que as respostas verificadas em todas as variáveis foram semelhantes entre os grupos de treinamento, sem diferenças significativas entre eles ( $p>0,05$ ), com exceção da economia muscular do músculo vasto lateral, que apresentou melhores valores no grupo TF em relação ao TA ( $p<0,05$ ). Assim sendo, conclui-se que os três métodos de treinamento na hidroginástica foram efetivos em gerar incrementos em diversos parâmetros da aptidão física de mulheres idosas, na mesma magnitude.

**Palavras-chave:** Exercícios aquáticos, hidroginástica, treinamento combinado, treinamento aeróbio, treinamento de força, idosas.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO

Autora: Paula Zaffari

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Título da dissertação: Efeitos de um treinamento combinado na hidroginástica nas variáveis neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais de mulheres idosas.

Porto Alegre, 2014.

## ABSTRACT

The aim of the present study was to compare the effects of a combined training, resistance training and an aerobic training performed on the water environment, on the neuromuscular, cardiorespiratory and functional adaptations of elderly women. Thirty-five women were divided into three training groups of water-based exercise: combined training (CT; n=11; 64,18±3,6 years), resistance training (RT; n=14; 67,86±4,2 years) and aerobic training (AT; n=11; 66,45±4,23 years), and performed those trainings for 12 weeks, twice a week. Before and after the training period, the subjects were evaluated on neuromuscular, cardiorespiratory and functional responses, furthermore nine subjects made part of a control period of four weeks before the beginning of the training, performing the main evaluations before and after this period. Statistical analysis used the paired T test and Intraclass Correlation Coefficient (ICC) for comparisons in the control period, and Generalized Estimating Equations (GEE), with post-hoc Bonferroni test, to compare the moments (pre and post-training) and between groups (CT, RT and AT). A significance level of  $\alpha = 0.05$  was adopted (SPSS 20.0). Regarding the neuromuscular variables, a significant improvement was found in maximal dynamic strength and muscle endurance of knee extensors and flexors, as well as in maximal isometric contraction and neuromuscular economy of knee extensors ( $p < 0,05$ ), without significant changes in maximal isometric electromyography activity of *vastus lateralis* and *rectus femoris* ( $p > 0,05$ ). In relation to the cardiorespiratory variables, rest heart rate and time to exhaustion showed significant improvements after training ( $p < 0,05$ ), while the peak oxygen uptake and the oxygen uptake relative to the ventilatory thresholds did not increase significantly ( $p > 0,05$ ). Furthermore, in the functional capacity evaluations, significant increases were found on the flexibility and resistance test ( $p < 0,05$ ) without significant increases on the agility test ( $p > 0,05$ ). It is important to highlight that, the responses founded in all variables were similar between the three training groups, without significant differences between them ( $p > 0,05$ ), except for muscular economy on *vastus lateralis* muscle, which showed better values in TF group compared to TA ( $p < 0.05$ ). Thus, we can conclude that those three training methods on water-based exercise were effective to promote benefits in several parameters of physical fitness of elderly women, at the same magnitude.

**Key-words:** aquatic exercises, combined training, aerobic training, resistance training, elderly.

FEDERAL UNIVERSITY OF RIO GRANDE DO SUL

POST-GRADUATION PROGRAM ON HUMAN MOVEMENT SCIENCES

Author: Paula Zaffari

Advisor: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Title: The effects of a combined water-based training on neuromuscular, cardiorespiratory and functional variables of elderly women.

Porto Alegre, 2014.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1.	OBJETIVO GERAL	14
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>16</b>
2.1.	TREINAMENTO AERÓBIO NA HIDROGINÁSTICA	18
2.2.	TREINAMENTO DE FORÇA NA HIDROGINÁSTICA	25
2.3.	TREINAMENTO COMBINADO NA HIDROGINÁSTICA	32
2.4.	EFEITO DE INTERFERÊNCIA NO TREINAMENTO COMBINADO	44
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>49</b>
3.1.	AMOSTRA	49
3.2.	VARIÁVEIS	50
3.2.1.	Variáveis dependentes	50
3.2.2.	Variáveis independentes	51
3.2.3.	Variáveis de controle	51
3.2.4.	Variáveis de caracterização da amostra	51
3.2.5.	Tratamento das variáveis independentes	51
3.3.	PROGRAMA DE TREINAMENTO	52
3.3.1.	Treinamento aeróbio	53
3.3.2.	Treinamento de força	54
3.3.3.	Treinamento combinado	56
3.4.	INSTRUMENTOS DE MEDIDA E PROTOCOLOS DE TESTES	56
3.4.1.	Familiarização	56
3.4.2.	Avaliação da composição corporal	56
3.4.3.	Teste de esforço máximo em ciclo ergômetro	57
3.4.4.	Teste de esforço máximo no meio aquático	58
3.4.5.	Teste de força muscular dinâmica máxima (1RM)	58
3.4.6.	Resistência muscular localizada	59
3.4.7.	Atividade eletromiográfica isométrica máxima nas contrações isométricas	59
3.4.8.	Economia neuromuscular	60
3.4.9.	Testes funcionais	60
3.5.	TRATAMENTO DOS DADOS	61
3.5.1.	Dados cardiorrespiratórios nos testes de esforço máximo	61
3.5.2.	Sinal eletromiográfico	61
3.6.	ANÁLISE ESTATÍSTICA	62
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>63</b>
4.1.	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	63
4.2.	VARIÁVEIS DEPENDENTES	63
4.2.1.	Resultados variáveis neuromusculares	63
4.2.1.1.	Período controle	63
4.2.1.2.	Período de treinamento	64
4.2.1.2.1.	Força muscular dinâmica máxima (1RM)	64
4.2.1.2.2.	Resistência muscular localizada	65
4.2.1.2.3.	Força muscular isométrica máxima	66
4.2.1.2.4.	Atividade eletromiográfica isométrica máxima	66



4.2.1.2.5.	<i>Economia neuromuscular</i>	67
<b>4.2.2.</b>	<b>Resultados variáveis cardiorrespiratórias</b>	67
4.2.2.1.	<i>Período controle</i>	67
4.2.2.2.	<i>Período de treinamento</i>	68
4.2.2.2.1.	<i>Frequência cardíaca de repouso</i>	69
4.2.2.2.2.	<i>Consumo de oxigênio referente ao primeiro e ao segundo limiar ventilatório e consumo de oxigênio de pico</i>	69
4.2.2.2.3.	<i>Tempo de exaustão</i>	69
<b>4.2.3.</b>	<b>Resultados variáveis funcionais</b>	70
4.2.3.1.	Sentar e alcançar	70
4.2.3.2.	Sentar e levantar	70
4.2.3.3.	<i>8-foot Up and Go</i>	71
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	72
5.1.	VARIÁVEIS NEUROMUSCULARES	72
5.1.1.	<b>Período controle</b>	72
5.1.2.	<b>Período de treinamento</b>	72
5.2.	VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS	81
5.2.1.	<b>Período controle</b>	81
5.2.2.	<b>Período de treinamento</b>	81
5.3.	VARIÁVEIS FUNCIONAIS	86
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	90
	<b>REFERÊNCIAS</b>	91
	<b>ANEXOS</b>	98
	ANEXO A	98

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Exercícios aeróbios: (A) Corrida estacionária, (B) chute frontal, (C) deslize frontal, (D) elevação posterior, e (E) corrida posterior 53
- Figura 2 - Bloco 1: (A) Exercícios de flexão e extensão de cotovelos (bilateral) e (B) flexão e extensão de quadril (unilateral) 55
- Figura 3 - Bloco 2: (A) Exercícios de flexão e extensão de ombros (bilateral) e (B) flexão e extensão de joelhos (unilateral) 55

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características e resultados dos estudos com treinamento de aeróbio no meio aquático	24
Quadro 2 - Características e resultados dos estudos com treinamento de força no meio aquático	29
Quadro 3 - Características e resultados dos estudos com treinamento combinado no meio aquático	39
Quadro 4 - Cronograma das avaliações	52
Quadro 5 - Periodização de 12 semanas do treinamento aeróbio	54
Quadro 6 - Periodização de 12 semanas do treinamento de força	55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias e desvios-padrão (DP) das variáveis de caracterização da amostra	63
Tabela 2 - Valores de médias e desvios-padrão (DP) da força muscular dinâmica (1RM) de extensão e flexão de joelho do período controle (semana -4 a -1)	64
Tabela 3 - Valores de médias, desvios-padrão (DP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) das variáveis de força muscular dinâmica máxima (1RM), força de resistência e (RML) e força muscular isométrica máxima (CVM) dos grupos aeróbio (TA), força (TF) e combinado (TC) antes e após o período de 12 semanas de treinamento	65
Tabela 4 - Valores de médias, desvios-padrão (DP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ), das variáveis amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico e da economia neuromuscular dos músculos vasto lateral (VL) e reto femoral (RF) dos grupos aeróbio (TA), força (TF) e combinado (TC) antes e após o período de 12 semanas de treinamento	67
Tabela 5 - Valores de médias e desvios-padrão (DP) do consumo de oxigênio referente ao primeiro e a ao segundo limiar ventilatório ( $VO_2LV1$ e $VO_2LV2$ ), do consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2pico}$ ) e do tempo de exaustão do período controle (semana -4 a -1)	68
Tabela 6 - Valores de médias, desvios-padrão (DP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) da frequência cardíaca de repouso (FCrep), consumo de oxigênio referente ao primeiro e ao segundo limiar ventilatório ( $VO_2LV1$ e $VO_2LV2$ ), consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2pico}$ ) e tempo de exaustão, dos grupos aeróbio (TA), força (TF) e combinado (TC) antes e após o período de 12 semanas de treinamento	68
Tabela 7 - Médias, desvios-padrão (DP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) do desempenho nos testes de sentar e alcançar, sentar e levantar e <i>8-foot Up and Go (8-foot)</i> , dos grupos aeróbio (TA), força (TF) e combinado (TC), antes e após o período de 12 semanas de treinamento	70

## 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento biológico está diretamente associado a reduções na capacidade funcional dos indivíduos, devido ao declínio da massa muscular, força muscular e da capacidade cardiorrespiratória que ocorre nesse processo, o que acaba por gerar prejuízos na autonomia para a realização de atividades da vida diária (Izquierdo et al., 2003). De acordo com o *American College of Sports Medicine* (ACSM), a estratégia ideal para redução dessas perdas em indivíduos idosos e para que, conseqüentemente, os mesmos atinjam melhoras em sua capacidade funcional, é a combinação do treinamento de força com o treinamento aeróbio (ACSM, 2009). Dessa forma, destaca-se o treinamento combinado, o qual é compreendido como a combinação de mais de uma modalidade de treinamento, como, por exemplo, força e aeróbio, e já demonstrou sua efetividade para incrementos na capacidade cardiorrespiratória e no desempenho neuromuscular de sujeitos idosos (Cadore et al., 2011).

De maneira geral, os estudos encontrados na literatura que investigaram os efeitos do treinamento combinado nesse formato (força + aeróbio) em indivíduos idosos, realizam uma comparação das adaptações geradas pelos três tipos de treinamento: força, aeróbio e combinado. Dentro desse contexto, salienta-se que geralmente os ganhos de força encontrados nos grupos que realizam o treino de força isolado e o treino combinado são semelhantes (Karavirta et al., 2009, 2011; Holviala et al., 2010, 2012, Sillampää et al., 2008, 2009).

Entretanto, em alguns casos, esse tipo de treinamento pode acarretar em menores ganhos de força muscular quando comparado ao treinamento de força isolado, o que, na literatura, é denominado “efeito de interferência” (Kraemer et al., 1995; Cadore et al., 2010). No que se refere a esse efeito, Cadore et al. (2010), ao compararem os ganhos no desempenho neuromuscular de sujeitos idosos entre esses três grupos de treinamento no meio terrestre, demonstraram que, apesar de tanto o grupo que realizou o treino combinado quanto o que realizou o treino de força isolado terem

aumentado a força significativamente e de forma superior ao grupo que realizou o treino aeróbio, o grupo força obteve ganhos significativamente maiores do que o grupo combinado (67% vs. 41%). Em contrapartida, em relação às adaptações na capacidade cardiorrespiratória, a combinação do treino de força ao aeróbio pareceu não interferir negativamente quando comparado ao treino aeróbio isolado. Esse comportamento também é demonstrado por estudos que realizaram essa comparação e encontram respostas semelhantes no consumo máximo de oxigênio de indivíduos idosos (Karavirta et al., 2009; Cadore et al., 2010).

Todavia, na literatura encontrada abordando sujeitos idosos e a comparação do treinamento combinado com o de força e aeróbio isoladamente, as intervenções são sempre realizadas em meio terrestre. Além disso, via de regra, utiliza-se o treinamento de força tradicional (levantamento de pesos) combinado ao treinamento aeróbio, o qual geralmente é realizado em ciclo ergômetro, não sendo encontradas investigações que testassem os efeitos desses treinamentos de formas ou em meios alternativos. No entanto, variadas modalidades de exercício tem demonstrado um aumento pela sua procura por diversas populações, especialmente por sujeitos idosos, destacando-se nesse contexto, a hidroginástica, devido ao fato de seus exercícios serem considerados seguros e efetivos pelos benefícios oriundos do meio aquático, como por exemplo, o menor impacto gerado nas articulações dos membros inferiores em comparação ao meio terrestre (Takeshima et al., 2002; Alberton et al., 2013a).

Contudo, é escasso o número de estudos encontrados que tenham investigado os efeitos do treinamento combinado nesse meio em diferentes variáveis neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais (Takeshima et al., 2002; Tsourlou et al., 2006; Tormen, 2007; Pinto et al., 2014). Dentre os estudos encontrados que realizaram tal investigação, destaca-se o estudo de Pinto (2013), que avaliou a influência da ordem de realização dos treinamentos (força e aeróbio), com ambos sendo realizados na mesma sessão. Porém, esse estudo não avaliou o desempenho de grupos que tenham realizado os treinamentos de maneira isolada, para comparar com as adaptações advindas do treino combinado. Esse dado, que não foi encontrado na literatura

pesquisada, se mostra de grande valia, visto que, dessa forma, seria possível mensurar as adaptações neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais provenientes dos treinamentos isolados e verificar se realmente existe o efeito de interferência e em que magnitude o mesmo influencia nas adaptações fisiológicas de sujeitos submetidos a esses treinamentos na hidroginástica.

Sendo assim, com o intuito de suprir tal lacuna e, conseqüentemente, contribuir para o conhecimento relacionado à prescrição de exercícios na modalidade de hidroginástica, elaborou-se o seguinte problema de pesquisa: Existe diferença entre os efeitos de um treinamento combinado, de um treinamento de força e de um treinamento aeróbio na hidroginástica nas adaptações neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais de mulheres idosas?

#### 1.1. OBJETIVO GERAL

Comparar os efeitos de um treinamento combinado, de um treinamento de força e de um treinamento aeróbio na hidroginástica, nas adaptações neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais de mulheres idosas.

#### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar e comparar a força muscular dinâmica máxima, nos exercícios de extensão e flexão de joelhos, de mulheres idosas entre os períodos pré e pós-treinamento e entre os tipos de treinamento.
- Determinar e comparar a resistência muscular localizada, nos exercícios de extensão e flexão de joelhos, de mulheres idosas entre os períodos pré e pós-treinamento e entre os tipos de treinamento.
- Determinar e comparar a força muscular isométrica máxima, no exercício de extensão de joelho, de mulheres idosas, entre os períodos pré e pós-treinamento e entre os tipos de treinamento.

- Determinar e comparar a ativação eletromiográfica isométrica máxima dos músculos extensores de joelho, de mulheres idosas, entre os períodos pré e pós-treinamento e entre os tipos de treinamento.
- Determinar e comparar a economia neuromuscular a 50% da contração isométrica voluntária máxima dos músculos extensores de joelho de mulheres idosas entre os períodos pré e pós-treinamento e entre os tipos de treinamento.
- Determinar e comparar o consumo de oxigênio no primeiro limiar ventilatório, o consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório, o consumo de oxigênio de pico e o tempo de exaustão, de mulheres idosas, entre os períodos pré e pós-treinamento e entre os tipos de treinamento.
- Determinar e comparar a frequência cardíaca de repouso, de mulheres idosas, entre períodos pré e pós-treinamento e entre os tipos de treinamento.
- Determinar e comparar em mulheres idosas, entre os períodos pré e pós-treinamento e entre os tipos de treinamento, o desempenho nos seguintes testes funcionais:
  - Tempo no teste *8-foot Up and go test (8-foot)*;
  - Número de repetições no teste de sentar e levantar;
  - Distância no teste de sentar e alcançar.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O processo de envelhecimento está diretamente associado a declínios na força muscular e no condicionamento cardiorrespiratório (Izquierdo et al., 2003). As perdas neuromusculares que ocorrem nesse processo têm sido fortemente atribuídas a reduções na massa muscular, fenômeno que provavelmente é mediado pela redução no número e no tamanho das fibras musculares do indivíduo, especialmente as de contração rápida (Nilwik et al., 2013). Já a debilitação no condicionamento cardiorrespiratório parece estar prioritariamente associada a uma redução no débito cardíaco máximo, a qual é causada por uma redução do volume sistólico máximo, redução da frequência cardíaca e modificações na diferença arteriovenosa de oxigênio (Astrand et al., 1973; Fleg & Lakatta, 1988). Todo esse conjunto de declínios acaba por resultar na redução da capacidade de realização de atividades da vida diária bem como da autonomia funcional de indivíduos idosos (Aagaard et al. 2010).

Para que esse efeito deletério seja atenuado, a combinação de um treinamento de força com um treinamento aeróbico, definido como o treinamento combinado no presente estudo, parece ser a estratégia mais eficiente em gerar adaptações positivas nas funções neuromusculares e cardiorrespiratórias e, conseqüentemente, promover uma manutenção da capacidade funcional dos sujeitos, visto que esses treinamentos vão atuar diretamente nos sistemas que estão tendo suas capacidades reduzidas (Wood et al. 2001; Izquierdo et al. 2004; Cadore et al. 2010, 2011). Esse tipo de treinamento pode ser realizado com variadas estratégias, em diferentes meios, dentre eles, o meio aquático, o qual tem demonstrado uma procura crescente para a realização de exercícios, devido aos benefícios que promove, tais como o reduzido impacto nas articulações proporcionado pelo efeito de fluabilidade gerado pela água, o que permite que indivíduos de múltiplas condições físicas possam se exercitar (Alberton et al., 2013a).

Entretanto, os treinamentos de força e aeróbico são caracterizados por específicas e diferentes adaptações neuromusculares e cardiovasculares, e,

devido a isso, podem interferir nas suas adaptações quando são executados simultaneamente. Tal fenômeno é denominado efeito de interferência, e se caracteriza pelos menores ganhos em uma valência física quando a mesma é treinada concomitantemente à outra, em comparação a quando é treinada isoladamente (Kraemer et al.,1995).

Portanto, à vista da relevância do treinamento combinado e das vantagens de o mesmo ser realizado no meio aquático, na presente revisão será abordado, inicialmente, como se prescrever de forma eficiente os treinamentos aeróbio e de força no meio aquático, tratando primeiramente das diferentes formas de prescrição e, posteriormente, das adaptações já encontradas por estudos que investigaram os efeitos desses tipos de treinamento com diferentes abordagens metodológicas. Após, serão apresentados os estudos que realizaram intervenções com o treinamento combinado no meio aquático, discorrendo a respeito dos diferentes métodos utilizados, bem como seus efeitos e limitações, passando, em seguida, para os estudos que examinaram a influência que um tipo de treinamento pode ocasionar no outro quando os mesmos são realizados simultaneamente (efeito de interferência), sendo necessário, nesse caso, abordar estudos realizados no meio terrestre, dada a falta de dados existentes acerca desse assunto no meio aquático.

## 2.1. TREINAMENTO AERÓBIO NA HIDROGINÁSTICA

Quando se realiza um treinamento aeróbio tem-se como objetivo gerar alterações no sistema cardiorrespiratório, o que vai refletir, conseqüentemente, em diversos parâmetros da capacidade física, tais como: o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), a frequência cardíaca (FC) e a pressão arterial (PA). Como principais adaptações verificadas nesses parâmetros, resultados de intervenções que utilizam uma prescrição adequada destacam o incremento nos valores de consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), bem como nos valores de consumo de oxigênio relativo aos pontos referentes ao primeiro e ao segundo limiar ventilatório ( $VO_{2LV1}$  e  $VO_{2LV2}$ ), reduções no  $VO_2$  e na FC em intensidades submáximas e diminuição da PA (Kanitz et al., 2013; Liedtke et al., 2014). As melhores condições metabólicas decorrentes desse tipo de treinamento se mostram de extrema importância para todas as populações, entretanto, cabe ressaltar a relevância desses efeitos em indivíduos idosos, para que as perdas que ocorrem naturalmente com o processo de envelhecimento sejam reduzidas e, dessa forma, seja possível que os mesmos mantenham níveis melhores de capacidade funcional e qualidade de vida (Wood et al., 2001; Cadore et al., 2011).

À vista disso, cabe enfatizar o fato de que tais melhorias apenas irão ocorrer quando a atividade for acompanhada de uma prescrição adequada para tais objetivos, e, dentro desse contexto, destaca-se a importância de se preocupar com o planejamento da intensidade do programa de treinamento, visto que essa é uma variável de fundamental importância, pois assegura que o sujeito está realizando a atividade na zona fisiológica que proporcionará os efeitos planejados (Bompa, 2002). Para que se estabeleça a intensidade adequada para cada sujeito individualmente, é necessária a realização de testes de esforço máximo, visto que os mesmos possibilitam a identificação das

respostas de FC e  $VO_2$  máximos e relativos ao LV1 e LV2, e, a partir desses valores, prescrever exercícios em percentuais dos mesmos.

Nesse sentido, cabe o destaque aos limiares ventilatórios, pois a faixa de intensidade que inicia no primeiro e finaliza no segundo limiar, demarca a zona sensível ao treinamento prioritariamente aeróbio, e pode ser utilizada para o planejamento de sessões de exercícios de caráter aeróbio, dentre estes, os exercícios aquáticos. Dessa forma, a identificação desses pontos, e especialmente do segundo limiar, o qual delimita a zona de transição de uma zona prioritariamente aeróbia para uma anaeróbia, por meio de testes de esforço máximo, é um método bastante eficiente para o planejamento adequado de programas de exercício aeróbio (Wilmore et al., 2013). Cabendo ressaltar ainda que a utilização desse método de prescrição supre a limitação decorrente da prescrição baseada em valores máximos, como de FC e  $VO_2$ , por exemplo, uma vez que, baseando-se em valores máximos, sem a identificação dos limiares ventilatórios, se torna inviável o conhecimento de qual zona de intensidade fisiológica o indivíduo está realizando o treinamento, o que dificulta a execução da aula de forma proveitosa e segura, e conseqüentemente, que os objetivos propostos sejam atingidos.

Dada a limitação existente em se monitorar o  $VO_2$  durante as sessões de treinamento, salienta-se a variável FC como uma ferramenta que torna a utilização do controle pelos limiares ventilatórios bastante aplicável, devido à facilidade do seu monitoramento através de monitores de FC. Para tanto, ao se realizar o teste de esforço máximo, basta monitorar essa variável juntamente com o comportamento da curva ventilatória, e, dessa forma, identificar o instante em que ocorreram os limiares ventilatórios, verificando a que FC o sujeito encontra-se nesse momento. Todavia, quando se trata do meio aquático, é necessário levar em consideração os efeitos fisiológicos que o mesmo desencadeia no metabolismo, bem como a grande variedade de exercícios na modalidade de hidroginástica, uma vez que os testes de esforço máximo apresentam respostas específicas de acordo com o tipo de exercício realizado e o meio em que é executado (Kruel et al. 2013; Alberton et al. 2013b; Almada et al. 2014; Kanitz et al. 2014).

Em relação às respostas máximas, está devidamente estabelecido na literatura que a frequência cardíaca no meio aquático é mais baixa em comparação ao meio terrestre, como resultado dos efeitos hidrostáticos da água. Demonstrando isso, Krueger et al. (2013) compararam as respostas máximas advindas do teste em esteira terrestre, de corrida estacionária no meio terrestre e de corrida estacionária no meio aquático, e verificaram que não houve diferença significativa entre os protocolos realizados em meio terrestre, entretanto, o realizado em meio aquático apresentou respostas significativamente inferiores aos demais. Kanitz et al. (2014), comparando um teste máximo em esteira terrestre com um em corrida em piscina funda (estacionário), também verificaram o mesmo comportamento. Já comparando mais exercícios de hidroginástica (corrida estacionária, chute frontal e deslize frontal) com a esteira terrestre, Alberton et al. (2014) não encontraram diferenças entre os exercícios no meio aquático, no entanto, todos eles apresentaram respostas significativamente inferiores às desencadeadas pela esteira terrestre. Dessa forma é importante ressaltar a importância de o teste máximo ser específico ao meio em que o treinamento será executado e ao tipo de exercício que será realizado, pois as respostas estão diretamente relacionadas a esses fatores.

