



**EFEITOS DE DIFERENTES
PROGRAMAS DE
TREINAMENTO DE FORÇA
NO MEIO AQUÁTICO COM
DIFERENTES VOLUMES NAS
ADAPTAÇÕES
NEUROMUSCULARES DE
MULHERES JOVENS**

Maira Cristina Wolf Schoenell

PRÊMIO CBCE DE LITERATURA CIENTÍFICA



**EFEITOS DE DIFERENTES PROGRAMAS DE
TREINAMENTO DE FORÇA NO MEIO AQUÁTICO COM
DIFERENTES VOLUMES NAS ADAPTAÇÕES
NEUROMUSCULARES DE MULHERES JOVENS**

Maira Cristina Wolf Schoenell



Porto Alegre

2014

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

S364e Schoenell, Maira Cristina Wolf

Efeitos de diferentes programas de treinamento de força no meio aquático com diferentes volumes nas adaptações neuromusculares de mulheres jovens [recurso eletrônico] / Maira Cristina Wolf Schoenell. – Porto Alegre : Orquestra, 2014.

84 p. : il. ; 15 x 21cm.

E-book.

ISBN 978-85-65862-19-6

1. Treinamento de força – Mulheres. 2. Treinamento aquático – Adaptação neuromuscular. I. Título.

CDU 796.015.52-055.2

Bibliotecária Responsável: Denise Pazetto CRB-10/1216 - (51)30297042

Coordenação Editorial: Flávio Possani

Projeto Gráfico e Diagramação: Orquestra Comunicação Editorial

Edição: Orquestra Comunicação Editorial

(51) 3024-2324

www.orquestraeditora.com.br

Copyright © 2014 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte

Chancela: CBCE

Apoio: Ministério do Esporte

Coleção: Prêmios CBCE de Literatura Científica

Comissão Editorial:

COORDENAÇÃO: Paula Cristina Costa Silva

Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga

Christiane Garcia Macedo

INTEGRANTES: Diego Mendes

Admir Soares A. Júnior

Carlos Herold Junior

Fábio Zoboli

Rosianny Campos Berto

Edivaldo Góis Júnior

Luis Eduardo Thomassim

Alexandre Palma

Fábio Nakamura

Wellington Lunz

Luciana Carletti

OUTROS TÍTULOS DA COLEÇÃO:

- Efeitos de um Treinamento de Força no Meio Aquático com Diferentes Volumes em Homens Jovens - *Adriana Cristine Koch Buttelli*
- Nos domínios do corpo e da espécie: Eugenia e Biotipologia na constituição disciplinar da Educação Física - *André Luiz dos Santos Silva*
- Educação Física: Atuação Profissional e Condições de Trabalho em Academias - *Alessandra Dias Mendes*
- Quando o Silêncio é Rompido: Homossexualidades e Esportes na Internet - *Luíza Aguiar dos Anjos*
- Efeitos Agudos e Crônicos do Treinamento em Hidroginástica no Perfil Lipídico e na Enzima Lipase Lipoprotéica de Mulheres Pré-menopáusicas Dislipidêmicas - *Rochelle Rocha Costa*

DIRETORIA NACIONAL DO COLÉGIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO ESPORTE (GESTÃO 2011/2013)

Presidente: Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga

Vice-Presidente: Edson Marcelo Húngaro

Direção Administrativa: Maria do Carmo Morales Pinheiro

Direção Financeira: Nair Casagrande

Direção Científica: Alexandro Andrade

Direção de Comunicação: Paula Cristina Costa Silva

Coordenador Nacional de GTT's: Marcia Chaves Gamboa

Coordenador Nacional das SE's: Carlos Fabre Miranda

Qualquer parte ou o todo desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada corretamente a fonte.

MAIRA CRISTINA WOLF SCHOENELL

Professora de Educação Física formada pela Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, com mestrado em Ciências do Movimento Humano na UFRGS, atua como pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Atividades Aquáticas e Terrestres - GPAT da UFRGS. Com uma linha de pesquisa em fisiologia do exercício e treinamento físico no meio aquático, principalmente sobre o desenvolvimento da força muscular a partir do treinamento neste meio. Proprietária e professora de hidroginástica e de natação na academia Corpo & Água na cidade de Teutônia, ministra cursos sobre hidroginástica pelo Brasil.

RESUMO

Diversos estudos têm relatado incrementos na força muscular a partir de treinamentos com diferentes metodologias no meio aquático. No entanto, não foram encontradas abordagens sobre a utilização de séries únicas e múltiplas no treinamento de força no meio aquático. O objetivo do presente estudo foi comparar os incrementos na força muscular dinâmica máxima, na força de resistência e na força de potência em mulheres jovens e sedentárias, submetidas ao treinamento de força no meio aquático, com diferentes volumes de treinamento. Sessenta e seis mulheres jovens e saudáveis ($24,72 \pm 4,33$ anos) foram aleatoriamente divididas em dois grupos: Série Simples (1S) e Séries Múltiplas (3S), durante a primeira etapa do treinamento, composta por 10 semanas. Após este período, sessenta mulheres continuaram o treinamento por mais um período de dez semanas e foram aleatoriamente sub-divididas em quatro grupos de estudo: simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM). Todos os grupos realizaram duas sessões semanais durante as 20 semanas, sendo que os exercícios foram executados em máxima velocidade por trinta segundos e foram realizados em forma de circuito, com intervalo de dois a três minutos entre cada grupo muscular. Foram realizadas avaliações nas etapas pré-treinamento, após 10 semanas e após 20 semanas de treinamento. Foram realizadas avaliações de uma repetição máxima (1RM) e de Repetições Máximas com 60% de 1RM nos exercícios supino, rosca bíceps, flexão de joelhos e extensão de joelhos. Além destas, foram realizadas avaliações de força potente por meio dos saltos Squat Jump e Countermovement Jump. Os resultados foram analisados utilizando ANOVA para medidas repetidas com fator grupo ($\Delta = 0,05$). Ao longo das primeiras dez semanas de treinamento, ambos os grupos (1S e 3S) apresentaram incrementos na força muscular dinâmica máxima, na força resistente e na força potente sem diferença entre os grupos ($p > 0,05$). Nesta etapa os incrementos percentuais na força máxima para o grupo 1S foram de $9,72 \pm 9,54\%$ a $18,82 \pm 11,17\%$; no grupo 3S foram de $10,49 \pm 9,99\%$ a $18,48 \pm 11,07\%$. Na força resistente os incrementos no grupo 1S foram de $19,45 \pm 15,24\%$

a $38,01 \pm 26,50\%$; no grupo 3S foram de $13,04 \pm 11,25\%$ a $51,01 \pm 36,07\%$. Na força potente os incrementos no grupo 1S foram de $10,90 \pm 13,68\%$ (SJ) e $9,09 \pm 8,01\%$ (CMJ); no grupo 3S foram de $8,25 \pm 11,67\%$ (SJ) e $6,78 \pm 6,83\%$ (CMJ). Após vinte semanas de treinamento, todos os grupos de estudo demonstraram incremento na força muscular dinâmica máxima, na força resistente e na força potente, sem diferença significativa entre os grupos, ou seja, mesmo com a manutenção, o aumento ou a diminuição do número de séries, observou-se o mesmo comportamento da força muscular. Na força máxima os incrementos para o grupo SS foi de $16,53 \pm 9,81\%$ a $30,93 \pm 11,65\%$; no grupo SM foi de $15,41 \pm 12,77\%$ a $28,87 \pm 15,11\%$; no grupo MS foi de $17,12 \pm 13,02\%$ a $28,04 \pm 12,95\%$; no grupo MM foi de $20,98 \pm 13,60\%$ a $26,53 \pm 13,17\%$. Na força resistente, os incrementos para o grupo SS foram de $18,32 \pm 25,57\%$ a $46,65 \pm 49,04\%$; no grupo SM foram de $13,99 \pm 14,50\%$ a $42,50 \pm 20,49\%$; no grupo MS foram de $13,26 \pm 23,03$ a $48,24 \pm 46,50\%$; no grupo MM foram de $14,14 \pm 28,54\%$ a $59,62 \pm 43,59\%$. Na força potente, os incrementos no grupo SS foram de $12,60 \pm 12,13\%$ (SJ) e $11,28 \pm 10,62\%$ (CMJ); no grupo SM foram de $21,17 \pm 17,83\%$ (SJ) e $4,75 \pm 7,25\%$ (CMJ); no grupo MS foram de $12,43 \pm 13,67\%$ (SJ) e de $5,74 \pm 6,63\%$ (CMJ); no grupo MM foram de $18,67 \pm 26,18\%$ (SJ) e de $8,83 \pm 4,71\%$ (CMJ). Ao final do estudo, pode-se concluir que mulheres jovens e sedentárias apresentaram melhora na força muscular dinâmica máxima, na força de resistência e na força de potência após 20 semanas de treinamento, independente do volume de treinamento realizado.

Palavras chave: força muscular, exercícios aquáticos, volume de treinamento, série simples e séries múltiplas

ABSTRACT

Several studies have shown significant increase in the muscle strength induced by different exercise trainings protocols in aquatic environment. However, no studies were found investigating the adaptations of single and multiple sets during the resistance training in aquatic environment. Thus, the aim of the present study was to compare the effects between two aquatic resistance training (single and multiple sets) on maximal dynamic muscle strength, muscle endurance and muscle power in untrained women. Sixty-six young women (24.72 ± 4.33 years) were randomly placed into two groups: single set (1S) and multiple set (3S) during the first 10 weeks. After that, sixty women maintained the training by an additional 10 weeks and were randomly sub-divided in four experimental groups: single/single (SS), single/multiple (SM), multiple/single (MS), multiple/multiple (MM). The subjects performed the aquatic resistance training during 20 weeks twice a week, and the exercises were performed in circuit form with 2-3 min of recovery among each muscular group. The one repetition maximal test (1RM), muscle endurance test (maximal repetitions at 60% 1RM) and muscle power test (squat and counter movement jump performance) were evaluated at pre, middle and post training. The results were analyzed using repeated measures ANOVA (factor: group), and when applicable, Bonferroni post-hoc test was used ($\Delta = 0.05$). After the first 10 weeks of training, there were increases in maximal dynamic muscle strength, muscle endurance and muscle power in both 1S and 3S, with no difference between the groups. The relative gains in the first 10 weeks for the maximal strength in the 1S ranged from $9.72 \pm 9.54\%$ to $18.82 \pm 11.17\%$, and in the 3S ranged from $10.49 \pm 9.99\%$ to $18.48 \pm 11.07\%$ in the different exercises. The muscle endurance relative gains in the 1S ranged from $19.45 \pm 15.24\%$ to $38.01 \pm 26.50\%$, and in the 3S ranged from $13.04 \pm 11.25\%$ to $51.01 \pm 36.07\%$ in the different exercises. In addition, the muscular power relative gains in the 1S was $10.90 \pm 13.68\%$ in Squat Jump and $9.09 \pm 8.01\%$ in Counter Movement Jump. The same pattern was found in the 3S, with relative gain of $8.25 \pm 11.67\%$ in the Squat Jump and $6.78 \pm 6.83\%$ in the Counter Movement Jump. After the 20 weeks of

training, both groups showed increases on maximal dynamic in the muscle strength, on muscle endurance, and, on muscle power with no differences among the groups. Thus, even maintaining, increasing or decreasing the number of sets, there were no differences in muscle strength performance. The maximal strength gains ranged from $16.53 \pm 9.81\%$ to $30.93 \pm 11.65\%$ in the SS group; from $15.41 \pm 12.77\%$ to $28.87 \pm 15.11\%$ in the SM group; from $17.12 \pm 13.02\%$ to $28.04 \pm 12.95\%$; in the MS group; and, from $20.98 \pm 13.60\%$ to $26.53 \pm 13.17\%$ in the MM group. The muscle endurance relative gains ranged from $18.32 \pm 25.57\%$ to $46.65 \pm 49.04\%$ in the SS group; from $13.99 \pm 14.50\%$ to $42.50 \pm 20.49\%$ in the SM group; from 13.26 ± 23.03 to $48.24 \pm 46.50\%$ in the MS group; and, from $14.14 \pm 28.54\%$ a $59.62 \pm 43.59\%$ in the MM group. Moreover, the muscle power gains were $12.60 \pm 12.13\%$ in the SJ and $11.28 \pm 10.62\%$ in the CMJ in the SS group; $21.17 \pm 17.83\%$ in the SJ and in the $4.75 \pm 7.25\%$ CMJ in the SM group; $12.43 \pm 13.67\%$ in the SJ and $5.74 \pm 6.63\%$ in the CMJ in the MS group; and, $18.67 \pm 26.18\%$ in the SJ and $8.83 \pm 4.71\%$ in the CMJ in the MM. In conclusion, untrained young women presented a improvements in maximal dynamic muscle strength, muscle endurance and muscle power after 20 weeks of aquatic resistance training, independent of the training volume performed.