Em relação ao consumo de oxigênio nos limiares ventilatórios, respostas semelhantes são encontradas. Tratando-se da comparação entre as respostas elicitadas por testes em diferentes meios, Alberton et al. (2014) observaram que tanto os valores correspondentes ao primeiro limiar quanto os correspondentes ao segundo, não apresentaram diferenças entre os exercícios de hidroginástica analisados (corrida estacionária, chute frontal e deslize frontal), porém, esses foram significativamente inferiores às respostas encontradas em esteira terrestre. Os resultados de Kanitz et al. (2014) corroboram aos de Alberton et al. (2014), ao demonstrarem um comportamento semelhante quando compararam um teste máximo em esteira rolante e um em piscina funda. Mais especificamente tratando-se de exercícios de hidroginástica, Almada et al. (2014) demonstraram que os exercícios de corrida estacionária, corrida posterior, chute frontal, deslize frontal, elevação superior e saltito grupado, não apresentaram diferenças nas respostas referentes aos limiares ventilatórios.

Tais resultados trazem um ganho de grande relevância para o planejamento de programas de hidroginástica, visto que torna viável a elaboração de uma aula que mantenha a mesma intensidade e tenha a possibilidade de variar esses exercícios já avaliados. Além disso, verifica-se que, realizando um teste máximo com apenas um desses exercícios para identificar o valor de  $\text{VO}_2$  correspondente ao segundo limiar ventilatório, pode-se extrapolar esse valor para os demais exercícios, facilitando a aplicação de uma prescrição adequada a esses parâmetros.

Contudo, a necessidade de um analisador de gases para a realização da avaliação, bem como para acompanhar a intensidade das aulas, proporciona uma importante limitação tanto para a prescrição, quanto para o desenvolvimento do treinamento com o controle adequado. Dentro desse contexto, destaca-se a alternativa do método da curva do ponto de deflexão da FC (Conconi et al., 1982), o qual consiste em verificar o comportamento apenas da FC ao longo de um teste máximo, e utilizar-se do ponto de deflexão encontrado em um gráfico que demonstre esse comportamento, pois acredita-se que esse ponto é correspondente ao LV2.

Demonstrando a efetividade desse método, Alberton et al. (2013b) compararam a FC referente ao LV2 (FCLV2) identificada pela curva ventilatória e pelo ponto de deflexão, dos exercícios de corrida estacionária, chute frontal e deslize frontal, e não observaram diferenças significativas entre os valores verificados pelos dois métodos. Vindo ao encontro desses resultados, Kanitz et al. (2014) também realizaram a comparação entre os métodos na corrida em piscina funda em um teste máximo estacionário e observaram o mesmo comportamento. Dados que evidenciam, portanto, a eficiência de utilizar-se desse método para se prescrever um treinamento e assegurar que será realizado em uma zona sensível, promovendo, dessa forma, as adaptações desejadas.

Entretanto, destaca-se ainda uma maneira mais acessível de se aplicar uma prescrição que assegure que os sujeitos estão realizando o exercício em uma zona sensível ao treinamento aeróbio, a qual consiste na utilização da percepção de esforço como controle da intensidade. A sensação subjetiva de esforço ou índice de esforço percebido (IEP) é a sensação de quão pesada e extenuante é uma tarefa física (trabalho muscular), e, para a aplicação desse

método, são utilizadas escalas de percepção de esforço, como a Escala de Borg (Borg, 2000), que serve para a determinação de IEP e que foi desenvolvida para possibilitar estimativas confiáveis e válidas do esforço percebido, construída de acordo com a suposição básica de que a percepção acompanha linearmente o aumento da intensidade do exercício.

Embasando essa forma de prescrição, Alberton et al. (2010) correlacionaram o IEP no exercício de corrida estacionária realizado em diferentes intensidades submáximas com variáveis cardiorrespiratórias e verificaram correlações altas e significativas entre essas variáveis. Além disso, mais especificamente se tratando dos limiares ventilatórios, Alberton et al. (2013) analisaram a relação entre o comportamento das respostas máximas e nos limiares ventilatórios com o IEP, em três exercícios de hidroginástica (corrida estacionária, chute frontal e deslize lateral) e verificaram que, no momento em que ocorria o primeiro limiar ventilatório, o IEP indicado pelos sujeitos correspondia ao 12/13 da escala de Borg, e no momento do segundo limiar ventilatório, ao IEP 16/17. Dados que possibilitam, portanto, saber a que intensidade de esforço percebido se prescrever o treinamento para atingir as devidas adaptações. Apesar da pertinência desses resultados, é importante ressaltar que nesse tipo de prescrição, devido ao fato de se exigir da subjetividade dos sujeitos que estão sendo treinados, alguns cuidados adicionais são necessários. Dentre eles, salienta-se a importância de fornecer as instruções adequadas bem como sessões introdutórias, pois o uso correto da escala é que ira assegurar os resultados efetivos. Além disso, é importante considerar que mais exercícios aquáticos devem ser avaliados para ampliar a validade desse método.

No que diz respeito a estudos que realizaram um treinamento de caráter exclusivamente aeróbio no meio aquático na posição vertical, são escassos os encontrados na literatura (Costa, 2011; Kanitz, 2013; Liedtke, 2014 – metodologia descrita no quadro 1). Costa (2011) realizou um treinamento aeróbio com duração de 12 semanas com mulheres pré-menopáusicas dislipidêmicas, o qual tinha a intensidade controlada através da escala de Borg, utilizando os índices do 9 ao 15 (muito leve ao intenso), em um estratégia de aula intervalada. A autora salienta que as participantes da pesquisa foram

submetidas a duas sessões de familiarização com a escala. Como resultados, foram observados aumentos significativos no consumo máximo de oxigênio (7%), além de alterações positivas no perfil lipídico dessas mulheres. Liedtke (2014) realizou um treinamento de mesma duração que o estudo anterior, entretanto com mulheres idosas e prescrevendo a intensidade por meio da FCLV2 avaliada através de um teste máximo executado no meio aquático (pelo método que identifica o ponto de deflexão da FC) e utilizando uma estratégia de aula contínua, com progressão da intensidade de 80-95% da FCLV<sub>2</sub> ao longo do período de treino. Como resultados, não foram observadas alterações da FCLV2 ao final do treinamento, entretanto o VO<sub>2</sub>LV2 e o consumo de oxigênio de pico (VO<sub>2pico</sub>) incrementaram significativamente (26 e 19%, respectivamente). Cabe citar, ainda, o estudo de Kanitz (2013), também realizado em meio aquático com caráter aeróbio, com uma estratégia intervalada, todavia com a modalidade de corrida em piscina funda e com homens idosos. Nesse caso, a intensidade também foi prescrita e controlada por meio da FCLV2 (progredindo de 85-100%) determinada através de uma avaliação específica do exercício no meio aquático utilizando o ponto de deflexão da FC. Como resultados do estudo, foram verificados aumentos significativos tanto no VO<sub>2</sub>LV1 quanto no VO<sub>2</sub>LV2, bem como no VO<sub>2pico</sub> (33, 35 e 41%, respectivamente). Além disso, também foram encontradas reduções significativas na FC de repouso dos indivíduos (9%).

Os estudos apresentados acima trazem, com seus resultados, fundamentação para evidenciar a importância de se utilizar dos métodos adequados para prescrição da intensidade nesse tipo de treinamento, uma vez que os mesmos demonstraram efeitos positivos na capacidade cardiorrespiratória dos sujeitos participantes. Entretanto, ressalta-se que mais investigações são necessárias para ampliar o conhecimento acerca de efeitos de treinamentos aeróbios em meio aquático com exercícios realizados na posição vertical, para que possamos ter mais subsídios para o planejamento de programas de treinamento, conhecendo os efeitos de diferentes abordagens metodológicas.



**Quadro 1 – Características e resultados dos estudos com treinamento de aeróbio no meio aquático.**

Estudos	Sujeitos	Tipo de treinamento	Duração	Resultados
Costa (2011)	Mulheres pré-menopáusicas Grupo treinamento aeróbio: n = 16 Grupo controle: n = 14	Exercícios de hidroginástica Intensidade – baseada na escala de Borg 3 min IEP 13 2 min IEP 9 3 min IEP 15 2 min IEP 9 3 min IEP 15 2 min IEP 11	2x/semana – 12 semanas	<i>Perfil lipídico</i> Colesterol total: 9% LDL-colesterol: 16% CT/HDL: 17% HDL: 10%  VO <sub>2</sub> máx: 7%
Liedtke (2014)	Mulheres idosas Grupo treinamento de aeróbio: n = 14	Exercícios de hidroginástica 80-85% FCLV2 85-90% FCLV2 90-95% FCLV2	2x/semana – 12 semanas	<i>1RM</i> Extensão de joelhos: 20% VO <sub>2</sub> LV2: 25% VO <sub>2</sub> pico: 18% Teste de caminhar durante 6 min: 10% <i>Bateria de testes Rikli &amp; Jones (1999)</i> Alcançar atrás das costas: 76% Sentar e alcançar: 34% Flexão de cotovelo: 47% Sentar e levantar : 41% <i>8-foot Up and Go</i> : 11%
Kanitz (2013)	Homens idosos Grupo treinamento aeróbio: n = 16	Exercício de corrida em piscina funda 85-90% FCLV2 90-95% FCLV2 95-100% FCLV2	3x/semana – 12 semanas	<i>Desempenho cardiorrespiratório:</i> FC repouso: 9% VO <sub>2</sub> LV1: 33% VO <sub>2</sub> LV2: 35% VO <sub>2</sub> pico: 41% <i>1RM</i> Extensão de joelhos: 10% <i>Força resistente</i> Extensão de joelhos: 8% Flexão de joelhos: 18% <i>CVM</i> Extensão de joelhos: 17% <i>Atividade EMG máxima isométrica</i> Extensores de joelho: VL: 18% RF: 21% Flexores de joelho: BF: 0% ST:43%

Nota: Os percentuais citados nos resultados dos estudos indicam melhora estatisticamente significativa na variável correspondente.

## 2.2. TREINAMENTO DE FORÇA NA HIDROGINÁSTICA

Com o aproveitamento da resistência da água como sobrecarga para os exercícios, o meio aquático é um ambiente alternativo para se trabalhar os diversos componentes da aptidão física, tais como a força muscular (Pöyhönen et al., 2002). Dentre os estudos encontrados, a grande maioria se preocupou em investigar mulheres jovens (Petrick et al., 2001; Pöyhönen et al., 2002; Souza et al., 2010; Schoenell, 2012), de meia-idade (Ambrosini et al., 2010) ou pós-menopáusicas (Colado et al., 2009b), sendo ainda mais escassos os estudos que investigaram indivíduos do sexo masculino (Colado et al., 2009b; Buttelli, 2011). Contudo, cabe ressaltar que não são todos os estudos que apresentam uma periodização e avaliações adequadas para os objetivos estabelecidos, sendo a periodização muitas vezes simplificada para ocasionar as devidas melhorias no condicionamento físico dos indivíduos e as avaliações limitadas para contemplar os efeitos da intervenção realizada.

A ideia inicial para a prescrição de exercícios de força no meio aquático era baseada em número de repetições, como uma forma de se reproduzir o modelo terrestre tradicional de se realizar esse tipo de treinamento. Dentro desse contexto, Petrick et al. (2001), compararam os efeitos de um treinamento de força de oito semanas nos extensores de joelho de mulheres jovens, entre os meios aquático e terrestre (metodologia descrita no quadro 2). Verificou-se aumento significativo na força de extensores de joelho tanto para o grupo que treinou em meio aquático (49%) quanto para o grupo que treinou em meio terrestre (37%), sem diferenças significativas entre eles. Também investigando as diferenças entre os meios, Colado et al. (2009a), avaliando mulheres pós-menopáusicas e previamente sedentárias, compararam os efeitos de um treinamento de força de 24 semanas no meio aquático com os efeitos de um treinamento com bandas elásticas no meio terrestre. Verificou-se uma melhora significativa no desempenho dos testes de sentar e alcançar, agachar em 60 s e flexão e extensão de cotovelos (28-88%), para ambos os grupos, sem diferenças entre eles. Além disso, apenas o grupo que treinou em meio aquático apresentou um aumento no número de repetições no teste de

abdominal (28%). Em outro estudo de Colado et al. (2009b), nesse caso com homens jovens e fisicamente ativos, mesmo com um período de treinamento de oito semanas, foi observado um incremento significativo da força muscular dinâmica máxima (1RM) (5-11%) e da potência muscular (3%). Destaca-se, portanto, a significância desses resultados por demonstrarem que o treinamento de força na água pode apresentar incrementos semelhantes aos obtidos em um treinamento no meio terrestre na força muscular

Apesar da relevância dos estudos supracitados, sabe-se que a quantificação da carga em exercícios aquáticos não é possível de ser realizada, portanto, não se deve ter como base o número de repetições, visto que o controle da carga através do percentual de 1RM é inviável neste meio. Dessa forma, deve-se aproveitar principalmente da manipulação da velocidade de movimento para incrementar a intensidade desses exercícios, uma vez que a mesma é elevada ao quadrado e diretamente proporcional à força de resistência na equação dos fluidos ( $FR = \frac{1}{2}Cr \cdot \rho \cdot Ap \cdot V^2$ ) (Alexander, 1977).

Dentro desse contexto, destacam-se alguns estudos, dentre eles o de Pöyhönen et al. (2002) e os do Grupo de Pesquisa em Atividades Aquáticas e Terrestres (GPAT) (Ambrosini et al., 2010; Souza et al., 2010; Buttelli, 2011; Schoenell, 2012; Liedtke, 2014), que utilizaram uma forma de se prescrever exercícios de força na hidroginástica, realizando um paralelo inovador e diferenciado com o treinamento de força tradicional em terra, o qual utiliza repetições máximas nos exercícios ao longo do período de treino. O mesmo princípio é mantido nos exercícios de força na água, os quais são sempre realizados em máxima velocidade, dentro de um determinado tempo, que está relacionado aos percentuais de contribuição do sistema anaeróbio durante a atividade, sendo esses percentuais de: 73, 82, 88 e 94%, para durações de 30, 20, 15 e 10 s, respectivamente). Ademais, os intervalos entre as séries para recuperação dos grupos musculares devem ser compostos pelo tempo necessário para recuperação da rota metabólica ATP-CP (1,5-3 min), a qual está sendo prioritariamente exigida nesse tipo de treinamento (Gastin, 2001).

De forma bastante precursora, Pöyhönen et al. (2002) analisaram os efeitos de um treinamento de força no meio aquático, com os exercícios sendo executados na máxima velocidade, sobre variáveis neuromusculares de

mulheres jovens fisicamente ativas. Para progressão do treinamento foi realizado aumento do número de séries e diminuição do número de repetições dos exercícios ao longo do período de 10 semanas. Aumentos significativos foram observados no torque isométrico e isocinético de flexão e extensão de joelho (8-13%), juntamente com o sinal eletromiográfico (EMG) nas mesmas avaliações (10-27%). Além disso, a área de secção transversa (AST) do quadríceps e dos isquiotibiais aumentou significativamente ao final do treinamento (4-5%), demonstrando a eficiência da intervenção para o incremento do desempenho neuromuscular dos sujeitos, abrangendo tanto adaptações neurais quanto morfológicas.

Com a mesma população, mais recentemente Souza et al. (2010) analisaram o comportamento do 1RM após 11 semanas de treinamento de força no meio aquático, observando incrementos significativos nos exercícios de elevação lateral de ombros, flexão e extensão de joelhos, supino plano, adução e abdução de quadris e remada (aumento médio de 16%). Com mulheres de meia-idade, Ambrosini et al. (2010) investigaram os efeitos de 12 semanas de treinamento de força no meio aquático em mulheres de meia idade, com e sem a utilização de equipamentos, encontrando aumentos significativos no 1RM de extensores de quadril tanto no grupo que utilizou equipamento quanto no que não utilizou (34 e 41%, respectivamente). Ainda, Liedtke (2014) verificou aumentos de força nos extensores de joelhos de mulheres idosas em um treinamento de 12 semanas, utilizando uma periodização semelhante aos estudos supracitados, demonstrando a eficiência desse método em incrementar os ganhos de força também em mulheres dessa faixa-etária. Ressalta-se ainda, em relação aos resultados desses estudos, o fato de que apenas o aproveitamento da resistência da água como sobrecarga e o controle da velocidade do exercício foram suficientes para promover tais ganhos, reforçando que a utilização de equipamentos não é necessária para que se aumente significativamente a força no meio aquático, uma vez corretamente manipulada a velocidade de execução do exercício.

Já Buttelli (2011) se preocupou em comparar os efeitos de diferentes volumes no treinamento de força no meio aquático (série única vs. três séries), sobre a força muscular dinâmica máxima de homens jovens fisicamente ativos. Ambas as intervenções proporcionaram aumento significativo no 1RM de todos

os exercícios avaliados (flexão e extensão de cotovelos, flexão e extensão horizontal de ombros, e flexão e extensão de joelho), com incremento total de 7%. Schoenell (2012) também investigou a influência de se realizar uma série única em comparação a três séries, entretanto, com mulheres jovens previamente sedentárias. Os resultados do estudo demonstraram melhoras significativas, tanto após o treino realizado com séries únicas quanto múltiplas, no 1RM e na resistência muscular localizada (RML) de membros superiores, avaliada através dos exercícios de supino e flexão de cotovelo (11-15% e 36-49%, respectivamente), bem como de membros inferiores, avaliadas através da flexão e da extensão de joelhos (8-17% e 13-51%, respectivamente). Além disso, também foram observados incrementos significativos na potência muscular avaliada através de saltos variando entre 7 e 11%.

Encerrando os estudos encontrados na literatura que avaliaram as respostas de treinamentos de força no meio aquático, é importante ressaltar que aqueles que realizam a progressão do treinamento através do número de repetições, sem controle da velocidade de movimento e do tempo de execução das repetições, apresentam uma limitação que deve ser levada em consideração quando se pensa na prescrição do treinamento de força no meio aquático (Petrick et al., 2001; Colado et al., 2009a, Colado et al., 2009b). Em contrapartida, os treinamentos que realizaram esse tipo de controle em sua periodização (Pöyhönen et al., 2002; Souza et al., 2010; Ambrosini et al., 2010; Liedtke, 2014; Buttelli, 2001; Schoenell, 2012) se mostram bastante vantajosos, uma vez que oferecem uma estratégia alternativa para essas aulas, a qual possibilita a individualização do treinamento, bem como a garantia de que os sujeitos encontram-se na intensidade desejada para que se possa atingir adaptações significativas no desempenho neuromuscular dos mesmos e, para que seja possível ter um controle adequado da progressão do volume e da intensidade da intervenção.

**Quadro 2 – Características e resultados dos estudos com treinamento de força no meio aquático.**

Estudos	Sujeitos	Tipo de treinamento	Duração	Resultados
Petrick et al. (2001)	Mulheres jovens Grupo água: n = 10 Grupo terra: n = 18	Extensão de joelho unilateral (60°.s <sup>-1</sup> ) 2 x 50% 10RM 75% 10RM 100% 10RM	5x/semana – 8 semanas	10RM: Água: 49% Terra: 36%
Colado et al. (2009a)	Mulheres pós-menopáusicas Grupo exercício aquático com bandas elásticas: n = 21 Grupo exercício aquático: n = 15 Grupo controle: n = 10	8-10 exercícios membros inferiores e superiores realizados em circuito 1-3x20 repetições (intervalo 30 s) 3x20 repetições (sem intervalo) 2x15 repetições (superséries – intervalo 30 s) Intensidade: 5 da escala de OMNI 1-4 semanas 7 da escala de OMNI até o final das 24 semanas	2x/semana – 12 semanas 3x/semana – 12 semanas	Exercício aquático vs. banda elásticas: Gordura corporal: 14% vs. 12% Pressão arterial diastólica: 8% vs. 6% Massa livre de gordura: 3 vs. 1% Sentar e alcançar: 28% vs. 44% Agachar em 60 s: 66% vs. 46% Flexão de cotovelos : 85% vs. 52% Teste abdominal : 28% vs. ns
Colado et al. (2009b)	Homens jovens ativos Grupo exercício aquático: n = 7 Grupo controle: n = 5	Exercícios membros inferiores e superiores 3x8-12 repetições 5x8-12 repetições Intensidade – repetições em cadência individualizada para cada exercício e sujeito	3x/semana – 8 semanas	1RM estimado: Supino: 5% Elevação lateral: 10% Remada sentado: 5% Remada alta: 11% Squat jump: 3% Massa magra: 2%
Pöyhönen et al. (2002)	Mulheres jovens Grupo exercício aquático: n = 12 Grupo controle: n = 12	4 exercícios membros inferiores (quadríceps e isquiotibiais) 2x20-25 repetições 2x14-20 repetições 3x14-20 repetições 3x12-15 repetições Intensidade – máximo esforço	2x/semana – 3 semanas 3/semana – 7 semanas	Pico de torque isométrico/isocinético: Extensão de joelho: 8% Extensão de joelho 60°.s <sup>-1</sup> : 7% Extensão de joelho 180°.s <sup>-1</sup> : 6% Flexão de joelho: 11% Flexão de joelho 60°.s <sup>-1</sup> : 8% Flexão de joelho 180°.s <sup>-1</sup> : 13% EMG isométrica/isocinética: vasto lateral + vasto medial: 26% vasto lateral + vasto medial 60°.s <sup>-1</sup> : 28% vasto lateral + vasto medial 180°.s <sup>-1</sup> :

				19% bíceps femoral + semitendinoso: 10% bíceps femoral + semitendinoso 60°.s <sup>-1</sup> : 20% bíceps femoral + semitendinoso 180°.s <sup>-1</sup> : 10% <i>Massa muscular:</i> Quadríceps: 4% Isquiotibiais: 5%
Souza et al. (2010)	Mulheres jovens Grupo força: n = 13 Grupo controle: n = 7	6 exercícios membros superiores 6 exercícios membros inferiores exercícios de tronco 2x30 s 3x20 s 4x15 s 2x3x10 s Intensidade – IEP 19 Borg	2x/semana – 11 semanas	1RM Extensão de joelhos: 20% Flexão de joelhos: 17% Abdução de quadril: 12% Adução de quadril: 15% Supino: 25% Remada: 12% Elevação lateral: 13%
Ambrosini et al. (2010)	Mulheres de meia idade: n = 52 Divididas: Grupo com equipamento em membros inferiores Grupo com equipamento em membros superiores	Flexores e extensores horizontais de ombro e extensores de quadril 2x30 s 3x20 s 4x15 s 2x3x10 s Intensidade: IEP 12-15 Borg primeira fase IEP 16-19 Borg demais fases	2x/semana – 12 semanas	1RM: Flexão horizontal de ombros com: 18% Flexão horizontal de ombros sem: 17% Extensão horizontal de ombros com: 10% Extensão horizontal de ombros sem: 23% Extensão de quadril com: 34% Extensão de quadril sem: 42%
Liedtke (2014)	Mulheres idosas Grupo treinamento de força na hidroginástica: n = 13	Exercícios: flexão e extensão de quadril, joelho e cotovelo; flexão e extensão horizontal de ombros; adução e abdução de quadril 3x20 s 4x15 s 2x3x10s Intensidade – máxima velocidade (IEP 19 Borg)	2x/semana – 12 semanas	1RM Extensão de joelhos: 30% FCLV2: -3,8% Teste de caminhar durante 6 min: 5% <i>Bateria de testes Rikli &amp; Jones (1999)</i> Alcançar atrás das costas: 65% Sentar e alcançar: 135% Flexão de cotovelo: 51% Sentar e levantar : 38% 8-foot Up and Go: 5%
Buttelli (2011)	Homens jovens ativos	Exercícios de membros superiores,	2x/semana – 10	Série única vs. Séries múltiplas:

	Grupo treinamento de força no meio aquático com série única: n = 10 Grupo treinamento de força em meio aquático com séries múltiplas: n = 9	inferiores e tronco realizados em circuito 1x30 s 3x30 s Intensidade – máxima velocidade	semanas	<i>1RM:</i> Flexão de cotovelos: 5% vs. 5% Extensão de cotovelos: 5% vs. 8% Flexão horizontal de ombros: 3% vs. 6% Extensão horizontal de ombros: 8% vs. 6% Flexão de joelhos: 12% vs. 11% Extensão de joelhos: 9,6% vs. 9,5%
Schoenell (2012)	Mulheres jovens: n = 66 Divididas: Grupo série simples Grupo séries múltiplas	3 exercícios membros superiores 3 exercícios membros inferiores 1x30 s ou 3x30 s Intensidade – máximo esforço	2x/semana – 20 semanas	Simple vs. múltiplas <i>1RM</i> Supino: 14% vs. 15% Flexão de cotovelos: 16% vs. 15% Flexão de joelhos: 10% vs. 10% Extensão de joelhos: 19% vs. 18% <i>60% 1RM</i> Supino: 36% vs. 49% Flexão de cotovelos: 38% vs. 36% Flexão de joelhos: 31% vs. 51% Extensão de joelhos: 19% vs. 13% <i>Altura dos saltos</i> <i>Squat jump:</i> 11 % vs. 8% <i>Countermovement jump:</i> 9% vs. 7%

Nota: Os percentuais citados nos resultados dos estudos indicam melhora estatisticamente significativa na variável correspondente.