Keywords: muscular strength, aquatic exercise, volume training, single and multiple set

PREFÁCIO

Com muita satisfação aceitei o convite para apresentar o livro “Efeitos de diferentes programas de treinamento de força no meio aquático com diferentes volumes nas adaptações neuromusculares de mulheres jovens”, de Maira Cristina Wolf Schoenell. Hoje prefácio esta obra com grande prazer, não só pela relevância do tema, que tem sido a minha principal área de estudo nos últimos 13 anos acadêmicos, como pelo respeito e admiração que tenho pela autora, que é uma excelente pesquisadora no âmbito da hidroginástica, e também proprietária e professora de uma academia voltada especialmente para as atividades aquáticas, com a capacidade de aliar os conhecimentos científicos dessa modalidade com a prática, fundamentais para uma adequada formação profissional. Tive também o grande prazer de acompanhar o processo de elaboração e refinamento do projeto desse estudo, o processo de evolução das coletas de dados e treinamento que produziram os resultados dessa pesquisa, assim como de participar da banca examinadora do mestrado da Maira.

O treinamento de força tem sido amplamente estudado nos últimos anos, sendo verificados os seus benefícios em diferentes modelos de programas aplicados a diversos grupos de pessoas. Todavia, o treinamento de força específico no meio aquático tem recebido atenção na literatura recentemente, e a presente obra relata com grande propriedade os principais estudos relacionados a esse assunto. Além disso, o enfoque principal desse livro retrata uma temática bastante original, que é a investigação das adaptações neuromusculares em mulheres jovens e sedentárias decorrentes de diferentes programas de treinamento de força no meio aquático com diferentes volumes, através da aplicação de séries simples ou múltiplas. Seus resultados demonstram a efetividade dos programas de treinamento aplicados e sua discussão procura alicerçar as bases teóricas do treinamento de força com as especificidades do ambiente aquático.

Dessa forma, em nosso entender, esta obra dirige-se aos diferentes profissionais que trabalham na área da saúde, com ênfase na prescrição de exercícios. Salientamos ainda que os conteúdos apresentados neste livro colocam-se como uma fonte bibliográfica obrigatória aos profissionais que atuam na área das atividades aquáticas.

Prof.^a. Dr.^a. Cristine Lima Alberton

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	O problema e sua importância	12
1.2	Objetivo Geral	14
1.2	Objetivos Específicos	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Hidroginástica	15
2.2	O Treinamento de Força no Meio Aquático	17
2.3	O Controle da Intensidade	21
2.4	A velocidade	22
2.5	A área projetada	23
2.6	Adaptações ao treinamento de força no meio aquático	24
2.7	A Periodização	25
2.8	Séries Únicas X Série Múltiplas	29
3	ABORDAGEM METODOLÓGICA	35
3.1	População	35
3.2	Cálculo para Determinação do Tamanho Amostral	35
3.3	Amostra	36
3.3.1	Critérios de Inclusão	36
3.3.2	Critérios de Exclusão	36
3.3.3	Procedimentos para Seleção da Amostra	37
3.4	Variáveis	37
3.4.1	Variáveis Dependentes	37
3.4.2	Variáveis Independentes	37
3.4.3	Variáveis de Controle	38
3.4.4	Variáveis de Caracterização da Amostra	38

3.5	Desenho Experimental	38
3.6	Tratamento das Variáveis Independentes	39
3.7	Instrumentos de Medidas e Protocolos de Coletas	42
3.7.1	Caracterização	42
3.7.2	Familiarização	42
3.7.3	Avaliação da Força Máxima	43
3.7.4	Teste de Repetições Máximas	44
3.7.5	Teste Abdominal de 1 minuto	45
3.7.6	Saltos: Squat Jump (SJ) e <i>Counter Movement Jump</i> (CMJ)	45
3.7.7	Análise do número de repetições dos exercícios no meio aquático ...	45
4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	46
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1	Caracterização da amostra	46
5.2	Reprodutibilidade dos testes de uma repetição máxima	47
5.3	Resultados e Discussão: análise em dois grupos – 10 semanas	48
5.3.1	Força Muscular Dinâmica Máxima	48
5.3.2	Força Resistente	53
5.3.3	Força de Potência	56
5.4	Resultados e Discussão: análise em 4 grupos – 20 semanas	57
5.4.1	Força Muscular Dinâmica Máxima	57
5.4.2	Força Resistente	63
5.4.3	Força de Potência	69
5.4.4	Análise de Vídeos	70
6	CONCLUSÕES E APLICAÇÕES PRÁTICAS	72
6.1	CONCLUSÕES	72
6.2	APLICAÇÕES PRÁTICAS	72
7	REFERÊNCIAS	73
	ANEXO 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	83

1 INTRODUÇÃO

1.1 O problema e sua importância

A prática de exercícios físicos vem sendo muito estimulada nos últimos anos e a sua oferta tornando-se cada vez mais diversificada. Neste cenário, a hidroginástica ganhou muitos praticantes e adeptos, que procuram principalmente uma atividade física segura e prazerosa. A hidroginástica é uma opção de exercício para melhorar o condicionamento físico, composta de exercícios específicos que aproveitam a resistência da água para gerar sobrecarga (KRUEL, 1994). Esta modalidade apresenta como principal benefício e diferencial o fato de promover uma menor sobrecarga cardiovascular e um ambiente com um reduzido impacto nas articulações, principalmente dos membros inferiores (KRUEL, 2000; ALBERTON *et al.*, 2011).

A hidroginástica tem sido fonte de diversas pesquisas nos últimos anos, e estas demonstram que tal modalidade produz inúmeros benefícios para a aptidão física tanto de idosos como também de adultos jovens. Na literatura é possível encontrar evidências de que os exercícios no meio aquático podem gerar melhoras na condição cardiovascular (TAKESHIMA *et al.*, 2002; ALVES *et al.*, 2004; BOCALINI *et al.*, 2008), na composição corporal (TAKESHIMA *et al.*, 2002; GAPPMAIER *et al.*, 2006), na flexibilidade (TAKESHIMA *et al.*, 2002; ALVES *et al.*, 2004; BOCALINI *et al.*, 2008) e mais recentemente, nos ganhos dos níveis de força muscular (PETRICK *et al.*, 2001; PÖYHÖNEN *et al.*, 2002; TAKESHIMA *et al.*, 2002; CARDOSO *et al.*, 2004; KRUEL *et al.*, 2005; TSOURLOU *et al.*, 2006; TORMEN 2007; SATO *et al.*, 2009; AMBROSINI *et al.*, 2010; GRAEF *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2010).

Os estudos mais recentes acerca dos benefícios da prática da hidroginástica têm-se voltado a investigar os possíveis ganhos na força muscular com o exercício realizado nesta modalidade. A força muscular é um dos componentes mais importantes da aptidão física, pois ela é fundamental para a realização de muitas atividades de vida diária e está diretamente relacionada com a independência funcional (ACMS, 1998; MATSUDO *et al.*, 2001).

O treinamento para o desenvolvimento da força muscular tradicionalmente ocorre no meio terrestre através da utilização de equipamentos e pesos livres específicos das salas de musculação (FLECK E KRAEMER, 2006), mas a literatura recente tem apontado que também pode ocorrer com o treinamento no meio aquático (PETRICK *et al.*, 2001; PÖYHÖNEN *et al.*, 2002; TAKESHIMA *et al.*, 2002; CARDOSO *et al.*, 2004; KRUEL *et al.*, 2005; TSOURLOU *et al.*, 2006; SATO *et al.*, 2009; AMBROSINI *et al.*, 2010; GRAEF *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2010). Nesse caso, para gerar sobrecarga, a hidroginástica, com ênfase no treinamento de força muscular, utiliza-se da estratégia de aumentar a velocidade de execução ou aumentar a área projetada dos segmentos corporais por meio da utilização de equipamentos resistivos (CARDOSO *et al.*, 2004; KRUEL *et al.*, 2005; AMBROSINI *et al.*, 2010; GRAEF *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2010).

Diferentes pesquisas têm evidenciado resultados positivos na força muscular através dos treinamentos específicos de força no meio aquático, em diferentes faixas etárias. Em mulheres idosas, o estudo de Graef *et al.* (2010) verificou um aumento de 10,89% nos níveis de força dinâmica máxima no grupo muscular dos flexores horizontais de ombro com um treinamento no meio aquático realizado por 12 semanas. Kruel *et al.* (2005) também verificaram que mulheres de meia-idade, que participaram de um programa de treinamento de força no meio aquático e executaram os exercícios com e sem equipamento resistivo, apresentaram ganhos significativos nos níveis de força nos músculos adutores de quadril e flexores e extensores de cotovelo que variavam de 10,73% a 28,76%. Com mulheres jovens, Souza *et al.* (2010), realizaram um treinamento de força no meio aquático em forma de circuito, por um período de 11 semanas e os resultados indicaram um aumento da força em todos os exercícios avaliados ($12,53 \pm 9,28\%$ a $25,90 \pm 17,84\%$).

No meio terrestre, a treinabilidade da força já está bem mais consolidada pela literatura, uma vez que já foi amplamente investigada a interferência da manipulação das variáveis do treinamento (FLECK E KRAEMER, 2006) como tempo de intervalo, ordem de exercícios, métodos, volumes e intensidades de treinamentos. Dentre essas variáveis, a questão do volume de treinamento tem gerado um grande número de pesquisas. Entende-se por volume de treinamento a soma do número de séries, do número de repetições e do número de exercícios. Uma alternativa de treinamento é a possibilidade de manipulação do número de séries executado em cada exercício, ou seja, a execução de séries únicas ou múltiplas. Esse detalhe na periodização dos treinamentos de força no meio terrestre ainda gera controvérsias entre os pesquisadores.

Na literatura, há pesquisas revelando que a série única de 8 a 12 repetições máximas seria suficiente para gerar adaptações neuromusculares e gerar aumentos nos níveis de força nas primeiras semanas de treinamento (HASS *et al.*, 2000; MCBRIDE *et al.*, 2003). Entretanto, outras pesquisas mostram ganhos maiores de força dinâmica máxima em adultos que treinavam com séries múltiplas (HUMBURG *et al.*, 2007; KELLY *et al.*, 2007). Nesta comparação, é imprescindível a diferenciação entre o estado inicial de treinamento dos sujeitos, sejam eles sedentários ou treinados, uma vez que as respostas neuromusculares poderiam ser diferentes. Nesse sentido, apesar das controvérsias na literatura, há uma indicação de que nas fases iniciais de treinamento de força a realização de séries únicas e múltiplas poderia gerar as mesmas respostas neuromusculares, porém após um período longo de treinamento, a utilização de séries múltiplas seria mais indicada para progressivos ganhos de força muscular (KRAEMER *et al.*, 2002; FRÖHLICH *et al.*, 2010). No entanto, a grande maioria das pesquisas que investiga esta questão utiliza em seus modelos metodológicos a comparação entre séries únicas e séries múltiplas durante todo o período de investigação. Sendo que não foram encontrados na literatura estudos que buscaram alterar o volume de treinamento ao longo de uma periodização. Por isso, ainda não está claramente definido como o sistema neuromuscular responde a alterações nos volumes de treinamento, ou seja, não se pode afirmar se o incremento, a manutenção ou até mesmo a diminuição no volume de treinamento ao longo de uma periodização gera melhora, manutenção ou diminuição de força muscular.

Diante do exposto, justifica-se o presente estudo, com o seguinte problema de pesquisa: a variação entre séries únicas e séries múltiplas durante um treinamento de força no meio aquático gera os mesmos incrementos de força muscular em mulheres jovens?

1.2 Objetivo Geral

- Determinar e comparar as respostas neuromusculares de diferentes programas de treinamento de força no meio aquático com diferentes volumes em mulheres jovens e sedentárias.