### 2.3. TREINAMENTO COMBINADO NA HIDROGINÁSTICA

Destaca-se ainda a alternativa de se prescrever exercícios em meio aquático somando o treinamento de força ao treinamento aeróbio, modalidade que é definida no presente trabalho como treinamento combinado, e que também tem seus efeitos sendo investigados na literatura, prioritariamente com mulheres idosas. Em 1996, Taunton et al. buscaram verificar os efeitos de dois programas de treinamento com duração de 12 semanas, sendo um no meio aquático e outro no meio terrestre (metodologia descrita no quadro 3). Ambos os programas demonstraram aumentar significativamente a capacidade cardiorrespiratória (12%), entretanto não influenciaram significativamente nas respostas de força muscular e flexibilidade. Resposta que provavelmente foi verificada devido à falta de especificidade do treinamento em relação à avaliação, a qual foi realizada por meio da medida de preensão manual, sem uma medida da força de membros inferiores. Além disso, os sujeitos realizaram um treinamento com diferentes tipos de exercício (aeróbico, flexibilidade, força, resistência, equilíbrio), sem objetivos pré-estabelecidos.

Bocalini et al. (2008) realizando a comparação com a caminhada no meio terrestre, observaram uma redução significativa de 10% na FC de repouso (FC<sub>rep</sub>) no grupo que realizou exercícios aquáticos e um aumento significativo nos valores de  $VO_{2máx}$  em ambos os grupos, porém com diferença significativa entre eles (exercício aquático: 42%; caminhada terrestre: 32%). Em relação às avaliações funcionais, verificou-se que apenas o grupo de treinamento aquático incrementou a força e a flexibilidade de membros inferiores (47% e 40%, respectivamente), enquanto tanto o grupo de treinamento aquático quanto o terrestre apresentaram melhoras significativas na resistência muscular (54% vs. 65%), na agilidade (34% vs. 37%) e na flexibilidade de membros inferiores (50% vs. 33%), com diferenças significativas entre eles apenas nessa última variável.

Sem o objetivo de comparar os ganhos com o meio terrestre, Bravo et al. (1997) investigaram os efeitos de um treinamento no meio aquático no período

de 12 meses. Verificou-se como resultados do estudo, melhoras significativas na flexibilidade (6%), agilidade (9%), resistência muscular localizada (16%), tempo no teste cardiorrespiratório (7%), bem como no bem-estar psicológico (8%) dos sujeitos. Ressalta-se ainda que os valores de massa óssea estabilizaram, demonstrando uma manutenção da mesma ao longo do período do treinamento. Alves et al. (2004), também, avaliando os efeitos da intervenção na hidroginástica através de uma bateria de avaliações da capacidade funcional, observaram melhoras significativas em todos os parâmetros avaliados: força e resistência dos membros (71-77%), flexibilidade (90-193%), agilidade (21%) e resistência aeróbia (22%). Da mesma forma, Katsura et al. (2010) observaram efeitos positivos na capacidade funcional (flexibilidade, força de flexores plantares e equilíbrio) de indivíduos de ambos os sexos que realizaram um treinamento com e sem equipamento resistivo, com melhoras no teste de caminhar 5 m na máxima velocidade e no perfil de humor apenas no grupo que treinou com equipamento. Ressalta-se que nesses estudos não foi realizada uma progressão no volume e na intensidade do treinamento, nem um controle da intensidade ao longo do mesmo (Taunton et al., 1996; Bravo et al., 1997; Bocalini et al., 2008; Alves et al., 2004).

No que diz respeito ao controle da intensidade, Graef et al. (2010) realizaram a comparação dos valores de 1RM decorrentes de um treinamento na hidroginástica com controle da intensidade do treinamento de força com um sem esse controle, e observaram um aumento de 11% do 1RM dos flexores horizontais do ombro apenas para o grupo com controle de resistência. Comparando também a influência de se acrescentar equipamentos que gerem resistência, nesse caso com mulheres de meia-idade, Pinto et al. (2008) avaliaram os efeitos da utilização de bandas elásticas em um treinamento na hidroginástica, porém com uma duração de quatro semanas, bastante inferior aos demais estudos, e com a intensidade fixa no índice 15 (intenso) da escala de Borg. Tanto os indivíduos que treinaram com bandas elásticas quanto os que treinaram sem apresentaram um aumento na força resistente de membros superiores e inferiores (46% vs. 19%; 32% vs. 9%, respectivamente), com diferenças significativas entre eles. Já em relação ao teste de impulsão vertical, foram observados incrementos semelhantes entre os grupos (32% vs. 15%). Contudo, cabe salientar a falta de preocupação com a periodização e com a

descrição do treinamento aeróbio nesses estudos, bem como o fato de que o controle da intensidade do treinamento de força ainda se mostra inadequado em termos fisiológicos.

Buscando aprimorar a forma de prescrição do treinamento de força, aproximando-se mais do controle de intensidade baseado na contribuição das rotas metabólicas anaeróbias, utilizando-se da relação intensidade vs. tempo, todavia ainda controlando o número de repetições, Krueel et al. (2005) investigaram os efeitos de um treinamento combinado na hidroginástica sendo realizado com e sem a utilização de equipamento resistivo na parte relativa aos exercícios de força, e observaram incrementos no 1RM independentemente do uso de equipamentos, de aproximadamente 12% nos adutores de quadril. Bento et al. (2012) também controlaram o tempo de execução das séries de força, porém com uma intensidade muito baixa para se caracterizar um exercício que utilize a rota metabólica anaeróbia alática (progredindo, ao longo do treinamento, do IEP 12 ao 16 da escala de Borg) e, além disso, já apresentaram um controle da intensidade para os exercícios aeróbios (IEP 12-16 da escala de Borg e 40-60% da FC de reserva). Os resultados do estudo demonstraram aumentos no pico de torque isométrico de membros inferiores (18-42%), bem como na taxa de desenvolvimento de torque durante a contração isométrica máxima (10-27%). Ainda, foram observadas melhoras no desempenho funcional dos indivíduos na flexibilidade de membros inferiores (411%), agilidade (8%) e capacidade cardiorrespiratória (4%).

É fundamental enfatizar o considerável ganho para o conhecimento acerca da modalidade de hidroginástica que os estudos supracitados agregam à literatura, todavia, para o presente estudo, uma intervenção de treinamento combinado adequada é compreendida como uma que apresente uma periodização sistematizada tanto do treinamento de força, quanto do treinamento aeróbio. No entanto, salienta-se que são escassas as pesquisas encontradas com treinamentos na hidroginástica que enquadram-se nesse padrão estabelecido. Takeshima et al. (2002), avaliando os efeitos de 12 semanas de treinamento combinado em meio aquático com mulheres idosas, com a intensidade do exercício aeróbio prescrita com base na FC no limiar anaeróbio, obtida em um protocolo de esforço máximo realizado em esteira

terrestre, e os exercícios de força realizados o mais rápido possível em uma série de 10 a 15 repetições, verificaram incrementos significativos na capacidade cardiorrespiratória ( $VO_{2\text{pico}}$ : 12%;  $VO_2$  relativo ao limiar de lactato: 20%), na força muscular de diversos músculos avaliados (4-13%) e na potência muscular (9%). Da mesma forma, foi observado um aumento significativo na agilidade e na flexibilidade dos indivíduos (22% e 11%, respectivamente).

Com uma duração de treinamento superior, contando com 24 semanas, Tsourlou et al. (2006) avaliaram os efeitos de um treinamento combinado no meio aquático na força muscular de mulheres idosas. A intensidade do treinamento aeróbio foi controlada utilizando-se percentuais da frequência cardíaca máxima, com aumento progressivo ao longo do tempo, enquanto os exercícios de força foram realizados de acordo com cadências musicais com número de repetições fixo. Os resultados demonstraram incrementos no pico de torque de extensores (10%) e flexores (13%) de joelhos, na preensão manual (13%), na força muscular dinâmica máxima (26-29%) e na potência muscular (25%). Aprimorando ainda mais a prescrição de treinamento, Tormen (2007), avaliando mulheres pós-menopáusicas, observaram que 20 semanas de treinamento combinado sistematizado no meio aquático foram eficientes em promover ganhos significativos na força muscular dinâmica máxima de extensores de joelho (85%), extensores e flexores horizontais de ombros (54 e 62%), no tempo de exaustão em um teste em esteira rolante (18%), bem como no perfil lipídico e no marcador ósseo hidroxiprolina. Nesse estudo, os exercícios de força foram executados em máxima velocidade, com sua progressão realizada por meio do aumento do número de séries com concomitante redução do tempo de duração dos estímulos, e os exercícios aeróbios realizados de 70 – 80% da frequência cardíaca máxima ( $FC_{\text{máx}}$ ), com aumento do volume ao longo do período de treino.

Apesar da pertinência irrefutável dos trabalhos que investigaram o treinamento combinado na hidroginástica, foi possível observar a existência de algumas limitações metodológicas na maioria desses estudos, especialmente no que diz respeito a uma periodização que leve em consideração a organização adequada da progressão do treinamento, bem como na utilização de avaliações para verificar os efeitos da intervenção que, muitas vezes, não

são específicas ao tipo de trabalho realizado durante o treinamento, dificultando a interpretação dos resultados. Além disso, parece não ocorrer a adaptação da intensidade e de determinados exercícios ao ambiente aquático, e a descrição encontrada nos estudos em relação às intervenções realizadas geralmente apresenta-se bastante incompleta, o que dificulta a aplicabilidade dos programas utilizados.

Destaca-se, portanto, os estudos de Takeshima et al. (2002), Tsourlou et al. (2006), e Tormen (2007), devido a maior consistência obtida por apresentarem uma abordagem metodológica mais completa e estruturada. Apesar disso, cabe ressaltar que os mesmos apresentam diferentes formas de se realizar a periodização, especialmente em relação ao treinamento de força e também observa-se uma carência de avaliações que contemplem os efeitos da intervenção utilizada. Ainda, verifica-se que nenhum desses estudos investigou se existe efeito de interferência nas adaptações neuromusculares e/ou cardiorrespiratórias devido à realização de um treinamento de hidroginástica que contemple tanto exercícios de força quanto exercícios aeróbios em uma mesma sessão, para saber as adaptações de um tipo de treinamento, quando esses são realizados no meio aquático, podem interferir nas adaptações do que é realizado concomitantemente.

Dentro desse contexto, salienta-se o estudo de Kanitz (2013), o qual, apesar de ter sido realizado com o exercício de corrida em piscina funda na parte aeróbia do treinamento, se aproxima do objetivo do presente estudo, pois comparou os efeitos de um treinamento aeróbio com um treinamento combinado. Ambos os grupos demonstraram melhoras significativas e semelhantes estatisticamente no  $VO_2LV1$  (TA: 33%; TC: 18%),  $VO_2LV2$  (TA: 35%; TC: 7%),  $VO_{2pico}$  (TA: 41%; TC: 17%). O mesmo comportamento também foi observado para as variáveis neuromusculares analisadas no estudo: 1RM de extensão de joelhos (TA: 10%; TC: 6%), RML de extensão e flexão de joelhos (TA: 8% e 18%; TC: 18% e 18%) e força isométrica máxima de extensores de joelho (TA: 17%; TC: 1%).

Todavia, em relação à hidroginástica, apenas os estudos de Pinto et al. (2014) e Pinto (2013) se preocuparam em realizar investigações acerca desse

efeito, entretanto nesse estudos, os autores se preocuparam em investigar a influência de um dos fatores que pode afetar nessas adaptações, sendo ele a ordem de execução das valências físicas envolvidas no treinamento (força e condicionamento cardiorrespiratório). No estudo de Pinto et al. (2014), mulheres jovens foram divididas em dois grupos: grupo que realizava o treinamento de força precedendo o aeróbio (FA) e grupo que realizava o treinamento aeróbio precedendo o de força (AF). Os resultados demonstraram que independentemente da ordem do treinamento, ocorreram ganhos significativos nos valores de 1RM e de pico de torque dos sujeitos, porém, o grupo FA apresentou incrementos superiores em relação ao AF (43 vs. 27%). O mesmo comportamento foi observado para a espessura muscular, onde ambos os grupos demonstraram aumentos significativos, no entanto, o FA apresentou incrementos superiores ao AF (10 vs. 5%). Já no que se refere à atividade EMG isométrica máxima, foram encontradas melhoras significativas em ambos os grupos, sem diferenças estatisticamente significativas entre eles (FA: 19%; AF: 15%).

Já o estudo de Pinto (2013) foi realizado com mulheres pós-menopáusicas, porém com uma metodologia idêntica ao estudo supracitado. Foi possível observar como resultados do teste de 1RM de extensão de joelhos que o grupo FA apresentou maiores ganhos de força em comparação ao grupo AF (34% vs. 14%). Também foi verificado que houve um aumento significativo na atividade EMG isométrica máxima dos músculos vasto lateral e reto femoral, sem diferença entre os grupos FA e AF (16-33%) Também houve uma diminuição significativa da amplitude submáxima isométrica do sinal EMG do músculo reto femoral em 40% da CIVM, sem diferença entre os grupos FA e AF após o treinamento (12-16%), bem como um aumento significativo do  $VO_2LV2$ , sem diferença entre os grupos FA e AF (7-11%).

A partir dos resultados apresentados pelos dois últimos estudos, conclui-se que, em termos de promoção da saúde e de incrementos no nível de condicionamento físico de mulheres jovens e pós-menopáusicas, o treinamento combinado na hidroginástica se mostrou eficaz, independentemente da ordem em que foi realizado. Todavia, vale ressaltar que realizar os exercícios de força antes dos exercícios aeróbios, em um treinamento combinado na

hidroginástica, parece otimizar os ganhos de força de membros inferiores em sujeitos dessa população.

Entretanto, salienta-se que, nesse estudo, não foram utilizados grupos experimentais que realizassem o treino de força e o treino aeróbio isoladamente. Tal investigação parece ser importante para que seja possível realizar uma comparação das adaptações provenientes dos três modelos de treinamento (força, aeróbio, e a combinação de ambos), visto que, dessa maneira, seria possível mensurar as adaptações tanto neuromusculares quanto cardiorrespiratórias advindas dos treinamentos isolados, e, dessa forma, verificar se realmente existe o efeito de interferência e em que magnitude o mesmo influencia nos ganhos de força e de condicionamento cardiorrespiratório quando esse tipo de intervenção é realizada na modalidade de hidroginástica. Sendo assim, devido à importância dessa investigação e da escassez de estudos a esse respeito no meio aquático, serão apresentados estudos que investigaram o efeito de interferência no meio terrestre.

**Quadro 3 – Características e resultados dos estudos com treinamento combinado no meio aquático.**

Estudos	Sujeitos	Tipo de treinamento	Duração	Resultados
Taunton et al. (1996)	Mulheres idosas Grupo exercícios em meio aquático Grupo exercícios em meio terrestre	Treinamento para ambos os grupos Exercícios aeróbios: Intensidade – 60 – 65% FC <sub>máx</sub> Exercícios de flexibilidade e equilíbrio Exercícios força	3x/semana – 12 semanas	Meio aquático vs. Meio terrestre VO <sub>2máx</sub> : 12% vs. 11% Força: ns Flexibilidade: ns
Bocalini et al. (2008)	Mulheres idosas Grupo treinamento no meio aquático: n = 25 Grupo treinamento de caminhada no meio terrestre: n = 15	Treinamento no meio aquático Exercícios aeróbios Exercícios de força 10-15 repetições Intensidade – 70% FC <sub>máx</sub> predita Treinamento de caminhada no meio terrestre 30 min parte principal Intensidade – 70% FC <sub>máx</sub> predita	Treinamento no meio aquático 3x/semana – 12 semanas Treinamento no meio terrestre 5x/semana – 12 semanas	<i>Bateria de testes Rikli &amp; Jones (1999)</i> Meio aquático vs. Meio terrestre Flexão de cotovelo: 47% vs. ns Sentar e alcançar: 50% vs. 33% Sentar e levantar: 54% vs. 65% Alcançar atrás com os braços: 40% vs. ns <i>Desempenho cardiorrespiratório</i> FC de repouso: 10% vs. ns VO <sub>2máx</sub> : 42% vs. 32%
Bravo et al. (1997)	Mulheres pós-menopáusicas com osteopenia: n = 77	Saltos 4 períodos de 5 min 4 períodos de 6 min 4 períodos de 7 min Intensidade Semanas 1-2: 30–40% FC reserva Semana 3: 40–50% FC reserva Semana 5: 50–60% FC reserva Exercícios localizados 1 série de 15-20 repetições	3x/semana – 12 meses	DMO cólon do fêmur: ns DMO coluna lombar (L2 a L4): -1,15 Flexibilidade: 6% Agilidade: 9% Força resistente (nº repetições): 16% Tempo teste cardiorrespiratório (1/2 milha): 7% Bem-estar psicológico: 8%
Alves et al. (2004)	Mulheres idosas: Grupo hidroginástica: n = 30 Grupo controle: n = 30	Exercícios aeróbios Exercícios localizados	3x/semana – 12 semanas	<i>Bateria de testes Rikli &amp; Jones (1999)</i> Sentar e levantar: 71% Flexão de cotovelo: 77% Sentar e alcançar: 193% 8-foot Up and Go: 20% Alcançar atrás com os braços: 90% Caminhar 6 min: 22%
Katsura et al. (2010)	Sujeitos idosos de ambos os sexos Grupo com equipamento	Exercícios aeróbios e de força baseados na caminhada Intensidade – IEP 13 Borg	3x/semana – 8 semanas	Grupo com equipamento vs. Grupo sem equipamento Sentar e alcançar: 12% vs. 19% Força de flexão plantar: 36% vs. 19%



	resistido: n = 12 (1 homem e 11 mulheres) Grupo sem equipamento resistido: n = 8 (3 homens e 5 mulheres)			Equilíbrio: 12% vs. 7% Caminhar 5 m: 16% vs. 6% Sintomas de fadiga: 10% vs. 1% Caminhar 10 m c/ obstáculos: 3% vs. 6% Deslocamento centro de equilíbrio c/ olhos abertos: 11% vs. 14%
Graef et al. (2010)	Mulheres idosas Grupo treinamento de força na hidroginástica com controle da resistência: n = 10 Grupo hidroginástica sem controle da resistência: n = 10 Grupo controle: n = 7	Treinamento de força na hidroginástica com controle da resistência Exercícios aquáticos aeróbios Intensidade – IEP 11-13 Borg Exercícios – flexão e extensão horizontal de ombros 4x15 repetições 4x12 repetições 5x10 repetições 5x8 repetições Intensidade – máxima velocidade	2x/semana – 10 semanas	Treinamento de força hidroginástica com controle da resistência vs. Grupo hidroginástica sem controle da resistência <i>1RM:</i> Flexão horizontal de ombros: 11% vs. 0,13%
Pinto et al. (2008)	Mulheres de meia idade Grupo hidroginástica com bandas elásticas: n = 15 Grupo hidroginástica sem bandas elásticas: n = 11	Treinamento de força 15-20 repetições Intensidade – até o IEP 15 Borg Exercícios aeróbios Intensidade – recreacional	2x/semana – 4 semanas	Com vs. sem (bandas elásticas) Número repetições flexão de cotovelos: 46% vs. 19% Impulsão vertical: 32% vs. 15% Sentar e levantar 30 s: 32% vs. 9%
Kruel et al. (2005)	Mulheres pós-menopáusicas Grupo com equipamento em membros inferiores: n = 11 Grupo com equipamento em membros superiores: n = 6	Treinamento aeróbio 20 min exercícios em baixa intensidade Treinamento de força Adutores/abdutores quadril e flexores/extensores cotovelo 3x15 repetições (30 s) 4x12 repetições (25 s) 5x10 repetições (20 s) Intensidade – máxima velocidade	2x/semana – 11 semanas	<i>1RM:</i> Adução de quadril com: 11% Adução de quadril sem: 12% Flexão de cotovelos com: 14% Flexão de cotovelos sem: 12% Extensão de cotovelos com: 21% Extensão de cotovelos sem: 29%
Bento et al. (2012)	Sujeitos idosos de ambos os sexos Grupo treinamento de hidroginástica: n = 24 (84% mulheres)	Treinamento aeróbio: exercícios de hidroginástica Intensidade – IEP 12-16 Borg (40%-60% FC de reserva) Exercícios de força para	3x/semana – 12 semanas	<i>Pico de torque isométrico:</i> Flexão de quadril: 18% Extensão de quadril: 40% Flexão plantar: 42% <i>Taxa de desenvolvimento de torque:</i>

	Grupo controle: n = 14 (72% mulheres)	membros inferiores 40 s (intervalo 20 s) Intensidade Semanas 1-4 IEP 12 (velocidade moderada) Semanas 5-8 IEP 12-14 (velocidade acima da moderada) Semanas 9-12 IEP 14-16 (velocidade máxima de movimento)		Extensão de joelho: 10% Flexão plantar: 27% <i>Rikli &amp; Jones (1999)</i> Sentar e alcançar: 411% Tempo sentar/caminhar 2,44 m e voltar a sentar: 7% Caminhar 6 min: 4%
Takeshima et al. (2002)	Mulheres idosas Grupo treinamento: n = 15 Grupo controle: n = 15	Exercícios aeróbios Intensidade – FC no limiar anaeróbio Exercícios de força 1x10-15 repetições Intensidade – máxima velocidade	3x/semana – 12 semanas	VO <sub>2</sub> pico: 12% VO <sub>2</sub> limiar anaeróbio: 20% Força extensão de joelho: 8% Força flexão de joelho: 13% Força no supino sentado: 7% Força na puxada baixa: 11% Força no desenvolvimento ombros: 4% Força na puxada alta: 6% Força de extensão lombar: 6% Altura do salto vertical: 9% Flexibilidade: 11% Agilidade: 22% Volume de expiração forçada em 1 s: 7% Soma das dobras cutâneas: 8% LDL-colesterol: 17% Colesterol total: 11%
Tsourlou et al. (2006)	Mulheres idosas Grupo de treinamento aquático: n = 12 Grupo controle: n = 10	Treinamento aeróbio 65% FC <sub>máx</sub> 70% FC <sub>máx</sub> 75% FC <sub>máx</sub> 80% FC <sub>máx</sub> Intensidade – %FC <sub>máx</sub> Treinamento de força 2-3x12-15 repetições Intensidade – incremento da cadência musical	3x/semana – 24 semanas	<i>Pico de torque isométrico</i> Extensores de joelho: 10% Flexores de joelho: 13% Força de preensão manual: 13% <i>3RM</i> Extensão de joelhos: 29% <i>Leg press</i> : 29% Supino: 26% Altura <i>squat jump</i> : 25% Teste de sentar e alcançar: 12% Teste de agilidade: 19,8%
Tormen (2007)	Mulheres pré-menopáusicas: n = 35 Obs.: Divididas em dois	Treinamento de força Extensores de joelho e flexores e extensores horizontais de	2x/semana – 20 semanas	<i>Perfil lipídico</i> Colesterol total: 19% HDL-colesterol: 9%

	grupos com base no tipo de destreinamento após o período de treino, porém trataremos dos resultados correspondentes aos efeitos do período de treinamento.	ombros 2x30 s 3x20 s 4x15 s 2x3x10 s Intensidade – máxima velocidade Treinamento aeróbio 21 min 18 min 14 min 3 min Intensidade - 70-80% FC <sub>máx</sub>		LDL-colesterol: 23% Triglicerídeos: 22% <i>1RM</i> Extensão horizontal de ombros: 53% Flexão horizontal de ombros: 58% <i>Tempo exaustão</i> : 18% <i>Marcador de remodelação óssea hidroxiprolina</i> : 13%
Kanitz (2013)	Homens idosos Grupo treinamento aeróbio: n = 16 Grupo treinamento combinado: n = 18	Treinamento de força Exercícios: flexão e extensão de joelho e adução e abdução de quadris 2x20 s 3x20 s 4x 15s Treinamento aeróbio Exercício de corrida em piscina funda 85-90% FCLV2 90-95% FCLV2 95-100% FCLV2	3x/semana – 12 semanas	Grupo aeróbio vs. combinado <i>Desempenho cardiorrespiratório</i> : FC repouso: 9% vs. 4% VO <sub>2</sub> LV1: 33% vs. 18% VO <sub>2</sub> LV2: 35% vs. 7% VO <sub>2</sub> pico: 41% vs. 17% <i>1RM</i> Extensão de joelhos: 10% vs. 6% <i>Força resistente</i> Extensão de joelhos: 8% vs. 18% Flexão de joelhos: 18% vs. 18% <i>CVM</i> Extensão de joelhos: 17% vs. 1% <i>Atividade EMG máxima isométrica</i> Extensores de joelho: VL: 18% vs. 27% RF: 21% vs. 10% Flexores de joelho: BF: 0% vs. 32% ST: 43% vs. 33%
Pinto et al. (2013)	Mulheres jovens Obs.: Comparação da ordem de execução das valências físicas no treinamento combinado na hidroginástica. Grupo força-aeróbio: n = 13	Treinamento de força Extensores e flexores de joelhos, quadris, cotovelos e ombros 3x20 s 4x15 s	2x/semana – 12 semanas	Força-aeróbio vs. aeróbio-força <i>1RM</i> Extensão de joelhos: 44% vs. 27% Flexão de cotovelos: 13% vs. 13% <i>Pico de torque isométrico</i> Extensão de joelhos: 7% vs. 11%

	Grupo aeróbio-força: n = 13	6x10 s Intensidade – máxima velocidade Treinamento aeróbio Exercícios de hidroginástica 18 min 27 min 36 min Intensidade – FC correspondente ao LV2		Flexão de cotovelos: 4% vs. 3% <i>Espessura muscular</i> Extensores de joelho: 10% vs. 6% Flexores de cotovelo: 5% vs. 3% <i>Atividade EMG máxima isométrica</i> Extensores de joelho: 19% vs. 15% Flexores de cotovelo: 9% vs. 25%
Pinto (2013)	Mulheres pós-menopáusicas Grupo força-aeróbio: n = 10 Grupo aeróbio-força: n = 11	Treinamento de força Extensores e flexores de joelhos, quadris, cotovelos e ombros 3x20 s 4x15 s 6x10 s Intensidade – máxima velocidade Treinamento aeróbio Exercícios de hidroginástica 18 min 27 min 36 min Intensidade – FC correspondente ao LV2	2x/semana – 12 semanas	Força-aeróbio vs. aeróbio-força VO <sub>2</sub> LV2: 8% vs. 11% <i>1RM</i> Extensão de joelhos: 34% vs. 14% Flexão de cotovelos: 11% vs. 7% <i>Pico de torque isométrico</i> Extensão de joelhos: 7% vs. 6% Flexão de joelhos: 11% vs. 11% <i>Taxa máxima de produção de força</i> Extensores de joelho: 22% vs. 13% <i>Espessura muscular</i> Extensores de joelho: 6% vs. 6% Flexores de cotovelo: 5% vs. 7% <i>Atividade EMG máxima isométrica</i> Extensores de joelho: VL: 28% vs. 16% RF: 34% vs. 31% <i>Economia neuromuscular (atividade EMG 40% da CIVM)</i> VL: 5% vs. 6% RF: 17% vs. 12%

Nota: Os percentuais citados nos resultados dos estudos indicam melhora estatisticamente significativa na variável correspondente.