1.3 Objetivos Específicos

- Determinar e comparar a força muscular dinâmica máxima dos músculos extensores e flexores de joelho, extensores horizontais do ombro e flexores de cotovelo de mulheres jovens, antes e após o treinamento de força no meio aquático com séries únicas e séries múltiplas.
- Determinar e comparar a força da musculatura abdominal de mulheres jovens antes e após o treinamento de força no meio aquático com séries únicas e séries múltiplas.
- Determinar e comparar a força de resistência dos músculos extensores e flexores de joelho, extensores horizontais do ombro e flexores de cotovelo de mulheres jovens, antes e após o treinamento de força no meio aquático com séries únicas e séries múltiplas.
- Determinar e comparar a altura dos saltos *Squat Jump* e *Counter Movement Jump* de mulheres jovens antes e após o treinamento de força no meio aquático com séries únicas e séries múltiplas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Hidroginástica

Recentemente tem-se observado o crescente aumento de pesquisas envolvendo os exercícios físicos realizados no meio aquático, tais como a hidroginástica, o *deep water running*, a caminhada em piscina rasa e o cicloergômetro aquático. O exercício físico realizado no meio aquático, na posição vertical, tal como a hidroginástica, traz inúmeros benefícios aos seus praticantes e a vantagem de ser realizado com diminuição do peso hidrostático e a redução do impacto sobre as articulações, o que faz com que ocorra um menor risco de lesões nesta atividade (KRUEL, 1994).

O desenvolvimento das pesquisas na área do exercício no meio aquático, já demonstrou que a hidroginástica proporciona melhoras na condição cardiovascular (TAKESHIMA *et al.*, 2002; ALVES *et al.*, 2004; BOCALINI *et al.*, 2008) na composição

corporal (TAKESHIMA *et al.*, 2002; GAPPMAIER *et al.*, 2006), na flexibilidade (TAKESHIMA *et al.*, 2002; ALVES *et al.*, 2004) e nos ganhos dos níveis de força muscular (PETRICK *et al.*, 2001; PÖYHÖNEN *et al.*, 2002; TAKESHIMA *et al.*, 2002; CARDOSO *et al.*, 2004; KRUEL *et al.*, 2005; TSOURLOU *et al.*, 2006; COLADO *et al.*, 2009b; SATO *et al.*, 2009; AMBROSINI *et al.*, 2010; GRAEF *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2010).

Durante a realização de exercícios físicos no meio aquático, ocorrem diversas alterações nos sistemas fisiológicos do corpo humano que diferem esta atividade da realizada em meio terrestre. As respostas do sistema cardiovascular são afetadas pela imersão em diferentes profundidades (KRUEL, 1994) e em diferentes temperaturas de água (MULLER *et al.*, 2005). Diversos estudos têm demonstrado que a frequência cardíaca e a pressão arterial são atenuadas em repouso e podem também ser atenuadas em exercícios dentro da água (KRUEL, 2000; ALBERTON E KRUEL 2009). A compreensão destes mecanismos fisiológicos foi fundamental para os avanços das pesquisas sobre a realização de exercícios aeróbicos no meio líquido. Pode-se afirmar hoje que um mesmo exercício, com deslocamento vertical, realizado no meio terrestre e no meio aquático em uma mesma cadência, apresenta uma menor sobrecarga cardiovascular no meio aquático (KRUEL, 2000; HEITHOLD E GLASS 2002; BENELLI *et al.*, 2004; ALBERTON *et al.*, 2005; ALBERTON *et al.*, 2009; ALBERTON *et al.*, 2011b) e ainda que, quando um exercício realizado em meio aquático sofre um aumento na cadência de execução, o corpo responde com um aumento da frequência cardíaca e um aumento do consumo de oxigênio (ALBERTON *et al.*, 2011a). Quando realizado um exercício com deslocamento horizontal, como a corrida, e comparado com o mesmo movimento sem deslocamento, foram encontrados valores maiores de frequência cardíaca durante o exercício com deslocamento (KANITZ *et al.*, 2010).

O comportamento fisiológico de diversos exercícios no meio líquido está bem aprofundado na literatura e a prescrição de exercícios aeróbicos está detalhada em diversos estudos. Todavia, ainda se observa que quando o assunto é o benefício do exercício no meio líquido para o desenvolvimento de força muscular os estudos mostram uma grande variabilidade de metodologias e uma série de limitações para a prescrição. Desta forma, no próximo capítulo será realizada uma análise dos estudos que abordam o desenvolvimento de força muscular com treinamento no meio aquático.

2.2 O Treinamento de Força no Meio Aquático

O treinamento de força é uma das atividades físicas mais populares para o desenvolvimento neuromuscular, para a boa forma física e para a saúde (ACSM, 2011). As adaptações fisiológicas do treinamento de força muscular envolvem o aumento do nível de força, de hipertrofia muscular, aumento da massa magra e diminuição da massa gorda, aumento da densidade mineral óssea, aumento da espessura do tecido conjuntivo bem como a melhora da funcionalidade física (KRAEMER *et al.*, 2002; FLECK E FIGUEIRA JR, 2003; CADORE *et al.*, 2005; FLECK E KRAEMER, 2006).

Muitos pesquisadores buscaram investigar os benefícios do treinamento de força no meio aquático e identificaram respostas positivas ao treinamento neste meio (PETRICK *et al.*, 2001; PÖYHÖNEN *et al.*, 2002; KRUEL *et al.*, 2005; AMBROSINI *et al.*, 2010; GRAEF *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2010). Pelo fato de que qualquer movimento realizado neste ambiente sofre uma resistência imposta pela água, buscou-se por muitos anos identificar formas de maximizar os benefícios do exercício no meio aquático na força muscular. Os estudos encontrados na literatura sobre treinamento de força no meio aquático e que serão abordados nesta revisão estão descritos no quadro 1.

Um dos primeiros públicos a ser investigado diante dos exercícios no meio aquático foram as mulheres idosas, que tradicionalmente demonstram muito interesse por esta modalidade de exercício físico. Vários autores verificaram ganhos de força muscular nesta população em diferentes grupos musculares e com diferentes metodologias de treinamento (TAKESHIMA *et al.*, 2002; TSOURLOU *et al.*, 2006; COLADO *et al.*, 2009b; GRAEF *et al.*, 2010; KATSURA *et al.*, 2010).

No estudo de Takeshima *et al.* (2002), foram analisados os incrementos de força em mulheres idosas após um treinamento de 12 semanas, com frequência de três vezes por semana. O treinamento de força consistia em uma série de 10 a 15 repetições realizadas em máxima velocidade, sendo que os sujeitos utilizavam equipamentos tanto nos membros superiores como nos inferiores. Ao final do treinamento, verificaram-se os seguintes incrementos de força: extensão de joelhos (8%), flexão de joelhos (13%), supino (7%), remada (11%), desenvolvimento de ombros (4%), puxada (6%) e extensão lombar (6%). Com um treinamento similar de 12 semanas, e também utilizando equipamento resistivo em membros superiores, porém com frequência semanal de duas vezes, o estudo de Graef *et al.* (2010) também encontrou ganhos de força em mulheres idosas. Ao final do treinamento, as idosas apresentaram incrementos de 10,89% nos níveis de força dinâmica máxima no grupo muscular dos flexores horizontais de ombro.

Quadro 1: Resumo de artigos originais de treinamento de força no meio aquático

Autor/ano	Sujeitos	Grupos	Duração do treinamento e frequência semanal	Volume do treinamento (séries e repetições) Intervalo (i)	Intensidade	Tipo de equipamento	Método de avaliação	Resultados
Pöyhönen <i>et al.</i> , 2002	Mulheres 34,2 ± 3,9	Exercício aquático (n=15) Controle (n=12)	10 semanas 2 ou 3x/semana	35-60 min 4 exercícios para extensores e flexores de joelho i: 30 a 50 seg	Máxima velocidade de execução	Botas (pequena, média e grande)	Torque isométrico e isocinético	Grupo exercício aquático apresentou os seguintes incrementos: 10% extensão joelhos 27% flexão joelhos
Takeshima <i>et al.</i> , 2002	Mulheres 60-75 anos	Exercício aquático (n=15) Controle (n=15)	12 semanas 3x/semana	70 min aula 10 min exercício resistido 1 série de 10 a 15 repetições i: não informado	Máxima velocidade de execução	Equipamento resistivo MMII e MMSS	Equipamento hidráulico – IRM	Grupo exercício aquático apresentou os seguintes incrementos: 8% extensão joelhos 13% flexão de joelhos 7% supino
Kruel <i>et al.</i> , 2005	Mulheres 38 a 67 anos	G1. Força de MMII com equipamento (n=11) G2. Força em MMII sem equipamento (n=6) G3. Força em MMSS com equipamento (n=6) 4. Força em MMSS sem equipamento	11 semanas 2x/semana	3 séries de 15 repetições 4 séries de 12 repetições 5 séries de 10 repetições i: 2 min	Máxima velocidade de execução	Grupo 1 e 3 equipamento resistivo	IRM	Adutores de quadril: 10,73% no G1 e 12,37% no G2. Flexores de cotovelo: 14,21% no G3 e 12,16% no G4. Extensores de cotovelo: 20,71% no G3 e 28,76% no G4 Sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos com e sem equipamento.
Tsourlou <i>et al.</i> , 2006	Mulheres > 60 anos	Exercício aquático (n=12) Controle (n=10)	24 semanas 3x/semana	2 a 3 séries 12 a 15 repetições i: 20 a 30 seg	Ritmo musical 60 a 120 bpm	Equipamento resistido em MMII e MMSS	Torque isocinético 3 RMs	Grupo Exercício aquático apresentou os seguintes incrementos: 10,5% extensão joelhos 13,4% flexão de joelhos 3RM; 29,4% extensão joelhos 29,5% leg press 25,7% supino -1,7% puxada lateral
Tomen, 2007	Mulheres 40 a 47 anos	G1. Treino concorrente + destreino (n=29) G2. Treino concorrente + treino tradicional (n=6)	20 semanas de treino concorrente 20 semanas de destreino ou treino tradicional	2 a 4 séries de 10 a 30 seg i: 2 min	Máxima velocidade de execução	Sem equipamento	IRM	Ambos os grupos apresentam melhoras significativas após treinamento concorrente. O G1 após o destreino, retorna a valores pré-treino e G2 após treino tradicional retorna a valores pré-treino
Colado <i>et al.</i> , 2009b	Homens 21 anos	Exercício aquático (n=7) -Controle (n=5)	8 semanas 3x/semana	3 a 5 séries 8 a 15 repetições i: 90 seg	Cadência de 46 a 102 bpm	Equipamentos resistivos em MMII e MMSS	Teste de 6 repetições máximas	Grupo exercício aquático apresentou os seguintes incrementos: 3,19% supino 2,30% desenvolvimento lateral 4,46% remada horizontal 4,88% remada vertical
Katsura <i>et al.</i> , 2009	16 mulheres e 4 homens >64 anos	G1. Treino com equipamento (n=12) G2. Treino sem equipamento (n=12)	8 semanas 3x/semana	Não informado	Moderada a alta intensidade: Escala de Borg	Equipamento resistivo em MMII	Dinamômetro isocinético	Em ambos os grupos foi encontrada melhora significativa na força do tríceps sural, sem diferença entre os grupos.
Ambrosini <i>et al.</i> , 2010	Mulheres 50,4 ± 14,15 anos	G1. sem equipamento (n=26) G2. com equipamento (n=26)	12 semanas 2x/semana	2 a 4 séries 10 a 30 seg i: 2min	Percepção de Esforço: Escala de Borg 6 a 20 IEP= 19	Equipamento resistivo em MMII e MMSS	IRM	Flexores horizontais de ombro: 17,10% no G1 e 18,49% no G2. Extensores horizontais de ombro: 22,90% no G1 e 9,81% no G2. Extensores de quadril: 41,59% no G1 e 34,28% no G2. Sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos com e sem equipamento.
Souza <i>et al.</i> , 2010	Mulheres 18 a 32 anos	Grupo treinamento de força (n=13) Grupo controle (n=7)	10 semanas 2x/semana	2 a 4 séries 15 a 30 seg i: 2min	Máxima velocidade de execução	Sem equipamento	IRM	Grupo treinamento de força apresentou aumentos em todos grupos musculares com média de 12,53±9,28% a 25,90±17,84%.
Graef <i>et al.</i> , 2010	Mulheres 60 a 74 anos	G1. Grupo de treinamento de força (n=10) G2. Grupo de treinamento sem controle de resistência (n=10) G3. Grupo controle (n=7)	12 semanas 2x/semana	4 a 5 séries 8 a 15 repetições i: 2min	Máxima velocidade de execução	Equipamento resistivo em membro superior	1 RM	Grupo treinamento de força apresentou aumento de 10,89% nos flexores horizontais do ombro
Buttelli, 2012	Homens 21,95±3,39 anos	Grupo Série Única (n=10) Grupo Série Múltiplas (n=9)	10 semanas 2x/semana	1 série de 30seg 3 séries de 30seg i: 2min	Máxima velocidade de execução	Sem equipamento	IRM	Grupo Série Única apresentou incrementos de 7,16±3,09% Grupo Séries Múltiplas apresentou incrementos de 7,56±2,77%

LEGENDA: Batidas por minuto (bpm), Minutos (min), Segundos (seg), Uma Repetição Máxima (1RM), Membros Inferiores (MMII), Membros Superiores (MMSS), Grupo (G), Índice de Esforço Percebido (IEP).