## 2.4. EFEITO DE INTERFERÊNCIA NO TREINAMENTO COMBINADO

Como já enfatizado anteriormente, o treinamento combinado tem um papel muito importante na redução dos declínios na capacidade física associados ao processo de envelhecimento (Wood et al., 2001; Izquierdo et al., 2004; Cadore et al., 2011). Tal importância está relacionada ao fato de que esse tipo de treinamento irá acarretar em concomitantes adaptações positivas aos sistemas neuromuscular e cardiovascular, os quais vão se tornando debilitados ao longo desse processo, o que, conseqüentemente, acaba reduzindo a capacidade funcional de indivíduos idosos (Fleg & Lakatta, 1988; Izquierdo et al., 2003).

Todavia, sabe-se que o trabalho que objetiva o incremento do desempenho neuromuscular (treino de força) e que o trabalho que visa à melhora no condicionamento cardiorrespiratório (treino aeróbio), estimulam o organismo de maneiras distintas. Quando se objetiva força, o músculo esquelético é treinado em atividades de curta duração, utilizando níveis de força máximos ou próximos a isso. Em contraste, o treinamento aeróbio requer que o indivíduo exerça força em níveis mais baixos e mantenha esse nível por períodos mais longos (Leveritt et al., 1999).

Em decorrência dos diferentes estímulos, a consequência será adaptações específicas e diferentes entre eles. Como respostas crônicas ao treinamento de força, ressalta-se o aumento no recrutamento máximo de unidades motoras, na taxa de disparo de potenciais de ação, e da excitabilidade dos motoneurônios espinais, bem como hipertrofia da célula muscular, alterações que irão resultar em uma maior produção de força e potência nos indivíduos (Kraemer et al., 1995; Kamen & Knight 2004; Izquierdo et al. 2001). Já o treinamento aeróbio irá acarretar em aumento da biogênese mitocondrial, do conteúdo de mioglobina, da densidade capilar, dos estoques de substrato, da atividade de enzimas oxidativas e do débito cardíaco máximo, efeitos que irão desencadear adaptações centrais e periféricas que aumentam o  $VO_{2máx}$  e a habilidade do músculo de gerar energia pelo metabolismo oxidativo (Seals et al., 1984; Meredith et al., 1989; Beere et al., 1999).

Assim sendo, as adaptações advindas dos diferentes treinamentos podem acabar por competir entre si, fazendo com que a combinação dos treinos de força e aeróbio resulte em ganhos de força e potência inferiores quando comparados aos ganhos oriundos do treinamento de força realizado de maneira isolada (Kraemer et al. 1995; Bell et al. 2000; Häkkinen et al. 2003; Cadore et al. 2010). Tal fenômeno é denominado na literatura como “efeito de interferência”, e ocorre provavelmente devido à influência negativa do treinamento aeróbio nas adaptações neuromusculares induzidas pelo treinamento de força (Kraemer et al. 1995).

De acordo com a literatura, existem alguns mecanismos principais apontados como responsáveis pelo efeito do treinamento aeróbio no incremento do desempenho neuromuscular. Dentre eles, destacam-se a interferência nas adaptações neurais, o baixo conteúdo de glicogênio e consequente estado catabólico crônico, o que pode levar ao *overtraining* acarretando em interferência no *turnover* proteico das fibras utilizadas nos dois tipos de treinamento, o que acaba por induzir a uma magnitude inferior de hipertrofia muscular, principalmente nas fibras de contração lenta. Ainda, salienta-se que a fadiga gerada pelo treinamento aeróbio acaba por comprometer o desempenho no treinamento de força, quando este é realizado após o aeróbio em uma mesma sessão (Nader, 2006).

Contudo, é importante observar que a literatura é mais escassa em relação a tais investigações com indivíduos idosos em comparação a jovens, porém estudos já exploraram esses efeitos em indivíduos idosos (Izquierdo et al. 2004; Cadore et al. 2010, 2011; Holviala et al. 2010; Sillampää et al. 2008; Karavirta et al. 2011). Geralmente, os estudos que realizaram tais investigações utilizam três grupos de treinamento: força (TF), aeróbio (TA) e combinado (força + aeróbio) (TC) (Wilson et al., 2012).

Dentro desse contexto, em relação à influência do treinamento combinado na força muscular de idosos, estudos na literatura realizaram investigações utilizando periodizações semelhantes, com homens idosos, com duração de 21 semanas (Karavirta et al., 2009, 2011; Sillampää et al., 2008, 2009; Holviala et al., 2010, 2012). Nesses estudos, foi utilizada uma frequência de duas vezes por semana de treinamento de força para o grupo que treinava força isoladamente e para grupo que realizava o treinamento combinado, entretanto, o grupo combinado realizava mais

duas sessões semanais de treinamento aeróbio. Cabe ressaltar que o volume do treinamento de força para ambos os grupos era semelhante. Como resultados desses estudos, verificou-se não haver diferenças nos ganhos de 1RM desencadeados pelos dois tipos de treinamento (com incrementos na faixa de 20-23%). Destaca-se que, no grupo combinado, os treinamentos de força e aeróbio eram realizados em dias distintos, o que pode ter prevenido a influência da fadiga residual de um tipo de exercício no outro.

Todavia, o estudo de Izquierdo et al. (2004), em um treinamento de 16 semanas com homens idosos, período inferior aos demais estudos supracitados, adotaram uma estratégia diferente. Nessa investigação, os sujeitos que realizavam o treino de força isolado o faziam em duas sessões semanais, enquanto os indivíduos do grupo que executava o treinamento combinado realizavam uma sessão semanal de treinamento de força e uma sessão de treinamento aeróbio. Foram observados aumentos significativos no 1RM dos sujeitos (TF: 41% TC: 38%), bem como na espessura muscular (TF e TC: 11%), sem diferenças entre os grupos, sugerindo que uma frequência semanal mínima de treinamento combinado pode ser um estímulo ótimo para promover ganhos de força em sujeitos idosos previamente destreinados.

Ao aumentar a frequência semanal para três sessões, nas quais o treinamento combinado era realizado com as duas modalidades na mesma sessão, Cadore et al. (2010) encontraram maiores ganhos de 1RM no grupo que realizou o treinamento de força isolado em comparação ao grupo de treinamento combinado (67% vs. 41%), após 12 semanas de intervenção. Além disso, observou-se um incremento significativo na ativação EMG isométrica máxima de extensores de joelho (30%) apenas no grupo que realizou o treinamento de força isolado, tendo esse grupo também atingido uma economia neuromuscular superior ao final do período de treinamento.

Contudo, salienta-se que, apesar da interferência, a magnitude dos ganhos do treinamento combinado foi semelhante a dos estudos citados anteriormente, com os mesmos ganhos de força ocorrendo em um período mais curto de tempo (12 vs. 21 semanas) (Karavirta et al. 2009, 2011; Holviala et al. 2010, 2012, Sillampää et al. 2008, 2009). Sendo assim, é possível que uma frequência semanal superior resulte em uma maior velocidade de desenvolvimento das adaptações de força, mesmo

com a ocorrência do efeito de interferência. Ainda, é importante salientar que a maior atividade neuromuscular observada no TF em comparação ao TC ocorreu paralelamente aos maiores ganhos de força, sugerindo que o efeito de interferência ocorreu, pelo menos em parte, devido a prejuízos nas adaptações neurais (Cadore et al., 2010).

Já no que diz respeito às adaptações cardiovasculares ao treinamento combinado, a literatura demonstra aumentos de 10-18% no  $VO_{2máx}$  e na carga máxima atingida em teste de esforço máximo em ciclo ergômetro, de sujeitos idosos que participaram de períodos de 12 a 21 semanas de treinamento, com frequência semanal de duas a três sessões (Wood et al., 2001; Izquierdo et al., 2004; Sillampää et al., 2009; Holviala et al., 2010; Cadore et al., 2010; Karavirta et al., 2011). Além disso, os estudos demonstram não haver diferenças nas adaptações cardiovasculares induzidas pelo TC e pelo TA isolado em homens idosos após 21 semanas de treinamento, com duas sessões semanais, sendo os incrementos na faixa de 10-12% (Sillampää et al., 2008; Karavirta et al., 2009).

Cadore et al. (2010) demonstram resultados com o mesmo comportamento, após 12 semanas de intervenção, mesmo com três sessões semanais, entretanto, com aumentos superiores aos citados anteriormente (20-22%). Ainda, Izquierdo et al. (2004), também verificou incrementos semelhantes entre os grupos, com apenas uma sessão semanal de cada modalidade no grupo TC e duas sessões no grupo que realizava o TA isoladamente (23-28%). Ressalta-se ainda, que nos estudos citados, apenas suaves alterações no  $VO_{2máx}$  foram observadas quando os indivíduos realizaram TF isolado, reforçando a ideia de que a combinação de TF e TA em idosos é necessária para melhorar tanto a função neuromuscular quanto cardiorrespiratória.

A partir dos resultados verificados na literatura, é possível confirmar a importância da combinação do treinamento aeróbio ao de força para incrementar as funções neuromusculares e cardiorrespiratórias, e, conseqüentemente a capacidade funcional no processo de envelhecimento. Além disso, observa-se que o efeito de interferência pode ser observado quando um volume semanal moderado é realizado (ex.: três sessões semanais) e parece estar relacionado a prejuízos nas adaptações neurais. Todavia, no meio aquático, o comportamento da força muscular e da



capacidade cardiorrespiratória, frente a um treinamento combinado, podendo ser comparado a um treinamento de força e um aeróbio, realizados de forma isolada, como é amplamente encontrado em estudos realizados no meio terrestre, ainda não é conhecido. Apenas os estudos de Pinto et al. (2014) e Pinto (2013) foram encontrados que abordaram o efeito da interferência no meio aquático, entretanto, sem comparar com os efeitos das modalidades isoladas, mas investigando o efeito da ordem de execução das mesmas quando realizadas em uma mesma sessão. Trazendo à tona, dessa forma, a necessidade do presente problema de pesquisa, que visa investigar os efeitos desses três tipos de treinamento e verificar de que forma essas variáveis se comportam frente aos diferentes estímulos.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho caracteriza-se como um estudo de intervenção experimental de corte longitudinal.

#### 3.1. AMOSTRA

A amostra foi composta por mulheres idosas, saudáveis e que não estavam engajadas em um treinamento aeróbio ou de força regular e sistemático por pelo menos seis meses anteriormente ao início desse estudo. Além disso, essas mulheres não poderiam ser fumantes, apresentar histórico de doenças cardiovasculares, endócrinas, metabólicas ou neuromusculares e também não poderiam utilizar algum tipo de medicamento com influência no sistema cardiorrespiratório e/ou neuromuscular (com exceção de hipertensão controlada). Além disso, as que apresentaram duas faltas consecutivas nas sessões de treinamento e as que obtiveram uma frequência de treino inferior a 80% tiveram seus dados excluídos do estudo. O “n” amostral foi definido em 13 sujeitos para cada grupo, com base no estudo de Pinto et al. (2014), devido à semelhança metodológica com o presente estudo, e aos poderes estatísticos obtidos em suas medidas, de 85-99,9% para força muscular dinâmica máxima e de 67-68% para o sinal eletromiográfico. Os indivíduos foram contatados através de comunicação oral para este trabalho e selecionados de forma não aleatória, por voluntariedade. Foi feito um anúncio em jornais de grande circulação da cidade de Porto Alegre - RS com intuito de divulgar a pesquisa, bem como distribuídos cartazes na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Todas as mulheres realizaram previamente à participação nesse estudo uma avaliação médica envolvendo uma anamnese clínica e um eletrocardiograma de esforço. Cada sujeito, para participar da pesquisa, leu e assinou um termo de consentimento livre esclarecido (ANEXO A), no qual constavam todas as informações pertinentes ao estudo, o qual foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (parecer nº 648.638). Os indivíduos selecionados foram divididos em três grupos: grupo de mulheres que realizou um treinamento combinado na hidroginástica, grupo de mulheres que

realizou um treinamento de força na hidroginástica, e grupo de mulheres que realizou um treinamento aeróbio na hidroginástica. Essa divisão foi feita por meio de randomização estratificada. Inicialmente foram coletados os dados de força muscular dinâmica máxima (1RM) para os músculos extensores do joelho, e, de acordo com valores de 1RM, foi estabelecido um ponto de corte e os indivíduos foram divididos em tercís. Após isso, os indivíduos de cada tercil foram distribuídos aleatoriamente entre os grupos do estudo. A randomização foi realizada pelo site <http://www.randomization.com>. Iniciaram o treinamento 14 sujeitos no grupo combinado, 15 no grupo força e 13 no grupo aeróbio, finalizando com 11, 13 e 11 sujeitos, respectivamente. A perda amostral de sete indivíduos ocorreu por motivos não relacionados ao treinamento executado, e sim por problemas de saúde ou de família que ocorreram ao longo do período de treinamento.

## 3.2. VARIÁVEIS

### 3.2.1. Variáveis dependentes

- Força muscular dinâmica máxima nos exercícios de extensão e flexão de joelhos (1RMext e 1RMflex)
- Resistência muscular localizada nos exercícios de extensão e flexão de joelhos (RMLext e RMLflex)
- Força muscular isométrica máxima de extensores de joelho (CVM)
- Atividade eletromiográfica (EMG) isométrica máxima dos músculos vasto lateral (VL) e reto femoral (RF)
- Economia neuromuscular dos músculos vasto lateral (VL) e reto femoral (RF)
- Consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2\text{pico}}$ )
- Consumo de oxigênio no primeiro limiar ventilatório ( $VO_{2LV1}$ )
- Consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório ( $VO_{2LV2}$ )
- Tempo de exaustão (TE)
- Frequência cardíaca de repouso (FCrep)
- Testes funcionais:
  - Tempo no teste *8-foot Up and go (8-foot)*;
  - Teste de sentar e levantar;

- Teste de sentar e alcançar.

### **3.2.2. Variáveis independentes**

- Tipo de treinamento
  - Treinamento combinado (TC)
  - Treinamento de força (TF)
  - Treinamento aeróbio (TA)

### **3.2.3. Variáveis de controle**

- Temperatura da água (31 e 32°)
- Profundidade de imersão (entre processo xifoide e ombros)

### **3.2.4. Variáveis de caracterização da amostra**

- Idade
- Estatura
- Massa corporal
- Gordura corporal

### **3.2.5. Tratamento das variáveis independentes**

O período de treinamento desse estudo teve duração de 12 semanas e os três grupos treinaram sempre duas vezes por semana, em dias não consecutivos, no Centro Natatório da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EsEF - UFRGS). Os três grupos experimentais, TC, TF e TA, realizaram suas sessões de treinamento em horários distintos na piscina, as quais tiveram duração máxima de 50 min. As aulas foram sempre ministradas pelo mesmo professor, com o auxílio de um monitor, ambos experientes na prática de hidroginástica.

Anteriormente ao início do treinamento, uma subamostra das participantes (n=9) foi submetida a um período controle, correspondente a quatro semanas, em

que realizaram avaliações antes e após esse período, para avaliar o comportamento das variáveis dependentes selecionadas para o estudo sem a intervenção do treinamento. Para tanto, foi selecionado um teste representativo para cada um dos grupos de variáveis principais: teste da força muscular dinâmica máxima (1RM) e teste de esforço máximo em cicloergômetro. Logo, os indivíduos que fizeram parte dessa etapa, realizaram as avaliações pré-treinamento em duas ocasiões diferentes (semana -5 e semana 0), procedimento que deve ser utilizado na ausência de um grupo controle no modelo experimental (Häkkinen et al., 2003). Além disso, as mesmas avaliações, somadas às demais incluídas nesse trabalho, foram realizadas por todos os sujeitos na semana 0, e repetidas na semana 13, que correspondem ao início e ao término do treinamento, respectivamente. O cronograma das avaliações pode ser visualizado de forma esquemática no quadro 4.

Quadro 4 – Cronograma das avaliações.

Semana -6	Semana -5	Semana -4	Semana -1	Semana 0	Semana 1	Semana 12	Semana 13
	1 <sup>a</sup> Avaliação			2 <sup>a</sup> avaliação			3 <sup>a</sup> Avaliação
Familiarização		Período controle			Início do treinamento	Final do treinamento	

### 3.3. PROGRAMA DE TREINAMENTO

Para o grupo que realizou o treinamento combinado na hidroginástica, foi realizada uma periodização tanto para a parte de treinamento aeróbio da aula, quanto para a parte referente ao treinamento de força, diferentemente do grupo de treinamento de força, para o qual foi periodizado apenas o treino de força, bem como do grupo de treinamento aeróbio, para o qual foi periodizado apenas o treinamento aeróbio. Contudo, cabe ressaltar que exatamente o mesmo protocolo de treinamento de força foi utilizado para os grupos TC e TF, da mesma forma que o mesmo protocolo de treinamento aeróbio foi utilizado para os grupos TC e TA. Além disso, o treinamento combinado iniciou sempre com o treinamento aeróbio seguido do treinamento de força, para que fosse potencializada a possibilidade de se encontrar o efeito de interferência (como foi demonstrado no estudo de Pinto et al., 2014, que a realização do treinamento de força antes do aeróbio intensifica os

ganhos de força em comparação à ordem inversa), e, assim, se o mesmo fosse verificado, medir em que magnitude influencia nas adaptações decorrentes dos treinamentos.

As sessões de treinamento, independentemente do grupo experimental em questão, foram sempre compostas de um aquecimento articular padronizado com duração de 10 min, parte principal (treinamento combinado/ treinamento de força/ treinamento aeróbio), e alongamento também padronizado com duração de 10 min.

### 3.3.1. Treinamento aeróbio

Para o controle da intensidade do treinamento aeróbio foi utilizada uma zona relativa à frequência cardíaca no segundo limiar ventilatório (FCLV2), que ficou entre 90-100% da mesma, dependendo da fase da periodização, e o mesmo foi executado de forma contínua, sem intervalo entre os exercícios. Foram utilizados cinco exercícios de membros inferiores, sendo eles o chute frontal, a corrida estacionária, a corrida posterior, o deslize frontal e a elevação posterior (figura 1). Para determinação da FCLV2 foi realizado um teste máximo no meio aquático na semana 0 e na semana 6 (para reajuste da FCLV2), com o exercício de corrida estacionária, visto que o estudo de Almada et al. (2014) demonstrou que não existe diferença significativa no %FCLV2 analisado a partir de um protocolo de teste de esforço máximo no meio aquático para esse cinco exercícios.

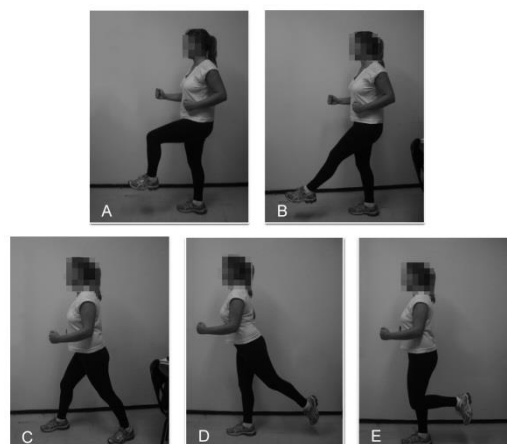


Figura 1 – Exercícios aeróbios: (A) Corrida estacionária, (B) chute frontal, (C) deslize frontal, (D) elevação posterior, e (E) corrida posterior.

O volume do treinamento foi mantido em 20 min ao longo das 12 semanas, nos quais cada exercício foi realizado duas vezes durante 2 min. Nas primeiras seis semanas, a intensidade utilizada foi de 90-95% da FCLV2, passando para 95-100% da FCLV2 nas últimas seis semanas. A periodização do treinamento aeróbio pode ser visualizada no quadro 5.

Quadro 5 – Periodização de 12 semanas do treinamento aeróbio.

Semana	Séries	Exercício	Duração	Volume total	Intensidade
1	2	Corrida estacionária	2 min	20 min	90-95%FCLV2
2		Deslize frontal	2 min		
3		Chute Frontal	2 min		
4		Corrida posterior	2 min		
5		Elevação posterior	2 min		
6					
7	2	Corrida estacionária	2 min	20 min	95-100%FCLV2
8		Deslize frontal	2 min		
9		Chute Frontal	2 min		
10		Corrida posterior	2 min		
11		Elevação posterior	2 min		
12					

### 3.3.2. Treinamento de força

A intensidade do treinamento de força foi correspondente à máxima velocidade de execução, com volume total variando de acordo com o período de treino. Foram utilizados dois blocos de exercício, sendo o bloco 1 correspondente à flexão e extensão de cotovelos (bilateral) e à flexão e extensão do quadril (unilateral) (figura 2), e o bloco 2 correspondente à flexão e extensão de ombros (bilateral) e à flexão e extensão de joelhos (unilateral) (figura 3). Nas primeiras quatro semanas de treinamento, foram realizadas 2 séries de 30 s para os exercícios de cada bloco, com 1 min de intervalo entre as séries, passando para 3 séries de 20 s nas semanas 5-8, com 1 min e 20 s de intervalo entre as séries, e para 4 séries de 10 s, com 1 min e 40 s de intervalo entre as séries nas últimas quatro semanas. O intervalo entre os blocos foi mantido em 1 min em todas as etapas do treinamento e os 2 min de descanso necessários para cada grupo muscular começavam a ser contabilizados na troca do exercício, salienta-se ainda que todos os intervalos foram passivos. A

periodização do treinamento de força pode ser visualizada no quadro 6. Para complementar o tempo de aula, foram realizadas atividades recreativas padronizadas, na intensidade correspondente ao IEP 9 da escala de Borg (muito leve), com a qual foram familiarizadas previamente.