Avaliando o desenvolvimento da força muscular em um período mais longo de treinamento, o estudo de Tsourlou *et al.* (2006) utilizou 24 semanas de treinamento de hidroginástica, enfatizando tanto o aspecto aeróbico quanto de força muscular em mulheres idosas. Neste estudo, foram verificados o torque isométrico de extensores e flexores de joelho, força de preensão palmar e força dinâmica (3RMs) no supino, extensão de joelhos, puxada e pressão de pernas. O treinamento ocorreu três vezes por semana com duração de 60 minutos cada sessão. Os autores verificaram ganhos de 10,5% na força isométrica dos extensores de joelho e de 13,4% nos flexores. Além de ganhos na ordem de 29,4% na força dinâmica (3RMs) na extensão de joelhos, de 29,5% na pressão de pernas e de 25,7% no supino. Observa-se valores percentuais maiores que os encontrados por Graef *et al.* (2010) e por Takeshima *et al.* (2002). Porém, o estudo de Tsourlou *et al.* (2006) teve uma duração maior (24 semanas), e ainda há uma grande diferença na forma de avaliação da força máxima nestes três estudos que dificultam as comparações entre eles. No estudo de Takeshima *et al.* (2002), a avaliação da força máxima ocorreu por meio de teste de 1RM em equipamento hidráulico; no estudo de Graef *et al.* (2010) também foi 1RM, mas em equipamentos convencionais de musculação; já no estudo de Tsourlou *et al.* (2006) a avaliação de força máxima foi realizada por meio de teste de 3RMs. Apesar destas diferenças metodológicas, pode-se concluir que os treinamentos de força no meio aquático são eficientes para a população de mulheres idosas.

Entretanto, ainda são escassos os estudos abordando este tipo de treinamento em homens e mulheres jovens. Um dos estudos encontrados foi de Souza *et al.* (2010), que submeteu mulheres jovens a um treinamento com duração de onze semanas com frequência de duas sessões semanais. Foram realizados seis exercícios para os membros inferiores, seis para os membros superiores e três para a musculatura do tronco. Ao final do treinamento, os sujeitos apresentaram incrementos significativos em todos os grupos musculares avaliados, que variaram de $12,53 \pm 9,28\%$ a $25,90 \pm 17,84\%$. Os autores concluem que o treinamento de força no meio aquático pode resultar em aumentos significativos na força muscular de mulheres jovens saudáveis, indicando que a resistência imposta pela água é suficiente para produzir melhoras na capacidade muscular.

Apenas dois estudos foram encontrados na literatura com homens jovens fisicamente ativos praticando exercício aquático (COLADO *et al.*, 2009a; BUTTELLI *et al.*, 2012). No estudo de Colado *et al.* (2009a), homens jovens participaram de um treinamento de hidroginástica com duração de oito semanas e frequência de três vezes por semana, durante o qual realizaram exercícios para membros superiores e inferiores,

utilizando equipamentos para aumentar a sobrecarga. Os ganhos de força muscular foram de 5,12% para membros superiores e 3,03% para membros inferiores. No estudo de Buttelli *et al.* (2012), homens fisicamente ativos participaram de dez semanas de treinamento de força no meio aquático, com frequência de duas vezes semanais. O treinamento com diferentes volumes, séries simples ou séries múltiplas gerou incrementos na força muscular dinâmica máxima em ambos os grupos de $7,16 \pm 3,0\%$ e de $7,56 \pm 2,77\%$ respectivamente.

É possível observar que em relação ao treinamento de força no meio aquático, ele parece ser eficiente para diversas populações como mulheres idosas, homens e mulheres jovens. No entanto, ainda são bastante restritos os detalhes a respeito da prescrição e da periodização deste tipo de treinamento. Analisando as pesquisas que mostraram resultados benéficos do treinamento de força no meio aquático, observa-se que diferentes metodologias de treinamento são utilizadas. Por exemplo, em alguns estudos, o treinamento específico de força muscular ocorreu em apenas uma parte da aula de hidroginástica, sendo antecedido por um trabalho de características aeróbicas, como evidenciam os estudos de Graef *et al.* (2010), Takeshima *et al.* (2002) e Tsourlou *et al.* (2006). Em outros estudos, a aula de hidroginástica foi composta somente de exercícios específicos para o desenvolvimento de força, caso dos estudos de Pöyhönen *et al.* (2002) e Colado *et al.* (2009a). Ainda, no estudo de Souza *et al.* (2010), foi utilizado o treinamento de força em forma de circuito.

Outro aspecto muito investigado na literatura sobre a metodologia do treinamento de força no meio aquático é a utilização de equipamentos. Alguns estudos demonstraram aumento na força muscular quando os sujeitos utilizaram variados equipamentos (TAKESHIMA *et al.*, 2002; TSOURLOU *et al.*, 2006; GRAEF *et al.*, 2010) enquanto que outros autores encontraram incrementos na força muscular tanto com o uso quanto sem o uso de equipamentos (KRUEL *et al.*, 2005; AMBROSINI *et al.*, 2010; KATSURA *et al.*, 2010).

Diante das mais diversas abordagens metodológicas utilizadas para desenvolver um programa de treinamento de força no meio aquático, serão abordados, nos próximos capítulos desta revisão de literatura, os aspectos mais importantes para a prescrição de um treinamento de força no meio aquático: o controle da intensidade, o uso de equipamento para aumentar a área projetada e a periodização de treinamento.

2.3 O Controle da Intensidade

Água e ar são fluidos diferenciados e a execução de exercícios no meio aquático possui características específicas. A primeira grande diferença entre estes meios é a densidade. A densidade da água pura a quatro graus celsius é 1000 Kg/m^3 , enquanto que a do ar ao nível do mar é $1,2 \text{ Kg/m}^3$ (HALL, 1993). Por este motivo, uma determinada quantidade de água pesa mais do que a mesma quantidade de ar. E ainda, devido a viscosidade do meio líquido, o deslocamento do corpo no meio aquático é dificultado em relação ao meio terrestre.