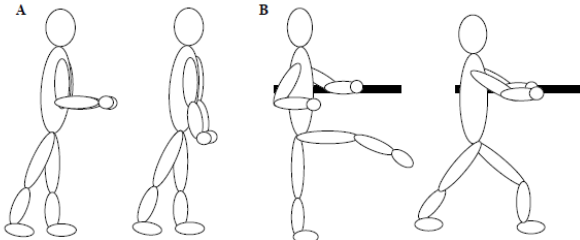


Figura 2 – Bloco 1: (A) Exercícios de flexão e extensão de cotovelos (bilateral) e (B) flexão e extensão de quadril (unilateral).

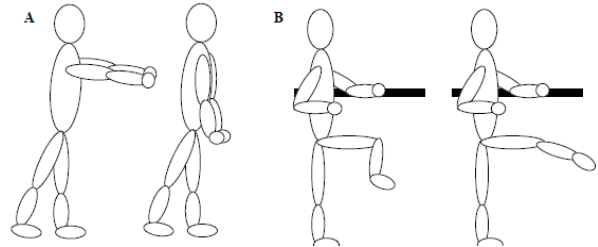


Figura 3 – Bloco 2: (A) Exercícios de flexão e extensão de ombros (bilateral) e (B) flexão e extensão de joelhos (unilateral).

Quadro 6 – Periodização de 12 semanas do treinamento de força.

Semana	Séries	Bloco de exercícios	Duração	Volume total	Intensidade	Intervalo entre séries	Intervalo entre blocos
1 2 3 4	2	Bloco 1: Flex/ext cotovelos Flex/ext quadril D Flex/ext quadril E	30 s 30 s 30 s	10 min	Máxima velocidade	1 min (passivo)	1 min (passivo)
	2	Bloco 2: Flex/ext ombros Flex/ext joelho D Flex/ext joelho E	30 s 30 s 30 s				
5 6 7 8	3	Bloco 1: Flex/ext cotovelos Flex/ext quadril D Flex/ext quadril E	20 s 20 s 20 s	13 min 20 s	Máxima velocidade	1 min 20 s (passivo)	1 min (passivo)
	3	Bloco 2: Flex/ext ombros Flex/ext joelho D Flex/ext joelho E	20 s 20 s 20 s				
9 10 11 12	4	Bloco 1: Flex/ext cotovelos Flex/ext quadril D Flex/ext quadril E	10 s 10 s 10 s	15 min	Máxima velocidade	1 min 40 s (passivo)	1 min (passivo)
	4	Bloco 2: Flex/ext ombros Flex/ext joelho D Flex/ext joelho E	10 s 10 s 10 s				

Nota: Os 2 min de descanso por grupo muscular começam a ser contabilizados na troca de exercício.



### **3.3.3. Treinamento combinado**

Esse treinamento consistiu na combinação do protocolo de treinamento, aeróbio com o protocolo do treinamento de força, sendo realizado nessa ordem. Salienta-se que a mesma periodização de ambas as valências físicas, apresentadas nos quadros 4 e 5 foi adotada para o treinamento combinado, bem como a mesma estrutura de aula.

## **3.4. INSTRUMENTOS DE MEDIDAS E PROTOCOLOS DE TESTES**

Para o desenvolvimento dos procedimentos metodológicos desse trabalho foram utilizados equipamentos do Laboratório de Pesquisa do Exercício da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LAPEX - UFRGS), onde os sujeitos compareceram para suas avaliações quatro semanas antes do início do treinamento (semana -5), no início do treinamento (semana 0), e no final do treinamento (semana 13), e o treinamento propriamente dito foi realizado no Centro Natatório da EsEF-UFRGS. Todos os protocolos de testes foram aplicados por avaliadores que não tinham conhecimento sobre qual grupo o sujeito pertencia (de forma cega).

### **3.4.1. Familiarização**

Os indivíduos participaram de duas sessões de familiarização anteriormente às avaliações. Na primeira sessão os mesmos foram familiarizados com os protocolos de teste de esforço máximo e com o teste de 1RM. Na segunda sessão foi realizada novamente a familiarização com o teste de 1RM. Além disso, os sujeitos realizaram quatro sessões de familiarização com os exercícios de hidroginástica no meio aquático.

### **3.4.2. Avaliação da composição corporal**

Primeiramente foram realizadas medidas de massa e estatura das participantes através de uma balança digital (FILIZOLA, resolução de 100 gramas) e um estadiômetro manual acoplado a mesma (FILIZOLA, resolução 1 mm), respectivamente. Após, foram medidas as dobras cutâneas tricipital, subescapular, peitoral, axilar-média, supra-ílica, abdominal e coxa com um plicômetro da marca LANGE, com resolução de 1 mm. A partir desses dados foi estimada a densidade corporal através do protocolo de dobras cutâneas proposto por Jackson et al. (1980), e na sequência, a composição corporal foi calculada por meio da fórmula de Siri (1993). As dobras foram medidas em forma de circuito, totalizando no máximo três medidas para cada dobra cutânea.

### **3.4.3. Teste de esforço máximo em cicloergômetro**

Os sujeitos realizaram um teste máximo incremental em um ciclo ergômetro (Cybex, USA), com o intuito de determinar  $VO_{2\text{pico}}$ ,  $VO_{2LV1}$  e  $VO_{2LV2}$ . Os sujeitos iniciaram pedalando em uma carga de 25 Watts durante 3 min, e, após, foram feitos incrementos de 25 Watts a cada 2 min até a exaustão. A cadência foi estabelecida em um intervalo entre 60 e 65 rotações por minuto (rpm). O teste foi interrompido quando o sujeito indicava sua exaustão através de um sinal manual ou quando não estivesse mais conseguindo pedalar na cadência estabelecida. Os gases respiratórios foram coletados através de um analisador de gases portátil do tipo caixa de mistura (VO2000, MedGraphics, Ann Arbor, USA), que era previamente calibrado antes de cada sessão de acordo com as especificações do fabricante. A taxa de amostragem para os gases respiratórios foi de um ponto a cada 10 s, e o *software Breeze* foi utilizado para aquisição das medidas. Esse procedimento foi acompanhado por um médico, funcionário do Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física da UFRGS e esteve sempre disponível no laboratório uma linha telefônica para a Assistência Médica de Emergência, devido aos riscos oferecidos pelo teste em questão, sendo os seguintes: dor e cansaço muscular temporário, possibilidade de alterações na frequência cardíaca e na pressão arterial, ou mesmo um ataque do coração durante os testes.

#### **3.4.4. Teste de esforço máximo no meio aquático**

O estudo de Almada et al. (2014) demonstrou que não existe diferença significativa no %FCLV2 analisado a partir de um protocolo de teste de esforço máximo no meio aquático para os exercícios de chute frontal, corrida estacionária, corrida posterior, deslize frontal e elevação posterior, quando esses foram executados por mulheres pós-menopáusicas. À vista disso, no presente estudo foi realizado o teste de esforço máximo apenas com o exercício de corrida estacionária para determinação da FCLV2, a qual foi utilizada como indicador de intensidade no treinamento aeróbio, pois a partir do valor verificado foram traçados percentuais do mesmo de acordo com a fase do treinamento. Para tanto, a FC foi coletada através de um frequencímetro Polar (FS1, Polar, Shanghai, China). A taxa de amostragem para os dados de FC foi de um ponto a cada 10 s, plotados em um gráfico da FC em função do tempo. A partir desses dados foi realizada a determinação da FC correspondente ao LV2 utilizando-se do ponto de deflexão da FC no gráfico. O protocolo teve início com um aquecimento de 3 min na cadência de 85 batidas por minuto (bpm), havendo posteriormente um incremento de 15 bpm na cadência a cada 2 min, até que os indivíduos chegassem à exaustão. A interrupção do teste ocorria quando as avaliadas indicavam a sua exaustão, por meio de um sinal manual, ou quando não conseguissem manter o ritmo proposto na amplitude de movimento correta, a qual foi controlada em 90° de flexão do quadril e joelho. Para determinação do ritmo de execução do exercício, as cadências foram gravadas em ordem crescente (85-205 bpm) em um *compact disc* (CD).

#### **3.4.5. Teste de força muscular dinâmica máxima (1RM)**

A força muscular dinâmica máxima foi avaliada através do teste de uma repetição máxima nos exercícios de extensão e flexão de joelhos bilateral (Taurus, Brasil). O valor de 1RM foi considerado como a máxima carga possível de se realizar uma repetição na fase concêntrica do movimento. No dia do teste, os sujeitos realizaram um aquecimento de 5 min em cicloergômetro, e aquecimento específico com os exercícios testados. A carga máxima de cada sujeito foi determinada em no

máximo cinco tentativas, com intervalo de 4 min entre as mesmas. O ritmo de cada contração (concêntrica e excêntrica) foi controlada em 2 s e através de um metrônomo (MA-30, KORG, Tokyo, Japan).

#### **3.4.6. Resistência muscular localizada (RML)**

A resistência muscular localizada para membros inferiores foi mensurada nos mesmos exercícios do teste de 1RM, para tanto, foi selecionada uma carga correspondente a 60% do valor de 1RM (pré-treinamento) do exercício e o indivíduo deveria realizar o máximo de repetições possíveis para a carga selecionada. O número de repetições realizadas foi registrado como resultado final. O tempo de execução de cada repetição foi controlado (2 s para fase concêntrica e 2 s para a fase excêntrica) por um metrônomo eletrônico (Quartz, CA, USA) e o teste foi realizado com apenas uma tentativa.

#### **3.4.7. Atividade eletromiográfica (EMG) máxima nas contrações isométricas**

Essa avaliação foi realizada para a mensuração da ativação máxima do sinal eletromiográfico e da força muscular isométrica máxima (CVM), dos músculos vasto lateral e reto femoral. Para realizar esse teste, foram utilizados uma célula de carga e um eletromiógrafo (Miotool 400), ambos da marca MIOTEC, e eletrodos de superfície (Medi-trace, KENDALL). Inicialmente realizou-se a preparação da pele e posicionamento dos eletrodos conforme as recomendações do *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM). Para realizar a avaliação dos extensores do joelho, os indivíduos foram posicionados em uma cadeira extensora, com o quadril flexionado a 90° e joelho flexionado a 60°, e uma célula de carga foi acoplada ao equipamento. Para execução da CVM, os sujeitos foram instruídos a realizar a maior força possível com o membro inferior do lado direito, o mais rápido possível, durante 5 s. Foram realizadas três tentativas, com intervalo de 3 min entre cada uma. Ao final da sessão, foi feito o mapeamento do posicionamento dos eletrodos através de sinais da pele e pontos anatômicos em uma lâmina transparente, para que os mesmos fossem reposicionados no mesmo local nas avaliações pós-treinamento. (Narici et al., 1989).

### 3.4.8. Economia neuromuscular

A economia neuromuscular foi avaliada para os músculos reto femoral e vasto lateral após o teste de força isométrica. Com base na CVM de maior valor obtida no teste de força muscular isométrica máxima, o indivíduo deveria realizar uma contração sustentada por 10 s a uma intensidade submáxima de 50% do valor da CVM, com auxílio de *feedback* visual. Foi exigido que durante essa contração se atingisse uma estabilização de 5 s, para que desses 5 fosse utilizado 1 s para análise posterior. O sinal EMG foi gravado durante a contração. É importante salientar que na semana 13 a medida da economia neuromuscular foi realizada com o mesmo valor absoluto de CVM encontrado no período pré-treinamento.

### 3.4.9. Testes funcionais

Alguns testes funcionais da bateria de testes proposta por Rikli & Jones (1999) foram utilizados para avaliação da capacidade funcional dos indivíduos:

*8-foot Up and Go (8-foot)*: Sentado em uma cadeira, ao comando do avaliador, precisa levantar, caminhar 2,44m, contornar um obstáculo, retornar e sentar novamente na cadeira. O teste deveria ser feito na máxima velocidade de caminhada (sem correr). O tempo em segundos foi registrado para análise. Três tentativas foram realizadas, sendo escolhida a de menor valor.

*Sentar e levantar*: Sentado em uma cadeira e com os braços cruzados na altura do peito, ao comando do avaliador, o indivíduo deveria sentar e levantar da cadeira o máximo número de vezes dentro de um período de 30 s. O número de repetições foi registrado para análise, teste realizado em apenas uma tentativa.

*Sentar e alcançar*: Sentado em uma cadeira, o indivíduo deveria flexionar o quadril com o joelho estendido e levar os dois braços em direção ao pé. A distância em cm entre o pé e as mãos era medida com uma régua (valores negativos se as mãos não estiverem tocando o pé e positivos quando as mesmas o ultrapassarem) e registrada para análise. Teste realizado em apenas uma tentativa.

### 3.5. TRATAMENTO DOS DADOS

#### 3.5.1. Dados cardiorrespiratórios nos testes de esforço máximo

O valor máximo de  $VO_2$  ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) obtido perto da exaustão foi considerado o  $VO_{2pico}$ . O primeiro limiar ventilatório (LV1) e o segundo limiar ventilatório (LV2) foram determinados pela curva de ventilação versus intensidade, e confirmados através dos equivalentes ventilatórios de  $O_2$  ( $VE/VO_2$ ) e de  $CO_2$  ( $VE/VCO_2$ ), respectivamente (Davis, 1985; Wasserman et al., 1973). Dois fisiologistas experientes e independentes detectaram por inspeção visual os limiares. Caso eles não viessem a concordar na determinação dos pontos, a opinião de um terceiro fisiologista era solicitada (Hug et al., 2004). O teste foi considerado válido quando dois dos seguintes critérios fossem alcançados: atingir a frequência cardíaca máxima estimada pela idade ( $220 - idade$ ), obter um valor de taxa de troca respiratória (RER) maior que 1,15 e apresentar uma taxa respiratória máxima maior do que 35 respirações por minuto (Howley et al., 1995). Já para a determinação da frequência cardíaca referente ao segundo limiar ventilatório no teste máximo em meio aquático, foi utilizado o ponto de deflexão da frequência cardíaca (Conconi et al., 1982).

#### 3.5.2. Sinal eletromiográfico

A avaliação do sinal EMG foi feita durante a CVM. O sinal captado pelo eletromiógrafo foi gravado em um microcomputador no *software* de aquisição de dados *Miograph*. Posteriormente os arquivos foram exportados para análise no *software* SAD32, onde primeiramente foi realizada a remoção dos componentes contínuos do sinal EMG. Em seguida, realizava-se a filtragem digital do sinal, utilizando um filtro do tipo Passa-banda *Butterworth*, de 5ª ordem, com frequências de corte entre 20 e 500 Hz. Para análise da CVM e da contração submáxima, foi feito um recorte de 1 s onde a curva de força estabilizava, para a obtenção do valor *root mean square* (RMS).

O sinal de força também foi captado pelo eletromiógrafo e gravado em um microcomputador no *software* de aquisição de dados *Miograph*. Os arquivos foram exportados para análise no *software* SAD32, onde foi feita a filtragem digital do sinal, utilizando um filtro do tipo Passa-baixa *Butterworth*, de 5ª ordem, com frequência de corte de 9 Hz. Para análise foi utilizada a curva de maior valor, e foi feito um recorte de 1 s no momento em que o sinal estabilizava.

### 3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise dos dados do estudo, utilizou-se estatística descritiva, através de média e desvio-padrão (DP). Teste de *Shapiro-wilk* para verificar a normalidade e teste de *Levene* para homogeneidade da amostra. Os dados de caracterização da amostra foram analisados utilizando uma Anova *one-way* com teste complementar de Bonferroni. Para a comparação entre os momentos (pré e pós-treinamento) e entre os grupos (TC, TF e TA) utilizou-se a *Generalized Estimating Equations* (GEE) e teste *post-hoc* de Bonferroni. Ainda, para verificar o comportamento das variáveis no período controle foi utilizado o teste *t* de *Student* para amostras pareadas, e, além disso, para os valores de força muscular dinâmica máxima, foi realizado um teste de coeficiente de correlação intraclasse (ICC) para verificar a reprodutibilidade das medidas. O nível de significância adotado foi de  $\alpha=0,05$ , e os dados foram rodados no pacote estatístico SPSS versão 20.0.

## 4 RESULTADOS

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A tabela 1 apresenta as médias e desvios padrão (DP) das variáveis de caracterização da amostra (idade, estatura, massa corporal e percentual de gordura).

**Tabela 1.** Médias e desvios-padrão (DP) das variáveis de caracterização da amostra.

Variáveis	Grupo TA (n=11)		Grupo TF (n=13)		Grupo TC (n=11)		p
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
<b>Idade (anos)</b>	66,45	±4,23	67,86	±4,20	64,18	±3,60	0,092
<b>Estatura (m)</b>	155,81	±5,21	158,92	±5,26	157,08	±4,64	0,315
<b>Massa corporal (Kg)</b>	68,34	±10,63	67,81	±8,95	69,98	±11,09	0,863
<b>Gordura corporal (%)</b>	36,22	±3,80	35,34	±4,31	34,71	±4,34	0,698

### 4.2. VARIÁVEIS DEPENDENTES

Os resultados e a discussão do presente estudo serão apresentados em três tópicos: 1) Variáveis neuromusculares; 2) Variáveis cardiorrespiratórias; 3) Variáveis funcionais.

#### 4.2.1. Resultados variáveis neuromusculares

##### 4.2.1.1. Período controle

Os resultados das variáveis de força referentes ao período controle estão expostos na tabela 2. Não houve diferenças significativas na força muscular dinâmica máxima (1RM) de extensores e flexores de joelho da semana -4 para a semana -1 ( $p > 0,05$ ).



**Tabela 2.** Valores de médias e desvios-padrão (DP) da força muscular dinâmica (1RM) de extensão e flexão de joelho do período controle (semana -4 a -1).

Variáveis	SEMANA -4		SEMANA 0		p
	Média	DP	Média	DP	
1RMext (Kg)	57,89	±9,87	60,56	±11,19	0,106
1RMflex (Kg)	37,22	±7,40	37,67	±7,16	0,688

Além disso, para medir a reprodutibilidade dessas medidas no teste e re-teste, foi realizado o teste de coeficiente de correlação intraclassa (ICC). Os resultados demonstraram um valor de ICC=0,921 com  $p < 0,001$  para 1RMext e um valor de ICC=0,903 com  $p = 0,001$  para 1RMflex, demonstrando que ambos tiveram uma reprodutibilidade forte e significativa.

#### 4.2.1.2. Período de treinamento

##### 4.2.1.2.1. Força muscular dinâmica máxima (1RM - kg)

Foi possível observar, para os exercícios de extensão e flexão de joelhos, um efeito significativo do fator tempo ( $p < 0,05$ ) para todos os grupos, porém sem efeito significativo do grupo para flexores de joelho e na interação tempo\*grupo para ambos os exercícios ( $p > 0,05$ ). Entretanto, no exercício de extensão de joelhos foi indicada uma diferença significativa no fator grupo, todavia, ao verificar as respostas no *post-hoc* de Bonferroni, essas diferenças não são encontradas ( $p > 0,05$ ). Tais resultados demonstram, portanto, um aumento significativo nos valores de 1RM dos três grupos experimentais do período pré-treinamento para o pós-treinamento, sem diferenças entre eles. Os percentuais de aumento encontrados foram, para extensão e flexão de joelhos, respectivamente, 9% e 17% no grupo TA, 7% e 13% no grupo TF e 1% e 9% no grupo TC. Os resultados de força muscular dinâmica máxima estão apresentados na tabela 3.

**Tabela 3.** Valores de médias, desvios-padrão (DP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) das variáveis de força muscular dinâmica máxima (1RM), resistência muscular localizada (RML) e força muscular isométrica máxima (CVM) dos grupos aeróbio (TA), força (TF) e combinado (TC) antes e após o período de 12 semanas de treinamento.

Variáveis	Grupo (n)	PRÉ-TREINAMENTO		PÓS-TREINAMENTO		$\Delta\%$	Tempo	Grupo	Tempo*Grupo
		Média	DP	Média	DP				
1RMext (Kg)	TA (11)	51,00	$\pm 3,29$	55,50	$\pm 3,97$	9	0,001*	0,047	0,374
	TF (13)	53,64	$\pm 3,08$	57,29	$\pm 2,64$	7			
	TC (11)	62,00	$\pm 2,80$	62,92	$\pm 2,39$	1			
1RMflex (Kg)	TA (11)	31,10	$\pm 1,63$	36,40	$\pm 2,10$	17	<0,001*	0,052	0,570
	TF (13)	34,14	$\pm 1,81$	38,64	$\pm 1,43$	13			
	TC (11)	38,83	$\pm 2,43$	42,42	$\pm 2,12$	9			
RMLext (n° de rep)	TA (11)	12	$\pm 1$	13	$\pm 1$	8	0,002*	0,226	0,053
	TF (13)	12	$\pm 0$	14	$\pm 1$	17			
	TC (11)	11	$\pm 1$	12	$\pm 1$	9			
RMLflex (n° de rep)	TA (11)	16	$\pm 1$	17	$\pm 1$	6	0,002*	0,219	0,517
	TF (13)	15	$\pm 1$	17	$\pm 1$	13			
	TC (11)	14	$\pm 1$	16	$\pm 1$	14			
CVMext (Kg)	TA (11)	14,80	$\pm 1,40$	35,66	$\pm 3,25$	141	<0,001*	0,460	0,624
	TF (13)	18,90	$\pm 1,79$	36,96	$\pm 2,19$	96			
	TC (11)	18,55	$\pm 2,04$	39,44	$\pm 3,49$	113			

\* representa diferença estatisticamente significativa para  $p < 0,05$ .

#### 4.2.1.2.2. Resistência muscular localizada (RML)

Para a variável resistência muscular localizada, tanto no exercício de extensão quanto no de flexão de joelhos, foi possível observar um efeito significativo no tempo para todos os grupos de treinamento ( $p < 0,05$ ), demonstrando que todos os grupos incrementaram o número de repetições da situação pré-treinamento para a pós-treinamento. Além disso, observou-se que não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, nem interação significativa tempo\*grupo ( $p > 0,05$ ). Os percentuais de aumento encontrados foram, para extensão e flexão de joelhos, respectivamente, 8% e 6% no grupo TA, 17% e 13% no grupo TF e 9% e 14% no grupo TC. Os resultados referentes a RML podem ser visualizados na tabela 3.

#### 4.2.1.2.3. *Força muscular isométrica máxima (CVM)*

Os resultados referentes à força isométrica máxima de extensores de joelho também estão expostos na tabela 3. Essa variável demonstrou um efeito significativo do tempo ( $p < 0,05$ ) nos três grupos de treinamento, sem diferenças significativas entre os grupos e sem interação significativa tempo\*grupo ( $p > 0,05$ ). O aumento percentual encontrado para os grupos TA, TF e TC foi de 141%, 96% e 113%, respectivamente.

#### 4.2.1.2.4. *Atividade eletromiográfica isométrica máxima*

Para essa variável, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas no tempo, bem como entre os grupos e na interação tempo\*grupo ( $p > 0,05$ ), em todos os grupos de treinamento. Demonstrando uma manutenção nos valores do período pré-treinamento para o pós-treinamento, para os três grupos avaliados. Os resultados podem ser visualizados na tabela 4.

#### 4.2.1.2.5. *Economia neuromuscular*

Para a variável economia neuromuscular, tanto no músculo vasto lateral quanto no reto femoral foi encontrado efeito significativo do tempo, nos três grupos de treinamento ( $p < 0,05$ ), demonstrando que todos os grupos apresentaram uma redução significativa dos valores após as 12 semanas de treinamento. Entretanto, em relação ao fator grupo, foi encontrada diferença significativa apenas para o músculo vasto lateral, demonstrando que o grupo TA apresentou reduções significativamente inferiores ao grupo TF e semelhantes ao grupo TC no pós-treinamento ( $p < 0,05$ ), enquanto o reto femoral apresentou um comportamento semelhante entre os grupos. Além disso, não foi observada interação tempo\*grupo significativa. Os percentuais de melhora encontrados foram, para vasto lateral e reto femoral, respectivamente, 26% e 51% no grupo TA, 30% e 58% no grupo TF e 34% e 37% no grupo TC. Os resultados referentes à economia neuromuscular de extensores de joelho também podem ser visualizados na tabela 4.

**Tabela 4.** Valores de médias, desvios-padrão (DP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ), das variáveis atividade eletromiográfica isométrica máxima e da economia neuromuscular dos músculos vasto lateral (VL) e reto femoral (RF) dos grupos aeróbio (TA), força (TF) e combinado (TC) antes e após o período de 12 semanas de treinamento.

Variáveis	Grupo (n)	PRÉ-TREINAMENTO		PÓS-TREINAMENTO		$\Delta\%$	Tempo	Grupo	Tempo*Grupo
		Média	DP	Média	DP				
EMG VL (V)	TA (11)	123,45	$\pm 12,09$	137,19	$\pm 8,74$	11	0,425	0,102	0,215
	TF (13)	172,75	$\pm 19,95$	159,04	$\pm 16,90$	8			
	TC (11)	151,05	$\pm 29,98$	170,91	$\pm 24,17$	13			
EMG RF (V)	TA (11)	108,95	$\pm 11,35$	106,60	$\pm 8,44$	2	0,725	0,103	0,988
	TF (13)	143,36	$\pm 18,00$	138,63	$\pm 21,27$	3			
	TC (11)	146,08	$\pm 26,65$	142,01	$\pm 21,80$	3			
EMG VL 50% (%)	TA (11)	64,08	$\pm 5,71$	47,69 <sup>a</sup>	$\pm 4,89$	26	<0,001*	0,004*	0,347
	TF (13)	102,35	$\pm 9,42$	71,88 <sup>b</sup>	$\pm 9,81$	30			
	TC (11)	84,06	$\pm 13,61$	55,77 <sup>ab</sup>	$\pm 5,98$	34			
EMG RF 50% (%)	TA (11)	66,30	$\pm 6,62$	32,22	$\pm 3,27$	51	<0,001*	0,327	0,342
	TF (13)	72,63	$\pm 8,43$	44,95	$\pm 7,19$	58			
	TC (11)	82,88	$\pm 12,85$	35,53	$\pm 3,84$	37			

\* representa diferença estatisticamente significativa para  $p < 0,05$ .

Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

## 4.2.2. Resultados variáveis cardiorrespiratórias

### 4.2.2.1. Período controle

Os resultados das variáveis cardiorrespiratórias referentes ao período controle estão expostos na tabela 5. Não houve diferenças significativas no consumo de oxigênio referente ao primeiro e ao segundo limiar ventilatório ( $VO_2LV1$  e  $VO_2LV2$ ) bem como no consumo de oxigênio de pico da semana -4 para a semana -1 ( $p < 0,05$ ). Entretanto, nesse mesmo período, foi encontrado um aumento significativo na variável tempo de exaustão ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 5.** Valores de médias e desvios-padrão (DP) do consumo de oxigênio referente ao primeiro e a ao segundo limiar ventilatório ( $VO_2LV1$  e  $VO_2LV2$ ), do consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2pico}$ ) e do tempo de exaustão do período controle (semana -4 a 0).

Variáveis	SEMANA -4		SEMANA 0		p
	Média	±DP	Média	±DP	
$VO_2LV1$ ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )	15,94	8,29	12,10	3,76	0,307
$VO_2LV2$ ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )	18,58	2,67	17,50	4,15	0,544
$VO_{2pico}$ ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )	21,25	3,99	19,30	4,06	0,140
<b>Tempo de exaustão</b> <b>(min)</b>	7,13	0,83	8,36	1,66	0,045*

\* representa diferença estatisticamente significativa para  $p < 0,05$ .

#### 4.2.2.2. Período de treinamento

Os resultados de todas as variáveis cardiorrespiratórias podem ser visualizados na tabela 6.

**Tabela 6.** Valores de médias, desvios-padrão (DP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) da frequência cardíaca de repouso (FCrep), consumo de oxigênio referente ao primeiro e ao segundo limiar ventilatório ( $VO_2LV1$  e  $VO_2LV2$ ), consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2pico}$ ) e tempo de exaustão, dos grupos aeróbio (TA), força (TF) e combinado (TC) antes e após o período de 12 semanas de treinamento.

Variáveis	Grupo (n)	PRÉ- TREINAMENTO		PÓS- TREINAMENTO		$\Delta\%$	Tempo	Grupo	Tempo*Grupo
		Média	DP	Média	DP				
FCrep (bpm)	TA (11)	73	±3	65	±3	11	0,001*	0,728	0,184
	TF (13)	72	±2	71	±3	1			
	TC (11)	75	±3	70	±3	7			
$VO_2LV1$ ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )	TA (11)	11,79	±1,72	13,09	±0,90	11	0,435	0,723	0,234
	TF (13)	12,42	±0,95	11,00	±1,06	11			
	TC (11)	12,17	±0,65	10,59	±0,87	13			
$VO_2LV2$ ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )	TA (11)	17,00	±2,33	18,51	±1,64	9	0,138	0,982	0,676
	TF (13)	16,73	±1,05	19,24	±1,28	15			
	TC (11)	17,45	±0,86	18,16	±0,93	4			
$VO_{2pico}$ ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )	TA (11)	21,11	±1,77	21,89	±1,73	4	0,089	0,613	0,839
	TF (13)	18,73	±1,15	20,78	±1,24	11			
	TC (11)	19,59	±0,90	21,10	±1,13	8			
Tempo de exaustão (min)	TA (11)	8,16	±0,59	10,13	±0,73	24	<0,001*	0,103	0,501
	TF (13)	7,42	±0,60	9,21	±0,60	24			
	TC (11)	8,50	±0,35	10,81	±0,27	27			

\* representa diferença estatisticamente significativa para  $p < 0,05$ .

#### 4.2.2.2.1. *Frequência cardíaca de repouso ( $FC_{rep}$ )*

Em relação à frequência cardíaca de repouso, foi possível observar diferenças estatisticamente significativas no tempo ( $p < 0,05$ ) para todos os grupos de treinamento. Todavia, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos nem interação significativa tempo\*grupo ( $p > 0,05$ ). Demonstrando, dessa forma, que todos os grupos de treinamento obtiveram uma redução nos valores dessa variável do pré-treinamento para o pós-treinamento, sem diferenças entre eles em relação à magnitude dessa redução. A melhora percentual encontrada para os grupos TA, TF e TC foi de 11%, 1% e 7%, respectivamente. Os resultados referentes a essa variável podem ser visualizados na tabela 6.

#### 4.2.2.2.2. *Consumo de oxigênio referente ao primeiro e ao segundo limiar ventilatório ( $VO_{2LV1}$ e $VO_{2LV2}$ ) e consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2pico}$ )*

Para as variáveis consumo de oxigênio referente ao primeiro e ao segundo limiar ventilatório ( $VO_{2LV1}$  e  $VO_{2LV2}$ ) e consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2pico}$ ), não foram verificadas diferenças significativas no tempo, no grupo, e nem interação significativa tempo\*grupo ( $p > 0,05$ ), o que pode ser visualizado na tabela 6. Demonstrando, portanto, que houve uma manutenção dos valores referentes a essas variáveis do pré-treinamento para o pós-treinamento, em todos os grupos avaliados.

#### 4.2.2.2.3. *Tempo de exaustão*

Os resultados referentes ao tempo de exaustão atingido no teste de esforço máximo em cicloergômetro estão expostos na tabela 6. Foi possível observar diferenças significativas no tempo para todos os grupos analisados ( $p < 0,05$ ). Em relação aos grupos, não foram encontradas diferenças significativas, bem como interação significativa tempo\*grupo. Tais resultados demonstram que os três grupos incrementaram seus tempos de exaustão do período pré-treinamento para o pós-treinamento, na mesma magnitude, sendo os percentuais de aumento para os grupos TA, TF e TC de 24%, 24% e 27%, respectivamente.

### 4.2.3. Resultados variáveis funcionais

Os resultados referentes às variáveis funcionais podem ser visualizados na tabela 7.

**Tabela 7.** Médias, desvios-padrão (DP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) do desempenho nos testes de sentar e alcançar, sentar e levantar e 8-foot *Up and Go* (8-foot), dos grupos aeróbio (TA), força (TF) e combinado (TC), antes e após o período de 12 semanas de treinamento.

Variáveis	Grupo (n)	PRÉ-TREINAMENTO		PÓS-TREINAMENTO		$\Delta\%$	Tempo	Grupo	Tempo*Grupo
		Média	DP	Média	DP				
Sentar e alcançar (cm)	TA (11)	-3,45	$\pm 2,82$	2,86	$\pm 3,41$	186	0,001*	0,956	0,444
	TF (13)	-1,08	$\pm 2,13$	1,15	$\pm 2,22$	206			
	TC (11)	-0,82	$\pm 2,48$	2,33	$\pm 2,52$	384			
Sentar e levantar (n° de rep)	TA (11)	13	$\pm 1$	15	$\pm 1$	15	<0,001*	0,493	0,502
	TF (13)	11	$\pm 1$	15	$\pm 1$	36			
	TC (11)	12	$\pm 1$	14	$\pm 0$	17			
8-foot (s)	TA (11)	6,33	$\pm 0,19$	6,28	$\pm 0,27$	1	0,716	0,302	0,872
	TF (13)	6,32	$\pm 0,21$	6,25	$\pm 0,19$	1			
	TC (11)	5,98	$\pm 0,17$	6,01	$\pm 0,12$	1			

\* representa diferença estatisticamente significativa para  $p < 0,05$ .

#### 4.2.3.1 Sentar e alcançar

Os resultados referentes ao desempenho no teste de sentar e alcançar estão expostos na tabela 7. Foi possível observar um efeito significativo no tempo para todos os grupos de treinamento ( $p < 0,05$ ), entretanto, em relação aos grupos, não foram encontradas diferenças significativas, nem interação significativa tempo\*grupo ( $p > 0,05$ ). Demonstrando uma melhora nos valores atingidos durante o teste do pré-treinamento para o pós-treinamento, de maneira semelhante entres os grupos, sendo os percentuais de melhora para os grupos TA, TF e TC de 183%, 206% e 384%, respectivamente.

#### 4.2.3.2. Sentar e levantar

Os resultados referentes ao desempenho no teste de sentar e levantar também podem ser visualizados na tabela 7. Verificou-se um efeito significativo no tempo para todos os grupos de treinamento ( $p < 0,05$ ). Já em relação aos grupos, não

foram encontradas diferenças significativas, nem interação significativa tempo\*grupo ( $p>0,05$ ). Resultados que demonstram uma melhora nos valores atingidos durante o teste do pré-treinamento para o pós-treinamento, de maneira semelhante entres os grupos, sendo os percentuais de melhora para os grupos TA, TF e TC de 15%, 36% e 17%, respectivamente.

#### 4.2.3.3. *8-foot Up and Go (8-foot)*

Em relação ao teste *8-foot Up and Go*, não foram observadas diferenças significativas em relação ao tempo e ao grupo, nem interação significativa tempo\*grupo ( $p>0,05$ ). Resultado que demonstra que houve uma manutenção nos valores referentes ao desempenho nesse teste do período pré-treinamento para o pós-treinamento, para todos os grupos analisados. Os resultados dessa variável podem ser visualizados na tabela 7.



## **5 DISCUSSÃO**

### **5.1. VARIÁVEIS NEUROMUSCULARES**

#### **5.1.1. Período controle**

Em relação ao período controle, não foram observadas alterações significativas na força muscular dinâmica máxima de extensores e flexores de joelho da semana -5 para a semana -1, e, além disso, essas medidas demonstraram uma reprodutibilidade forte e significativa entre os dois momentos. Esses resultados demonstram que o período controle não proporcionou aumentos nos níveis de força dos sujeitos, e que as melhoras encontradas no presente estudo foram decorrentes do treinamento.

#### **5.1.2. Período de treinamento**

Os resultados do presente estudo referentes às variáveis neuromusculares após o período de 12 semanas de treinamento demonstraram melhoras significativas na força muscular dinâmica máxima e na resistência muscular localizada de extensores e flexores de joelhos, bem como na força muscular isométrica máxima e na economia neuromuscular de extensores de joelho, em todos os grupos de treinamento (TA, TF, TC). Entretanto, não foram observadas alterações significativas na variável atividade EMG isométrica máxima de extensores de joelho, também para os três tipos de treinamento. Além disso, salienta-se que não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos de treinamento, com exceção da economia muscular do músculo vasto lateral, que apresentou melhores valores no grupo TF em relação ao TA.

No que se refere à força muscular dinâmica máxima, verificou-se no grupo que realizou o treinamento combinado, incrementos de 1% nos extensores de joelho e de 9% nos flexores de joelho. Dos estudos encontrados que realizaram investigações com o treinamento combinado no meio aquático, diversos realizaram essa avaliação e corroboram aos nossos resultados, observando incrementos significativos nessa variável em indivíduos idosos. Esses estudos demonstraram incrementos semelhantes aos encontrados no presente estudo em comparação ao

1RM de flexores de joelho, entretanto, superiores aos encontrados para extensores de joelho (Takeshima et al., 2002; Kruehl et al. 2005; Tsourlou et al., 2006; Kanitz, 2013; Pinto, 2013).

Kruehl et al. (2005), em um treinamento de 11 semanas realizado duas vezes por semana, verificaram incrementos de 11-12% no 1RM de adutores e abdutores de quadril, em mulheres pós-menopáusicas. Percentuais de aumento semelhantes são verificados no estudo de Takeshima et al. (2002), após um treinamento de 12 semanas nos extensores e flexores de joelhos de mulheres idosas (8% e 13%, respectivamente), porém, com três sessões semanais, período de duração e frequência semanal similares ao estudo de Kanitz (2013), que realizou um treinamento combinado em piscina funda com homens idosos e também verificou melhoras próximas a esses valores nos extensores de joelho (6%). Muito embora observando o mesmo comportamento na resposta dessa variável, Tsourlou et al. (2006) relataram uma melhora de 29% no exercício de *leg press*, superior aos estudos supracitados. Diferença que provavelmente se deve ao fato de que, nesse estudo, os sujeitos realizaram 24 semanas de treinamento – o dobro dos demais estudos – com três sessões semanais.

Todavia, também com 12 semanas de treinamento, o estudo de Pinto (2013) verificou incrementos semelhantes aos verificados por Tsourlou et al. (2006) no 1RM de extensão de joelhos de mulheres pós-menopáusicas (34%). Entretanto, salienta-se que esse resultado ocorreu quando esses indivíduos realizaram o treinamento combinado na ordem força-aeróbio. Já quando o treinamento foi realizado na ordem inversa (aeróbio-força), da mesma maneira realizada no presente estudo, o percentual de aumento encontrado foi de 14%, se aproximando do encontrado para flexores de joelho nesse estudo, bem como dos verificados nas demais pesquisas citadas anteriormente.

No estudo de Pinto (2013), essa diferença desencadeada pela ordem de execução das modalidades é atribuída a uma possível fadiga residual dos exercícios aeróbios, que possivelmente causou uma menor velocidade de execução dos exercícios de força realizados posteriormente. Tal fator deve ser levado em consideração visto que, provavelmente, influenciou nos ganhos de força de extensores de joelho atingidos pelo grupo combinado no presente estudo, pois,

mesmo com melhoras significativas e estatisticamente semelhantes aos demais grupos, o percentual de aumento encontrado em extensores de joelho foi inferior ao verificado na literatura e ao encontrado nos demais grupos desse estudo.

Ressalta-se ainda que, contrapondo os resultados encontrados pelo presente estudo e pelos demais estudos citados, Taunton et al. (1996) não encontraram melhoras no 1RM de mulheres idosas após 12 semanas de treinamento combinado na hidroginástica. Contudo, é importante enfatizar que esses autores avaliaram apenas a força de preensão manual, sem uma avaliação específica da força de membros inferiores. Tal resultado foi justificado pelos autores devido à falta de especificidade do treinamento, uma vez que o mesmo foi composto por diferentes tipos de exercício (força, aeróbio, resistência, flexibilidade e equilíbrio), sem objetivos pré-estabelecidos. O que vai ao encontro do demonstrado por Tormen (2007), que verificou que um treinamento de hidroginástica não periodizado e sem objetivos específicos é incapaz de gerar estímulo suficiente para gerar incrementos ou manutenção dos níveis de força atingidos previamente em um treinamento combinado periodizado adequadamente.

Em relação aos resultados verificados nessa variável no grupo que realizou o treinamento de força, foram encontrados aumentos de 7% para extensores de joelho e 13% para flexores. Esses incrementos decorrentes de um treinamento de força no meio aquático estão devidamente documentados na literatura, corroborando aos presentes achados. Contudo, a magnitude dessas melhoras é semelhante apenas aos encontrados em estudos que realizaram treinamentos de força com homens jovens ativos, como o de Buttelli (2011), que verificou 9,5% de aumento para extensores de joelho e de 12% para flexores, e o de Colado et al (2009b), com melhoras de 5-11%, entretanto, para membros superiores.

Já investigando mulheres jovens, Souza et al. (2010) encontraram incrementos de 17-20% e Schoenell (2012) de 10-19%, nos mesmos grupos musculares avaliados no presente estudo. Com mulheres de meia-idade, Ambrosini et al. (2010) verificaram aumentos de 42% para extensores de quadril, enquanto Liedtke (2014), único estudo encontrado que tenha realizado um treinamento de força com mulheres idosas e investigado seus efeitos na força muscular dinâmica máxima, encontrou melhoras de 30% nos extensores de joelho.

De forma semelhante ao observado em relação ao grupo que realizou o treinamento combinado no presente estudo, o grupo que realizou o treinamento de força também apresentou percentuais de aumento com uma magnitude menor do que o verificado na literatura. Acredita-se que essa diferença se deve ao fato de que, nos estudos de Souza et al. (2010), Ambrosini et al. (2010), Schoenell et al. (2012), Kanitz (2013), Pinto (2013) e Liedtke (2014), a periodização do treinamento de força foi planejada de forma que um volume de 1 min para cada exercício fosse mantido ao longo de todo o período de treinamento, mesmo com o aumento do número de séries e redução da duração das repetições. No presente estudo, esse volume foi reduzido para 40 s no último mesociclo, o que pode ter limitado o desenvolvimento de força dos indivíduos. Todavia, é importante ressaltar que, mesmo com essa possível limitação, a periodização utilizada no presente estudo foi eficaz em incrementar significativamente a força muscular dinâmica máxima de mulheres idosas em 12 semanas de treinamento.

Cabe ressaltar ainda, que o grupo que realizou o treinamento exclusivamente aeróbio no presente estudo também apresentou incrementos significativos no 1RM, sendo de 9% em extensores de joelho e 17% em flexores. São escassos os estudos encontrados na literatura que investigaram os efeitos de um treinamento aeróbio isolado no meio aquático nos ganhos de força, sendo encontrados apenas os estudos de Liedtke (2014) e Kanitz (2013), que verificaram incrementos no 1RM de extensores de joelhos após 12 semanas de treinamento, na hidroginástica e em corrida em piscina funda, respectivamente. Liedtke (2014) apresenta um incremento de 20% nos extensores de joelhos enquanto Kanitz (2013) de 10%, para o mesmo grupo muscular, demonstrando que esses achados corroboram aos presentes, tanto no comportamento verificado quanto na magnitude dos ganhos.

Quanto à resistência muscular localizada, o grupo de treinamento combinado demonstrou incrementos de 9% para extensores de joelho e 14% para flexores de joelho. É importante observar que essa variável ainda tem recebido pouca atenção nas investigações acerca do treinamento no meio aquático, entretanto, os estudos que mensuraram os efeitos do treinamento combinado nessa variável corroboram aos nossos achados. Bravo et al. (1997), em um treinamento de 12 meses com mulheres pós-menopáusicas com osteopenia, encontraram incrementos de 16%, enquanto Kanitz (2013), verificou um aumento de 18%.

Observa-se que os achados de Bravo et al. (1997) são superiores aos do presente estudo, porém não em grande magnitude, e similares aos de Kanitz (2013), mesmo com um período bastante superior de treinamento, o que provavelmente se deve às diferentes metodologias, pois seu treinamento era baseado em saltos e em exercícios de força prescritos pelo número de repetições, e não pelo tempo de execução e velocidade, como no presente estudo e no estudo de Kanitz (2013). Além disso, ressalta-se que para um mesmo período de treinamento (12 semanas), Kanitz (2013) observou o dobro dos incrementos verificados no presente estudo, o que pode estar relacionado ao fato de que nesse estudo os sujeitos realizavam três sessões semanais, enquanto no presente eram realizadas duas sessões. Ainda, o fato de o treinamento aeróbio desses estudos ter sido realizado com modalidades distintas (corrida em piscina funda vs. hidroginástica), dificulta a comparação entre os estudos.

Quanto ao grupo que realizou o treinamento de força, os percentuais encontrados foram de 17% nos extensores de joelho e 13% nos flexores. Em relação à realização dessa medida após um treinamento exclusivamente de força no meio aquático, foi encontrado apenas o estudo de Schoenell (2012), o qual verificou melhoras significativas nessa variável, indo ao encontro dos presentes resultados. Os resultados encontrados por essa autora em relação aos extensores de joelho apresentam bastante semelhança aos encontrados no presente estudo, visto que a mesma verificou melhoras de 13-19% nesse grupo muscular. Porém, nesse mesmo estudo, os flexores de joelho demonstraram aumentos de 31-51%, acentuadamente superiores aos presentes achados.

Já o grupo que realizou o treinamento aeróbio, apresentou ganhos de 8% para extensores e 6% para flexores de joelho nessa mesma variável. Kanitz (2013) também verificaram um incremento nessa avaliação após um treinamento aeróbio de corrida em piscina funda, sendo esses aumentos de 8% para extensores e 18% para flexores de joelho. A autora atribui esse aumento ao fato de que mesmo que a corrida em piscina funda seja um exercício aeróbio, apresenta uma grande resistência ao deslocamento em sua execução, podendo ter estímulos de força resistente na musculatura envolvida (Kanitz, 2013).

Já no que se refere à força muscular isométrica máxima, foram encontrados no presente estudo incrementos de 113% para os extensores de joelho no grupo que realizou o treinamento combinado. Corroborando aos presentes achados, foram encontrados estudos de treinamento combinado no meio aquático que também verificaram melhoras significativas nessa variável, entretanto, com percentuais inferiores aos observados nesse estudo. Tsourlou et al. (2006) verificaram incrementos de 10-13% no pico de torque isométrico de extensores e flexores de joelho, enquanto Pinto (2013) observou de 6-11% nos mesmos grupos musculares e Kanitz (2013) de 1% nos extensores de joelho. Da mesma maneira, o grupo de treinamento de força do presente estudo apresentou uma melhora de 96%, enquanto Pöyhönen et al. (2002), após um treinamento exclusivamente de força no meio aquático, porém, com mulheres jovens, encontrou uma melhora de 8% no pico de torque isométrico de extensores de joelho. Ainda, o grupo aeróbio também demonstrou uma melhora significativa nessa variável, de 141%, ao passo que Kanitz (2013) encontrou aumentos de 17% em homens idosos após um treinamento aeróbio de corrida em piscina funda.

Essa acentuada diferença dos presentes percentuais de aumento encontrados (TA: 141%; TF: 96%; TC: 113%), em comparação aos demais estudos (1-17%), provavelmente se deve ao fato de que os sujeitos do presente estudo, no período pré-treinamento, apresentavam níveis de força muscular isométrica máxima bastante inferiores em relação aos níveis iniciais dos sujeitos dos estudos supracitados, o que confere uma janela de adaptação superior aos indivíduos do presente estudo.

Divergindo dos demais resultados, a atividade EMG isométrica máxima não demonstrou incrementos significativos, resultado que vai de encontro aos achados de Kanitz (2013) e Pinto (2013), que verificaram melhoras significativas nessa variável após um treinamento combinado no meio aquático (VL: 27%, RF: 10%; VL: 16%, RF: 31%, respectivamente). Pöyhönen et al. (2002), realizando um treinamento de força na hidroginástica, também verificaram incrementos nessa variável, encontrando uma melhora de 26% nos extensores de joelho. Da mesma forma, após um treinamento aeróbio, Kanitz (2013) verificou uma melhora de 18% no vasto lateral e 21% no reto femoral. Todavia, no estudo de Liedtke (2014), resultados semelhantes ao presente estudo foram verificados nessa variável, demonstrando

não haver uma melhora significativa nesse parâmetro após 12 semanas de treinamento aeróbio ou de força na hidroginástica.

Contudo, é necessário ter cautela quando se trata de dados de eletromiografia, pois os mesmos não detectam a atividade de unidades motoras a nível individual e subestima o sinal de ativação enviado do cordão espinal ao músculo. Assim, é possível que alterações na ativação muscular máxima tenham ocorrido em menor magnitude, mas não foram detectadas pela eletromiografia de superfície, visto que é improvável que os incrementos na força verificados estejam relacionados apenas a fatores morfológicos (Cadore et al., 2010).

Ainda assim, foram observadas melhoras significativas na economia neuromuscular verificada a 50% da CVM, de 34% no músculo vasto lateral e de 57% no reto femoral, no grupo que realizou o treinamento combinado. Da mesma forma, o grupo que realizou o treinamento de força apresentou uma melhora de 30% e 38%, e o grupo aeróbio de 26% e 51%, respectivamente, para os mesmos grupos musculares. Tais respostas demonstram que, para uma mesma carga absoluta, os sujeitos necessitaram de menos unidades motoras após o treinamento, se tornando mais econômicos a nível neuromuscular, comprovando a ocorrência de adaptações neurais decorrentes desses treinamentos. Além disso, as melhoras encontradas no vasto lateral no grupo TF foram significativamente superiores às verificadas no grupo TA, demonstrando que possivelmente o estímulo específico para força muscular pode demonstrar maior eficiência nesse aspecto.

Ressalta-se ainda que as melhoras encontradas nessa variável corroboram aos achados de Pinto (2013), que verificou melhoras na economia neuromuscular de mulheres pós-menopáusicas, de 6% no vasto lateral e 12% no reto femoral. Apesar da semelhança de comportamento entre os achados dos dois estudos, é importante destacar a diferença na magnitude das respostas, o que, mais uma vez, possivelmente pode ser atribuído aos baixos níveis iniciais de força isométrica dos sujeitos do presente estudo em comparação aos do estudo de Pinto (2013). Além disso, não foram encontrados estudos que tenham mensurado a economia neuromuscular após treinamentos exclusivamente aeróbios ou de força no meio aquático.

Em relação à comparação entre os diferentes tipos de treinamento, diversos estudos realizaram tal investigação no meio terrestre e corroboram aos nossos achados ao demonstrarem não haver diferenças significativas nos ganhos de força advindos do treino de força isolado e do treinamento combinado, com sujeitos idosos, quando esses treinamentos são realizados em uma frequência semanal de até duas vezes para cada modalidade (Karavirta et al., 2009, 2011; Sillampää et al., 2008, 2009; Holviala et al., 2010, 2012; Wilson et al., 2012). Além disso, também se sabe que o efeito de interferência é geralmente encontrado no treinamento combinado quando o volume do treinamento aeróbio ultrapassa 20-30 min (Wilson et al., 2012), o que não é o caso do presente estudo, ou seja, com esse volume e frequência semanal, o treinamento aeróbio parece ser incapaz de interferir nos ganhos de força. No meio aquático, tal comparação se torna mais limitada, porém, um comportamento semelhante ao encontrado no presente estudo é verificado no de Kanitz (2013), que demonstrou uma resposta similar no desempenho neuromuscular de indivíduos submetidos tanto a um treinamento combinado quanto a um treinamento aeróbio, em corrida em piscina funda. Da mesma forma, Liedtke (2014), demonstraram não haver diferenças nas respostas neuromusculares de mulheres idosas, comparando um treinamento exclusivamente aeróbio com um exclusivamente de força.

Como citado anteriormente, a semelhança entre os incrementos advindos do treinamento de força e do treinamento combinado, já se encontra devidamente documentado na literatura. Todavia, esses estudos realizados em meio terrestre encontram ganhos inferiores na força muscular advindos do treinamento aeróbio isolado (Cadore et al., 2010), o que contrapõe os presentes resultados, e os resultados de Kanitz (2013). Tal divergência deve estar relacionada à influência do meio aquático nas adaptações neuromusculares geradas, uma vez que esse meio impõe uma resistência constante ao deslocamento, fazendo com que, dessa forma, mesmo que o exercício seja aeróbio, os indivíduos estejam realizando os movimentos contra resistência. Ainda, salienta-se que os sujeitos treinaram em altas velocidades para que pudessem atingir as altas intensidades de treinamento, as quais se aproximavam ou correspondiam da FCLV2, e sabe-se que esse aumento da velocidade interfere diretamente na resistência ao avanço, conforme pode ser visto na equação  $R = 1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot Cd$ , na qual  $\rho$  é a densidade do fluido,  $A$  é a



área projetada,  $v$  é a velocidade de execução, e  $C_d$  o coeficiente de arrasto (Alexander, 1977). À vista disso, o aumento da velocidade maximiza a força necessária para vencer a resistência imposta pela água, podendo ter um efeito significativo na força muscular dos indivíduos. Devido a isso, o que provavelmente ocorre é um recrutamento de unidades motoras de maior limiar de excitação responsáveis pela maior produção de força, podendo resultar no aumento da força muscular (Cadore et al., 2011), principalmente no último mesociclo em que a intensidade foi correspondente à FCLV2.

Entretanto, uma vez que o treinamento de força era realizado em máximas velocidades, provavelmente a resistência imposta ao movimento nesse tipo de treinamento superava a imposta durante o treinamento aeróbico, e, mesmo assim, não foram encontradas diferenças nas adaptações decorrentes desses treinamentos. Em relação a isso, segundo se observa em estudos realizados no meio terrestre, parece não haver diferenças nos ganhos de força induzidos por cargas moderadas e altas nos primeiros meses de treinamento em indivíduos idosos, o que pode explicar a semelhança nas respostas dos diferentes grupos de treinamento nesse estudo (Brentano et al., 2008; Steib et al., 2009; Reid et al., 2014).

## 5.2. VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS

### 5.2.1. Período controle

Em relação ao período controle, não foram observadas alterações significativas no consumo de oxigênio de pico e referente aos limiares ventilatórios da semana -4 para a semana -1, todavia, houve um incremento significativo na variável tempo de exaustão nesse mesmo período. Em relação a essa alteração significativa, já foi demonstrado na literatura que suaves adaptações podem ocorrer devido a aprendizagem da tarefa, dada a grande janela de treinamento dos indivíduos nesse aspecto (Izquierdo et al., 2003). Todavia, ressalta-se que a diferença encontrada foi sutil em comparação à verificada do período pré para o pós-treinamento.

### 5.2.2. Período de treinamento

Após as 12 semanas de treinamento, observou-se uma redução significativa na frequência cardíaca de repouso dos indivíduos que realizaram os três tipos de treinamento, sem diferenças entre eles. Além disso, o tempo de exaustão no teste máximo realizado em ciclo ergômetro também apresentou uma melhora significativa, sem diferença entre os grupos. Todavia, as variáveis de consumo de oxigênio no primeiro e no segundo limiar ventilatório, bem como o consumo de oxigênio de pico, não demonstraram alterações significativas após a intervenção, comportamento que também foi semelhante entre os diferentes tipos de treinamento.

Em relação à frequência cardíaca de repouso, foi verificada uma redução significativa de 7% no grupo que realizou o treinamento combinado. Padrão de resposta que já foi documentado por outros estudos que realizaram treinamentos combinados no meio aquático, como é o caso de Bocalini et al. (2008), que comparou os efeitos de um treinamento no meio aquático e um no meio terrestre com mulheres idosas, e observou uma redução de 10% no grupo que treinou no meio aquático, enquanto o outro grupo não demonstrou alterações nessa variável, demonstrando o benefício adicional desse meio. Além disso, Kanitz (2013), após um treinamento combinado em corrida em piscina funda com homens idosos, demonstrou reduções de 4% nessa variável.

Quanto ao grupo que realizou o treinamento aeróbio no presente estudo, foi encontrada uma redução significativa de 11%, indo ao encontro dos achados de Kanitz (2013) que observou uma redução de 9% após um treinamento exclusivamente aeróbio. Já o grupo que realizou o treinamento de força apresentou uma redução também significativa de 1%, entretanto, é importante salientar que não foram encontrados estudos com treinamento de força no meio aquático que tenham analisado o comportamento dessa variável. Todavia, é importante ressaltar a relevância dessa resposta, que ao ocorrer após um período de treinamento, provavelmente reflete um aumento na atividade nervosa parassimpática, uma redução na atividade nervosa simpática, uma diminuição dos mecanismos intrínsecos da frequência cardíaca, ou a combinação desses fatores (Levy et al., 1998; Carter et al., 2003).

Além disso, em valores absolutos, a redução encontrada nessa variável foi de 8 bpm no grupo TA, 1 bpm no grupo TF e 5 bpm no grupo TC. De acordo com Wilmore et al. (2013), é esperada uma redução da FCrep em indivíduos destreinados em torno de 1 bpm por semana de treinamento aeróbio, principalmente nas dez semanas iniciais. Dessa forma, visto que a intensidade do treinamento aeróbio nesse estudo pode ser caracterizada como forte apenas nas últimas seis semanas, sendo considerada moderada nas primeiras seis, pode-se especular uma redução decorrente especialmente das últimas semanas de treinamento, segundo o proposto por Wilmore et al. (2013), com base na magnitude das reduções encontradas. Além disso, destaca-se que tal influência apresenta maior magnitude quando o treinamento aeróbio está presente, ao se comparar as reduções do grupo aeróbio e combinado com o grupo força, pois, apesar de não haver diferença estatística entre os grupos, a redução no grupo força foi inferior à encontrada nos demais grupos. Essa adaptação acarretada pelo treinamento reflete em um maior tempo para o enchimento diastólico e, portanto, na entrada de mais sangue no ventrículo, que aumenta a dilatação das paredes ventriculares e, através do mecanismo de Frank-Starling, resulta em um aumento da força de contração, o que torna o coração mais eficiente, e, conseqüentemente acaba por reduzir a probabilidade de desenvolvimento de cardiopatias (Malfato et al., 1996; Almeida & Araújo, 2003).

Todavia, em relação ao  $VO_{2\text{pico}}$ , não foram encontradas diferenças significativas entre os períodos pré e pós-treinamento, para nenhum dos grupos, contrapondo o esperado devido à grande janela de treinamento nessa população. Em relação a treinamentos combinados no meio aquático, nossos achados contrapõem os achados da literatura, pois estudos que também realizaram treinamentos combinados verificaram incrementos significativos nessa variável. Taunton et al. (1996) verificaram aumentos de 12% no  $VO_{2\text{máx}}$  de mulheres idosas, o mesmo valor encontrado no estudo de Takeshima et al. (2002) com a mesma população. Aumentos ainda maiores são encontrados, como é o caso de Bocalini et al. (2008), que encontrou um aumento de 42%, enquanto Kanitz (2013), com homens idosos, verificou 17% de aumento. Porém, ressalta-se os achados de Pinto (2013), que estão de acordo com os presentes, pois também não verificaram incrementos nessa variável com mulheres idosas.

Da mesma forma, os estudos que realizaram treinamentos exclusivamente aeróbios no meio aquático também vão de encontro aos nossos resultados, como é o caso de Costa (2011), que investigou os efeitos de 12 semanas de treinamento com mulheres pré-menopáusicas e encontrou uma melhora de 7% nesse parâmetro. Da mesma forma, Liedtke (2014), encontrou 18% de aumento em mulheres idosas após o mesmo período de treinamento, corroborando ainda aos achados de Kanitz (2013), que verificou uma melhora de 41%. Já a comparação do grupo força com a literatura se torna limitada, pois, de maneira geral, os estudos que investigam treinamentos puramente de força na hidroginástica investigam a influência nas variáveis neuromusculares, sendo escassos os estudos que incluem avaliações cardiorrespiratórias para avaliar esse tipo de treinamento. Todavia, o único estudo encontrado que tenha feito essa investigação corrobora aos nossos achados, ao não encontrar melhoras significativas nessa variável após um treinamento de força com mulheres idosas (Liedtke, 2014).

O consumo de oxigênio referente aos limiares ventilatórios se comportou da mesma forma, não apresentando melhoras significativas ao longo do tempo, para todos os grupos. Contrapondo os presentes resultados, Takeshima et al. (2002), após um treinamento combinado de 12 semanas, realizado três vezes por semana, encontraram uma melhora de 20% no valor referente ao LV2, enquanto Pinto (2013) verificou um incremento de 11% no segundo limiar ventilatório de mulheres pós-

menopáusicas que realizaram um treinamento combinado que contava com duas sessões semanais. Da mesma forma, com homens idosos e no mesmo tipo de treinamento, porém com corrida em piscina funda, Kanitz (2013) verificou melhoras tanto no LV1 quanto no LV2, de 18% e 7%, respectivamente.

De maneira semelhante, ao encontrarem melhoras significativas após um treinamento exclusivamente aeróbio no  $VO_2$  referente aos limiares ventilatórios, Kanitz (2013) e Liedtke (2014), mais uma vez demonstram resultados que divergem com os presentes. O treinamento aeróbio de Kanitz (2013) demonstrou aumentos de 33% no LV1 e 35% no LV2, enquanto o de Liedtke (2014) de 25% no LV2. Quanto às respostas a um treinamento de força, apenas o estudo de Liedtke (2014) realizou esse tipo de avaliação e está de acordo com os nossos achados, visto que também não verificou alterações no consumo de oxigênio referente aos limiares ventilatórios após um treinamento de força de 12 semanas.

Em relação à divergência observada entre as repostas de consumo de oxigênio de pico e consumo de oxigênio referente aos limiares ventilatórios, entre o presente estudo e a literatura encontrada, acredita-se que se deve às diferenças nos volumes de treinamento. Os estudos de Takeshima (2002), Costa (2011) e Kanitz (2013), contavam com 30 min de exercícios aeróbios, Liedtke (2014) contava com 32 min, Pinto (2013) com 36 min (evoluindo de 18 min para 36 min ao longo do treinamento), e Bocalini et al. (2008) com 45 min, enquanto no presente estudo foram dedicados 20 min a esse tipo de exercício, tanto no treinamento combinado quanto no treinamento aeróbio. O que demonstra que, mesmo com o aumento da intensidade de treino na metade do período do mesmo, a não alteração no volume pode ter limitado o desenvolvimento dessas respostas. Ainda, é importante salientar que a intensidade do treinamento aeróbio foi mantida sempre em faixas de trabalho predominantemente aeróbias, o que pode ser menos favorável a melhoras na capacidade máxima e submáxima oxidativa, quando se compara com o treinamento intervalado, em que se utiliza momentos de trabalho em zonas de intensidade predominantemente anaeróbias, visto que essa abordagem parece ser mais indicada para gerar incrementos na biogênese mitocondrial, atividade de enzimas oxidativas, na beta-oxidação e do metabolismo aeróbio de maneira geral (Bompa, 2009).

Contudo, o fato desse mesmo comportamento ter sido encontrado no grupo força não parece ser surpreendente, uma vez que já se sabe que um treinamento realizado com esse tipo de estímulo não é eficiente em promover adaptações nesses parâmetros. Todavia, é importante salientar que os três tipos de treinamento demonstraram ser eficazes em promover uma manutenção desses valores ao longo das 12 semanas, em variáveis que demonstram um comportamento descendente em sujeitos idosos.

Apesar disso, o tempo de exaustão verificado no teste máximo em ciclo ergômetro demonstrou um incremento significativo para todos os grupos de treinamento. No grupo que realizou o treinamento combinado esse aumento foi de 27%, enquanto os grupos força e aeróbio demonstraram um aumento de 24%. Foi encontrado apenas o estudo de Tormen (2007) com treinamento em meio aquático que tenha avaliado o comportamento dessa variável, e verificou 18% de aumento em mulheres pré-menopáusicas após 20 semanas de treinamento combinado. A diferença na magnitude dos ganhos do presente estudo e do estudo de Tormen (2007) provavelmente tem relação com as diferentes populações utilizadas, uma vez que mulheres idosas apresentam uma janela de adaptação superior à mulheres pré-menopáusicas, como é o caso do estudo de Tormen (2007). Contudo, como observado no presente estudo, todos os tipos de treinamento realizados foram eficazes em promover adaptações positivas e significativas na resistência muscular localizada, o que provavelmente pode ter acarretado em uma maior resistência para pedalar contra a sobrecarga oferecida pelo ciclo ergômetro durante o teste máximo, fazendo com que os indivíduos sustentassem a avaliação por mais tempo.

### 5.3. VARIÁVEIS FUNCIONAIS

No que se refere às avaliações funcionais realizadas no presente estudo, foi verificada uma melhora significativa decorrente das 12 semanas de treinamento, na distância no teste de sentar e alcançar, o qual avalia a flexibilidade de membros inferiores dos sujeitos, bem como no número de repetições no teste de sentar e levantar de uma cadeira durante 30 s, o qual mede a resistência muscular de membros inferiores dos indivíduos. Entretanto, no teste de levantar de uma cadeira, caminhar 2,44 m, contornar um obstáculo, retornar e sentar novamente (*8-foot Up and Go*), não foram observadas melhoras significativas após o período de treinamento. Salienta-se ainda, que tanto as melhoras quanto a manutenção observadas ocorreram independentemente do grupo em questão, uma vez que os mesmos não apresentaram diferenças nas repostas a essas avaliações.

Em relação à medida de flexibilidade, no grupo que realizou o treinamento combinado, verificou-se uma melhora significativa de 384%. Esse resultado vai ao encontro de diversos estudos que realizaram intervenções com treinamento combinado no meio aquático com indivíduos idosos e verificaram incrementos no desempenho do teste de sentar e alcançar dos mesmos, como é o caso de Bento et al. (2012), que observaram uma melhora de 411% após 12 semanas de intervenção, com três sessões semanais, em sujeitos idosos de ambos os sexos. Da mesma forma, Alves et al. (2004), observaram uma melhora de 193% nessa variável, em um treinamento de mesma duração e frequência semanal com mulheres idosas.

Além disso, Bravo et al. (1997), após uma intervenção de mesma duração e frequência semanal que os estudos citados anteriormente, encontraram um aumento de 6%. Provavelmente a diferença em comparação ao presente estudo se deve ao fato de que o treinamento aeróbio na intervenção de Bravo et al. (1997) não apresentava exercícios que utilizassem a musculatura requerida no teste (flexores e extensores de joelho e quadril) em grandes amplitudes de movimento, visto que o treinamento era baseado em saltos. Achados semelhantes são encontrados na literatura e aparentemente demonstram menores percentuais devido à falta de especificidade dos exercícios em relação ao teste, pois de forma geral não utilizam a musculatura requerida na avaliação em grandes amplitudes. Como exemplo disso,

com os exercícios tanto de força quanto aeróbios baseados na caminhada, Katsura et al. (2010) demonstraram aumentos de 19% nessa variável. Ainda, Takeshima et al. (2002) e Tsourlou et al. (2006) também verificaram melhoras semelhantes às encontradas pelos estudos supracitados, sendo elas de 11 e 12%, respectivamente. Nesses estudos, os exercícios aeróbios eram baseados principalmente em deslocamentos, e os exercícios de força, mesmo utilizando flexores e extensores de joelho e/ou quadril, eram realizados com equipamentos, o que pode ter dificultado a realização dos movimentos em grandes amplitudes, especialmente tratando-se de mulheres idosas.

Ainda, foi possível observar um percentual 206% no grupo que realizou o treinamento de força no presente estudo. Poucos estudos na literatura verificaram o efeito de um treinamento exclusivamente de força no meio aquático nessa medida. Salienta-se o estudo de Colado et al. (2009a), que observou 28% de aumento após um treinamento de 12 semanas com mulheres pós-menopáusicas. Essa diferença de percentual pode estar relacionada, mais uma vez, às diferenças nos tipos de exercícios utilizados no treinamento em relação à avaliação, pois nesse estudo os exercícios de membros inferiores abordavam apenas saltos, adução e abdução de quadril, sem ênfase na musculatura utilizada no teste. Porém, destaca-se o estudo de Liedtke (2014), que verificou uma melhora de 135% em mulheres idosas, bem próximo do encontrado nos presentes achados e que realizava exercícios semelhantes aos do presente estudo.

Já o grupo que realizou o treinamento aeróbio do presente estudo demonstrou uma melhora de 183%, corroborando aos 34% encontrados por Liedtke (2014), único estudo encontrado na literatura que tenha investigado os efeitos de um treinamento exclusivamente aeróbio em mulheres idosas, e que, mesmo com a diferença em relação ao percentual observado no presente estudo, verificou o mesmo comportamento. Apesar da semelhança estatística entre os grupos, foi possível observar, tanto no presente estudo quanto no estudo de Liedtke (2014), que os treinamentos de força apresentam percentuais de aumento superiores em relação aos aeróbios, o que provavelmente se deve ao fato de que os exercícios de força são realizados em grandes amplitudes de movimento, superiores aos exercícios aeróbios, promovendo maior estímulo para o incremento da flexibilidade. Além disso, foram observados percentuais ainda maiores no grupo que realizou o treinamento



combinado, o que possivelmente decorre do benefício da soma dos estímulos advindos dos exercícios de força e aeróbios. Todavia, salienta-se que, mesmo sem um estímulo específico para uma melhora na flexibilidade dos indivíduos, a mesma incrementou significativamente nos três grupos de treinamento, o que é de grande relevância dada à importância desse aspecto para a autonomia na realização das atividades da vida diária. Ademais, esse incremento foi semelhante nos três tipos de treinamento, demonstrando que todos foram eficazes em gerar tais adaptações, provavelmente por desencadear um aumento do líquido sinovial nas articulações, gerando um efeito benéfico na flexibilidade das participantes do estudo.

No que se refere ao teste de sentar e levantar, o qual fornece uma medida da resistência muscular de membros inferiores, o grupo que realizou o treinamento combinado demonstrou uma melhora de 17% no desempenho desse teste. Esses achados corroboram aos resultados de Bravo et al. (1997), que observaram uma melhora de 16%, bastante semelhante à encontrada no presente estudo. Pinto et al. (2008) também verificaram um comportamento semelhante, entretanto, com uma magnitude de aproximadamente 50% inferior à encontrada no presente estudo (9%), provavelmente refletindo a influência da diferença nas intensidades de treinamento. Nesse contexto, é importante salientar que enquanto o treinamento de força do presente estudo era realizado com controle do tempo de execução e em máxima velocidade, no estudo de Pinto et al. (2008) era controlado o número de repetições dos exercícios, sem o controle do tempo, e a intensidade ditada por cadência musical, tornando o esforço provavelmente submáximo. Além disso, o estudo de Alves et al. (2004) também demonstrou melhoras significativas nessa variável após um treinamento combinado na hidroginástica, porém superiores às encontradas no presente estudo, de 71%. Essa diferença pode estar relacionada ao nível de condicionamento inicial e à idade da amostra, visto que esses autores avaliaram mulheres mais velhas ( $78 \pm 3$  anos) e sedentárias há mais tempo (mínimo de 12 meses).

Já o grupo que realizou o treinamento de força apresentou melhoras de 36% nessa variável, enquanto o grupo que realizou o treinamento aeróbio melhorou em 15%, porém, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre eles. O estudo de Liedtke (2014) foi o único encontrado com a avaliação desse parâmetro após treinamentos aeróbios e de força isolados, e verificou incrementos de 38% e

41%, respectivamente. Observa-se que, em relação ao treinamento de força, os dois estudos apresentam valores bastante semelhantes, mas, em contrapartida, o grupo de treinamento aeróbio do presente estudo apresenta percentuais inferiores aos de Liedtke (2014). Essa divergência provavelmente se deve às diferenças nos volumes de treinamento aeróbio dos dois estudos (20 min vs. 32 min), pois um tempo maior de treinamento possivelmente gera um maior estímulo para o desenvolvimento da resistência muscular.

Quanto ao teste *8-foot Up and Go*, que avalia a agilidade e o equilíbrio dinâmico dos indivíduos, não foram encontradas diferenças significativas para nenhum dos grupos de treinamento no presente estudo. Diversos estudos demonstram melhoras no desempenho desse teste após a realização de treinamentos combinados na hidroginástica (Bravo et al., 1997; Takeshima et al., 2002; Alves et al., 2004; Tsourlou et al., 2006; Bento et al., 2012), entretanto, após treinamentos isolados de força e aeróbio, apenas o estudo de Liedtke (2014) foi encontrado, e também demonstrou esse comportamento. Contudo, o fato de no presente estudo não terem sido encontradas essas melhoras provavelmente se deve a não especificidade do treinamento para esse objetivo, visto que esse teste analisa a agilidade em uma distância percorrida e os exercícios realizados nos treinamentos eram todos executados de forma estacionária. Além disso, provavelmente os indivíduos do presente estudo ainda não apresentavam um declínio significativo nessa variável, reduzindo a janela sensível a adaptações nesse aspecto. Entretanto, é importante salientar que os três tipos de treinamento foram eficazes em gerar uma manutenção desses valores.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação às variáveis neuromusculares analisadas, o presente estudo demonstrou melhoras significativas na força muscular dinâmica máxima, na resistência muscular localizada, na força muscular isométrica máxima e na economia neuromuscular das participantes, sem influenciar na atividade EMG máxima. Quanto aos aspectos cardiorrespiratórios, melhoras significativas foram verificadas para a frequência cardíaca de repouso e para o tempo de exaustão no teste máximo em ciclo ergômetro, enquanto para as variáveis de  $VO_{2\text{pico}}$ ,  $VO_{2LV1}$  e  $VO_{2LV2}$ , o estímulo foi de manutenção dos valores. Também foram observadas melhoras significativas na capacidade funcional dos indivíduos medida através dos testes que avaliam a flexibilidade e a resistência muscular de membros inferiores, contudo, na avaliação de agilidade, não foram observadas melhoras significativas. Além disso, de forma geral, não foram observadas diferenças significativas na comparação entre os grupos, para todas as variáveis analisadas, exceto na economia neuromuscular do músculo vasto lateral, o qual apresentou melhores respostas no grupo que realizou o treinamento de força em comparação ao aeróbio.

A partir dos resultados encontrados, é possível inferir que os três tipos de treinamento realizados no meio aquático se mostraram eficazes em gerar adaptações positivas ou de manutenção na aptidão física de mulheres idosas, população que apresenta um comportamento de declínio em todos os parâmetros analisados no presente estudo, o que trás à tona a relevância desses achados. Além disso, foi possível observar que é possível adquirir tais benefícios em qualquer um dos modelos de treinamento investigados, quando se trata de mulheres idosas em fase inicial de treinamento, demonstrando que, com a abordagem metodológica utilizada no presente estudo, o efeito de interferência não foi verificado. Todavia, é necessária a realização de mais pesquisas, que avaliem os efeitos desses três tipos de treinamento, com periodizações diferentes da utilizada nesse estudo, para verificar se é possível adquirir benefícios adicionais, bem como observar se diferentes volumes, intensidades e estruturações de treinamento podem ocasionar em efeito de interferência em treinamentos combinados na hidrogenástica.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTON, C.L.; ANTINES, 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. *J. Strength Cond. Res.* 2010.
- ALBERTON, C.L.; TARTARUGA, M.P.; PINTO, S.S.; CADORE, E.L.; HABERLAND, A.A.; FINATTO, P.; KRUEL, L.F. Vertical ground reaction force during water exercises performed at different intensities. *Int. J. Sports Med.* 2013a.
- ALBERTON, C.L.; KANITZ, A.C.; PINTO, S.S.; ANTUNES, A.H.; FINATTO, P.; CADORE, E.L.; KRUEL, L.F.M. Determining the anaerobic threshold in water aerobic exercises: a comparison between the heart rate deflection point and the ventilatory method. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 2013b.
- ALBERTON, C.L.; PINTO, S.S.; ANTUNES, A.H.; CADORE, C.L.; FINATTO, P.; TARTARUGA, M.P.; KRUEL, L.F.M. Maximal and ventilatory thresholds cardiorespiratory responses to three water aerobic exercises compared with treadmill on land. *J. Strength Cond. Res.* 28(6): 1679–1687, 2014.
- ALMADA, B.P.; KANITZ, A.C.; ALBERTON, C.L.; ZAFFARI, P.; PINTO, S.S.; KRUEL, L.F.M. Respostas cardiorrespiratórias de seis exercícios de hidroginástica realizados por mulheres pós-menopáusicas. *Rev. Bras. Ativ. Fis. Saúde.* 19(3):333-341, 2014.
- ALMEIDA, M.B.; ARAÚJO, C.G.; Efeitos do treinamento aeróbio sobre a frequência cardíaca. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* v. 9, n. 2, p. 104-112, 2003.
- AAGAARD, P.; SUETTA, C.; CASEROTTI, P.; MAGNUSSON, S.P.; KJAER, M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 20(1):49-64, 2010.
- ALEXANDER, R. *Mechanics and energetics of animal locomotion.* In: ALEXANDER, R.; GOLDSPINK, G.; editors. Swimming. London: Chapman & Hall, 222-248, 1977.
- ALVES, R.V.; MOTA, J.; COSTA, M.C.; ALVES, J.G.B. Physical fitness and elderly health effects of hydrogymnastics. *Rev. Bras. Med. Esporte.* 10(1):38-43, 2004.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE; CHODZKO-ZAJKO, W.J.; PROCTOR, D.N.; FIATARONE SINGH, M.A.; MINSON, C.T.; NIGG, C.R.; SALEM, G.J.; SKINNER, J.S. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 41(7):1510-1530, 2009.
- AMBROSINI, A.B.; BRENTANO, M.A.; COERTJENS, M.; KRUEL, L.F.M. The Effects of Strength Training in Hydrogymnastics for Middle-Age Women. *International Journal of Aquatic Research and Education.* 4:153-162, 2010.

ASTRAND, I., P. O.; ASTRAND, I.; HALLBACK, I.; KILBOM, A.. Reduction in maximal oxygen uptake with age. *J. Appl. Physiol.* 35: 649–654, 1973

BEERE, P.A.; RUSSELL, S.D., MOREY, M.C.; KITZMAN, D.W.; HIGGINBOTHAM, M.B. Aerobic exercise training can reverse age related peripheral circulatory changes in healthy older men. *Circulation.* 100:1085–1094, 1999.

BELL, G.J.; SYROTUIK, D.; MARTIN, T.P.; BURNHAM, R.; QUINNEY, H.Á. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 81(5):418-427, 2000.

BENTO, P.C.B.; PEREIRA, G.; UGRINOWITSCH, C.; RODACKI, A.L.F. The effects of a water-based exercise program on strength and functionality of older adults. *J. Aging Phys. Act.* 20(4):469-483, 2012.

BOCALINI, D.S.; SERRA, A.J; MURAD, N.; LEVY R.F. Water- versus land-based exercise effects on physical fitness in older women. *Geriatr. Gerontol. Int.* 8(4):265-271, 2008.

BOMPA, T.O. Periodização: teoria e metodologia do treinamento. São Paulo: Manole, 2002.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* Hagerstown, 14(5):377-381, 1982.

BRAVO, G.; GAUTHIER, P.; ROY, P.M.; PAYETTE, H.; GAULIN, P. A weight-bearing, water-based exercise program for osteopenic women: its impact on bone, functional fitness, and well-being. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 78(12):1375-1380, 1997.

BRENTANO, M.A.; CADORE, E.L.; SILVA, E.M.; AMBROSINI, A.B.; COERTJENS, M.; PETKOWICZ, R.; VIERO, I.; KRUEL, L.F.M. Physiological adaptations to strength circuit training in postmenopausal women with bone loss. *J. Strength Cond. Res.* 22(6):1816–1825, 2008.

BUTTELLI, A.C.K. **Efeitos de um treinamento de força no meio aquático com diferentes volumes em homens jovens.** Porto Alegre, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CADORE, E.L., PINTO, R.S., LHULLIER, F.L.R., CORREA, C.S., ALBERTON, C.L., PINTO, S.S.; ALMEIDA, A.P.V., TARTARUGA, M.P., SILVA, E.M., KRUEL, L.F.M. Physiological effects of concurrent training in elderly men. *Int. J. Sports Med.* 31(10):689-697, 2010.

CADORE, E.L.; PINTO, R.S.; LHULLIER, F.L.R.; CORREA, C.S.; ALBERTON, C.L.; PINTO, S.S.; ALMEIDA, A.P.V.; TARTARUGA, M.P.; SILVA, E.M.; KRUEL, L.F.M. Effects of strength, endurance and concurrent training on aerobic power and dynamic neuromuscular economy in elderly men. *J. Strength Cond. Res.* 25(3):758-766, 2011.

CARTER, J.B.; BANISTER, E.W.; BLABER, A.P. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. *Sports Med.* 33(1): 33-46, 2003.

COLADO, J.C.; TRIPLETT, N.T.; TELLA, V.; SAUCEDO, P.; ABELLÁN, J. Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. *Eur. J. Appl. Physiol.* 106(1):113-122, 2009a.

COLADO, J.C.; TELLA, V.; TRIPLETT, N.T.; González, L.M. Effects of short-term aquatic resistance program on strength and body composition in fit young men. *J. Strength Cond. Res.* 23(2):549-559, 2009b.

CONCONI, F.; FERRARI, M.; ZIGLIO, P.G.; DROGHETTI, P.; CODEC, L.; Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *J. Appl. Physiol.* 52(4): 869-873, 1982.

COSTA, R.R. **Efeitos agudos e crônicos do treinamento em hidroginástica no perfil lipídico e na enzima lipase lipoprotéica de mulheres pré-menopáusicas dislipidêmicas.** Porto Alegre, 2011. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DAVIS, J.A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med. Sci. Sports Exerc.* 17(1):6-21, 1985.

FLEG, J.L.; LAKATTA, E.G. Role of muscle loss in the age- associated reduction in  $VO_{2max}$ . *J. Appl. Physiol.* 65(3):1147-1151, 1988.

GASTIN, P.B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med.* 31(10):725-741, 2001.

GRAEF, F.I.; PINTO, R.S.; ALBERTON, C.L.; de LIMA, W.C.; KRUEL, L.F.M. The effects of resistance training performed in water on muscle strength in the elderly. *J. Strength Cond. Res.* 24(11):3150-3156, 2010.

HÄKKINEN, K.; ALEN, M.; KRAEMER, W.J.; GOROSTIAGA, E.; IZQUIERDO, M.; RUSKO, H.; MIKKOLA, J.; HÄKKINEN, A.; VALKEINEN, H.; KAARAKAINEN, E.; ROMU, S.; EROLA, V.; AHTIAINEN, J.; PAAVOLAINEN, L. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *J. Appl. Physiol.* 89(1):42-52, 2003.

HERMENS, H.J.; FRERIKS, B.; MERLETTI, R.; STEGEMAN, D.; BLOK, J.; RAU, G.; DISSELHORST-KLUG, C.; HÄGG, G. European recommendations for surface electromyography: results of the SENIAM project 2nd ed. Roessingh Research and Development. 1999.

HOLVIALA, J.; HÄKKINEN, A.; KARAVIRTA, L.; NYMAN, K.; IZQUIERDO, M.; GOROSTIAGA, E.M.; AVELA, J.; KORHONEN, J.; KNUUTILA, V-P.; KRAEMER, W.J.; HÄKKINEN, K. Effects of combined strength and endurance training on treadmill load carrying walking performance in aging men. *J. Strength Cond. Res.* 24(6):1584-1595, 2010.

HOLVIALA, J.; KRAEMER, W.J.; SILLAMPÄÄ, E.; KARPINEN, H.; AVELA, J.; KAUKANEN, A.; HÄKKINEN, A.; HÄKKINEN, K. Effects of strength, endurance and combined training on muscle strength, walking speed and dynamic balance in aging men. *Eur. J. Appl. Physiol.* 112(4):1335-1347, 2012.

HOWLEY, E.T.; BASSET Jr., D.R.; WELCH, H.G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27(9):1292-1301, 1995.

HUG, F.; DECHERCHI, P.; NARQUESTE, T.; JAMMES, Y. EMG versus oxygen uptake during cycling exercise in trained and untrained subjects. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 14(2):187-195, 2004.

IZQUIERDO, M.; HAKKINEN, K.; IBANEZ, J.; ANTÓN, A.; GARRUÉS, M.; RUESTA, M.; GOROSTIAGA, E.M. Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. *J. Strength Cond. Res.* 17(1):129-139, 2003.

IZQUIERDO, M.; IBAÑEZ, J.; HÄKKINEN, K.; KRAEMER, W.J.; LARRIÓN, J.L.; GOROSTIAGA, E.M. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36(3):435-443, 2004.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 12(3):175-182, 1980.

KAMEN, G.; KNIGHT, C.A. Training-related adaptations in motor unit discharge rate in young and older adults. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 59:1334–1338, 2004.

KANITZ, A.C. **Efeitos de dois programas de treinamento em piscina funda nas respostas cardiorrespiratórias, neuromusculares e no equilíbrio de idosos.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, 2013.

KANITZ, A.C.; REICHERT, T.; LIEDTKE, G.V.; PINTO, S.S.; ALBERTON, C.L.; ANTUNES, A.H.; CADORE, E.L.; KRUEL, L.F.M. Maximal and anaerobic threshold cardiorespiratory responses during deep-water running. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.* 2014. [Epub ahead of print]

KARAVIRTA, L.; TULPPO, M.P.; LAAKSONEN, D.E.; NYMAN, K.; LAUKKANEN, R.T.; KINNUNEN, H.; HÄKKINEN, A.; HÄKKINEN, K. Heart rate dynamics after combined endurance and strength training in older men. *Med. Sci. Sports Exerc.* 41(7):1436-1443, 2009.

KARAVIRTA, L.; HÄKKINEN, A.; SILLANPÄÄ, E.; GARCIA-LOPEZ, D.; KAUKANEN, A.; HAAPASAARI, A.; ALLEN, M.; PAKARINEN, A.; KRAEMER, W.J.; IZQUIERDO, M.; GOROSTIAGA, E.M.; HÄKKINEN, K. Effects of combined endurance and strength training on muscle strength, power and hypertrophy in 40–67-year-old men. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 21(3):402-411, 2011.

KATSURA, Y.; YOSHIKAWA, T.; UEDA, S.Y.; USUI, T.; SOTOBAYASHI, D.; NAKAO, H.; SAKAMOTO, H.; OKUMOTO, T.; FUJIMOTO, S. Effects of aquatic exercise training using water-resistance equipment in elderly. *Eur. J. Appl. Physiol.* 108(5):957-964, 2010.

KRAEMER, W.J.; PATTON, J.F.; GORDON, S.E.; HARMAN, E.A.; DESCHENES, M.R.; REYNOLDS, K.; NEWTON, R.U.; TRIPPLET, N.T.; DZIADOS, J.E. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J. Appl. Physiol.* 78(3):976-989, 1995.

KRUEL, L.F.M; BARELLA, R.E.; GRAEF, F.; BRENTANO, M.A.; FIGUEIREDO, P.P.; CARDOSO, A.; SEVERO, C.R. Efeitos de um treinamento de força aplicado em

mulheres praticantes de hidroginástica. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*. 4(1):32-38, 2005.

KRUEL, L.F.M; BEILKE, D.D.; KANITZ, A.C; ALBERTON, C.L.; ANTUNES, A.H.; PANTOJA, P.D.; SILVA, E.M.; PINTO, S.S. Cardiorespiratory responses to stationary running in water and on land. *Journal of Sports Science and Medicine*. 12, 594-600, 2013.

LEVERITT, M.; ABERNETHY, P.J.. Acute effects of high-intensity endurance exercise on subsequent resistance activity. *J. Strength Cond. Res.* 13(1):47-51, 1999.

LEVY, W.C.; CERQUEIRA, M.D.; HARP, G.D.; JOHANNESSEN, K.A.; ABRASS, I.B.; SCHWARTZ, R.S.; STRATTON, J.R. Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and older man. *Am. J. Cardiol.* 82(10): 1236-1241, 1998.

LIEDTKE, G.V. **Comparação dos efeitos de diferentes métodos de treinamento na hidroginástica no equilíbrio corporal e na aptidão física de mulheres idosas.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, 2014.

MEREDITH, C.N.; FRONTERA, W.R.; FISHER, E.C.; HUGHES, V.A.; HERLAND, J.C.; EDWARDS, J.; EVANS, W.J. Peripheral effects of endurance training in young and old subjects. *J. Appl. Physiol.* 66:2844–2849, 1989.

NADER, G.A. Concurrent strength and endurance training: from molecules to man. *Med. Sci. Sports Exerc.* 38: 1965-1970, 2006.

NARICI, M.V.; ROI, G.S.; LANDONI, L.; MINETTI, A.E.; CERRETELLI, P. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *Eur. J. Appl. Physiol.* 59(4):310-319, 1989.

MALFATTO, G.; FACCHINI, M.; BRAGATO, R.; BRANZI, G.; SALA, L.; LEONETTI, G. Short and long term effects of exercise training on the tonic autonomic modulation of heart rate variability after myocardial infarction. *Eur. Heart. J.* 17(4) 532-538, 1996.

NILWIK, R.; SNIJDERS, T.; LEENDERS, M.; BART, B.L.; KRANENBURG, J.; VERDIJK, L.; LOON, L.J.C. The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. *Experimental Gerontology* 48:492–498, 2013.

PETRICK, M.; PAULSEN, T.; GEORGE, J. Comparison between quadriceps muscle strengthening on land and in water. *Physiotherapy*. 87(6):310-317, 2001.

PINTO, L.G.; DIAS, R.M.R.; SALVADOR, E.P.; JÚNIOR, A.F.; LIMA, C.V.G. Efeito da utilização de bandas elásticas durante aulas de hidroginástica na força muscular de mulheres. *Rev. Bras. Med. Esporte* 14(5):450-453, 2008.

PINTO, S.S. **Efeitos de um treinamento concorrente na hidroginástica sobre as variáveis neuromusculares e cardiorrespiratórias de mulheres jovens e pós-**



**menopáusicas.** Porto Alegre, 2013. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PINTO, S.S.; CADORE, E.L.; ALBERTON, C.L.; ZAFFARI, P.; BAGATINI, N.C.; BARONI, B.M.; RADELLI, R.; LANFERDINI, F.J.; COLADO, J.C.; PINTO, R.S.; VAZ, M.A.; BOTTARO, M.; KRUEL, L.F.M. Effects of intra-session exercise sequence during water-based concurrent training. *Int. J. Sports Med.* 2013.

PÖYHÖNEN, T.; SIPILÄ, S.; KESKINEN, K.L.; HAUTALA, A.; SAVOLAINEN, J.; MÄLKIÄ, E. Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34(12):2103-2109, 2002.

REID, K.F.; MARTIN, K.I.; DOROS, G.; CLARK, D.J.; HAU, C.; PATTEN, C.; PHILLIPS, E.M.; FRONTERA, W.R.; FIELDING, R.A. Comparative effects of light or heavy resistance power training for improving lower extremity power and physical performance in mobility-limited older adults. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 2014.

RIKLI RE & JONES CJ. Development and validation of a functional fitness test for community residing older adults. *Journal of Aging and Physical Activity* 7: 129-161, 1999.

SCHOENELL, M.C.W. **Efeitos de diferentes programas de treinamento de força no meio aquático com diferentes volumes nas adaptações neuromusculares de mulheres jovens.** Porto Alegre, 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SEALS, D.R.; HAGBERG, J.M.; HURLEY, B.F.; EHSANI, A.A.; HOLLOSZY, J.O.; Endurance training in older men and women: I. Cardiovascular responses to exercise. *J. Appl. Physiol.* 57:1024–1031, 1984.

SILLAMPÄÄ, E.; HÄKKINEN, A.; NYMAN, K.; CHENG, S.; KARAVIRTA, L.; LAAKSONEN, D.E.; HUUHKA, N.; KRAEMER, W.J.; HÄKKINEN, K. Body composition and fitness during strength and/ or endurance training in older men. *Med. Sci. Sports Exerc.* 40(5):950-958, 2008.

SILLAMPÄÄ E, HÄKKINEN A, PUNNONEN K, HÄKKINEN K, LAAKSONEN DE. Effects of strength and endurance training on metabolic risk factors in healthy 40–65-yearold men. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 19:885–895, 2009.

SIRI, W.E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Nutrition.* 9(5):480-491, 1993.

SOUZA, A.S.; RODRIGUES, B.M.; HIRSHAMMANN, B.; GRAEF, F.I.; TIGGEMANN, C.L.; KRUEL, L.F.M. Treinamento de força no meio aquático em mulheres jovens. *Motriz.* 16(3):649-657, 2010.

STEIB, S.; SCHOENNE, D.; PFEIFER, K. Dose-response relationship of resistance training in older adults: A Meta-Analysis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2009.

TAKESHIMA, N.; ROGERS, M.E.; WATANABE, W.F.; BRECHUE, W.F.; OKADA, A.; YAMADA, T.; ISLAM, M.M; HAYANO, J. Water-based exercise improves health-

related aspects of fitness in older women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33(3):544-551, 2002.

TAUNTON, J.E.; RHODES, E.C.; WOLSKI, L.A.; DONELLY, M.; WARREN, J.; ELLIOT, J.; McFARLANE, L.; LESLIE, J.; MITCHELL, J.; LAURIDSEN, B. Effect of land-based and water-based fitness programs on the cardiovascular fitness, strength and flexibility of woman aged 65-75 years. *Gerontology.* 42(4):204-210, 1996.

TORMEN, M.L.S. **Efeitos do treinamento e destreinamento em hidroginástica na redução de riscos cardiovasculares e ósteo-musculares.** Porto Alegre, 2007. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TSOURLOU, T.; BENIK, A.; DIPLA, K.; ZAFEIRIDIS, A.; KELLIS, S. The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *J. Strength Cond. Res.* 20(4):811-818, 2006.

WASSERMAN, K.; WHIPP, B.J.; KOYAL, S.N.; BEAVER, W.L. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J. Appl. Physiol.* 35:236-243, 1973.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L.; KENNEY, W.L. **Fisiologia do esporte e do exercício.** São Paulo: Manole, 2013.

WILSON, J.M.; MARIN, P.J.; RHEA, M.R.; WILSON, S.M.C.; LOENNEKE, J.P.; ANDERSON, J.C. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *J. Strength Cond. Res.* 26(8): 2293–2307, 2012.

WOOD, R.H.; REYES, R.; WELSCH, M.A.; FAVAROLO-SABATIER, J.; SABATIER, M.; LEE, C.M.; JOHNSON, L.G.; HOOPER, P.F. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33(10):1751-1758, 2001.

## ANEXOS

### ANEXO A

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu \_\_\_\_\_, concordo voluntariamente a participar do estudo “EFEITOS DO TREINAMENTO CONCORRENTE NA HIDROGINÁSTICA SOBRE AS VARIÁVEIS NEUROMUSCULARES, CARDIORRESPIRATÓRIAS E FUNCIONAIS DE MULHERES IDOSAS”.

Estou ciente que o treinamento será realizado durante 12 semanas com uma frequência semanal de duas vezes por semana, e que não poderei realizar qualquer tipo de atividade física fora do projeto, caso contrário, deverei informar aos responsáveis da pesquisa. Também estou ciente que serão realizadas avaliações antes, durante e após o período do treinamento.

Eu, por meio deste, autorizo Paula Zaffari, Luiz Fernando Martins Krueel, bolsistas ou profissionais selecionados para realizar os seguintes procedimentos:

- Teste de esforço máximo e em ciclo ergômetro e no meio aquático. Ambos serão executados com aumento progressivo da intensidade, até que ocorra minha interrupção voluntária.
- Testes para avaliar a força muscular dinâmica, resistente e isométrica máxima.
- Para o posicionamento dos eletrodos nas avaliações neuromusculares, precedida de depilação e limpeza da pele com álcool.
- Testes para a avaliação da capacidade funcional
- Medidas de composição corporal (peso, altura e dobras cutâneas).

Estou ciente que durante os testes de esforço máximo estarei respirando através de uma máscara, na qual estará anexado o analisador de gases e que estarão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário, possibilidade de alterações na frequência cardíaca e na pressão arterial, ou mesmo um ataque do coração durante os testes. Porém, eu entendo que a minha frequência cardíaca será monitorada durante os testes de laboratório, e que eu posso terminar o teste em qualquer momento sob meu critério. Além disso, esse procedimento será acompanhado por um médico, funcionário do Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física da UFRGS. Ainda, estará disponível no laboratório uma linha telefônica para a Assistência Médica de Emergência.

Além disso, estou ciente de que não haverá um médico presente durante o período de treinamento. No entanto, serei amparado pela equipe de pesquisadores presentes, recebendo o atendimento adequado quando necessário. Em casos de possíveis traumas ou lesões durante o período de treinamento, serei amparado pelo atendimento dos pesquisadores envolvidos. Além disso, o médico do laboratório será contatado imediatamente. Se necessário, o serviço de Assistência Médica de Urgência (SAMU) será contatado.

Estou ciente que após a depilação e limpeza com álcool da pele para o posicionamento dos eletrodos, posso ter algum tipo de irritação na pele como vermelhidão e um leve inchaço.

**Dos procedimentos de testes:**

- Os procedimentos expostos acima têm sido explicados para mim por Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos, Paula Zaffari e bolsistas selecionados;
- Paula Zaffari, Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos bolsistas e professores, irão responder qualquer dúvida que eu tenha sobre esses procedimentos;
- Todos os dados relativos à minha pessoa irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob minha solicitação escrita. Além disso, eu entendo que no momento da publicação, não irá ser feita associação entre os dados publicados e a minha pessoa;
- Não haverá compensação financeira pela minha participação neste estudo;
- Poderei fazer contato com o orientador do estudo Professor Luiz Fernando Martins Krueel e sua orientanda Paula Zaffari, para quaisquer problemas referentes à minha participação no estudo ou se eu sentir que há uma violação dos meus direitos com o comitê de ética da UFRGS, através dos telefones:  
(51) 91223431 (Paula Zaffari)  
(51) 98063309 (Luiz Fernando Martins Krueel)  
(51) 3308-5820 (Laboratório de Pesquisa do Exercício)  
(51) 3308-3738 (Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS)
- Durante a realização do trabalho, a qualquer instante durante os testes, eu tenho o direito de me recusar a prosseguir com os mesmos.
- Todos os procedimentos a que serei submetido serão conduzidos por profissionais, professores ou bolsistas com experiência prévia em todos os procedimentos.
- Posso desistir de participar do projeto a qualquer momento sem que isso acarrete em ônus de qualquer tipo.

Porto Alegre \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Nome em letra de forma participante: \_\_\_\_\_

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

Assinatura do responsável pela pesquisa: \_\_\_\_\_