Outras características físicas da água também influenciam a prática de exercícios neste meio, como a força do empuxo e a pressão hidrostática. A força do empuxo pode ser explicada pelo princípio de Arquimedes, que demonstra que todo corpo, parcial ou totalmente, imerso em um fluido, sofre uma força igual ao peso do volume de líquido deslocado por esse fluido, com sentido contrário à força gravitacional da terra. Portanto o empuxo é uma força contrária à gravidade no meio líquido e auxilia na flutuabilidade. A pressão hidrostática refere-se à Lei de Pascal, que determina que um líquido exerce pressão idêntica sobre todas as áreas da superfície de um corpo imerso em repouso, a uma determinada profundidade (HALL, 1993).

Diante destas especificidades do meio aquático, em exercícios realizados neste meio não há como mensurar exatamente qual é a carga em quilogramas de determinado movimento. Portanto, para administrar a sobrecarga nos exercícios no meio aquático, deve-se ressaltar a resistência ao avanço (R), que pode ser expressa pela equação geral dos fluidos, como $R=0,5.p.A.V^2.Cd$, na qual p é a densidade do fluido, A é a área de superfície projetada, v é a velocidade do movimento e Cd é o coeficiente de arrasto (ALEXANDER, 1977). Assim, compreendendo este princípio hidrodinâmico, a força necessária para vencer o arrasto do fluido é afetada principalmente pela área do seguimento e pela velocidade do movimento. Dessa forma, com o objetivo de aumentar a intensidade dos exercícios, ou seja, a força produzida, pode-se usar a estratégia de aumentar a área de projeção (A), utilizando equipamentos que aumentem a área frontal, ou aumentar a velocidade de execução (v^2). Assim, quando a velocidade de execução for dobrada, a resistência ao arrasto será quadruplicada, uma vez que a velocidade é elevada ao quadrado na equação dos fluidos. Diante disso, nos próximos capítulos serão abordadas essas duas formas de controlar a intensidade dos exercícios no meio aquático: a velocidade de execução e a utilização de equipamentos que aumentam a área projetada.

2.4 A velocidade

No que diz respeito ao aumento da velocidade de execução, os estudos de Black (2005), Alberton *et al.*, (2010) e Pinto *et al.*, (2011) demonstram que, em uma maior velocidade de execução, as respostas neuromusculares são maiores. Afinal, em diversos estudos com treinamento de força no meio aquático, a orientação de “velocidade máxima” tem sido utilizada e tem demonstrado ser eficiente no incremento da força muscular (TAKESHIMA *et al.*, 2002; GRAEF *et al.*, 2010). Como exemplo, tem-se os estudos de Graef *et al.* (2010) e Takeshima *et al.* (2002) que, em seus treinamentos, utilizaram exercícios para grupos musculares específicos e realizados em máxima velocidade possível. No estudo de Graef *et al.* (2010), mulheres idosas tiveram aumento de 10,89% nos níveis de força máxima dinâmica no grupo muscular dos flexores horizontais de ombro após 12 semanas de treinamento. Da mesma forma, após 12 semanas do estudo de Takeshima *et al.* (2002), verificaram-se incrementos de força de 4 a 13%.

Outros estudos, com mulheres jovens ou de meia idade, utilizaram para o controle da intensidade a Escala de Percepção de Esforço de Borg (BORG, 2000) e também encontraram incrementos positivos na força muscular. Como exemplo, podem-se citar nos estudos de Ambrosini *et al.* (2010) e Souza *et al.* (2010) que, em seus programas de treinamento, utilizaram exercícios para grupos musculares específicos e, para determinar a intensidade, utilizaram o Índice de Esforço Percebido (IEP) relativo ao 19 da Escala de Borg, que representa um esforço “extremamente intenso”. No estudo de Ambrosini *et al.* (2010), mulheres idosas, após 12 semanas de treinamento com ou sem o uso de equipamento resistivo que mantiveram o IEP 19 ao longo do treinamento, apresentaram ganhos médios de 17,11% na flexão horizontal do ombro. Da mesma forma, Souza *et al.* (2010) utilizaram o IEP 19 em exercícios específicos de membros superiores, inferiores e abdominal. Por meio da avaliação do teste de 1RM nos exercícios de elevação lateral de ombros, extensão e flexão de joelhos, supino plano, remada, adução e abdução de quadril, os sujeitos apresentaram incrementos significativos na força muscular que variaram de $12,53 \pm 9,28\%$ a $25,90 \pm 17,84\%$.

Observando os estudos anteriormente citados, percebe-se que a estratégia de velocidade máxima de execução do movimento é eficiente quando se tem como o objetivo o aumento da força produzida em exercícios no meio aquático.

2.5 A área projetada

Objetivando aumentar a intensidade dos exercícios no meio aquático, a estratégia de aumentar a área de projeção também é muito utilizada e neste caso, pode-se inserir o uso de algum equipamento que aumente a área frontal ou mesmo optando por exercícios com uma área de segmento maior.

Analisando diferentes exercícios de hidroginástica executados com maiores e menores áreas projetadas, Alberton *et al.* (2007) verificaram que exercícios realizados numa mesma cadência (60 bpm) com maiores áreas projetadas resultavam em uma maior FC e VO_2 . Comportamento semelhante é encontrado na análise de exercícios realizados com e sem equipamento, ou seja, a FC e o VO_2 elevam-se quando o equipamento resistivo é incorporado ao exercício e gera um aumento da área de projeção (PINTO *et al.*, 2008).

Porém são encontrados poucos estudos na literatura que analisam a atividade neuromuscular, através de sinal EMG durante a execução de exercícios no meio aquático. Na pesquisa de Black (2005), mulheres jovens realizaram o exercício de flexão e extensão de quadril com e sem equipamento resistivo em velocidades de 40, 60 e 80 bpm e máxima velocidade. A autora concluiu que o aumento da velocidade de execução do movimento gerou maior ativação neuromuscular na situação de máxima velocidade com e sem equipamento, não demonstrando diferenças significativas entre as situações. Outro estudo encontrado analisou a execução do exercício de corrida estacionária com flexão e extensão de cotovelo realizado sem equipamento, com equipamento resistivo e com equipamento flutuante (PINTO *et al.*, 2011). Em relação à atividade neuromuscular, os autores concluem que neste exercício não há diferença significativa nos músculos reto femoral e bíceps braquial quando realizam o movimento sem equipamento, com equipamento resistivo ou com equipamento flutuante em intensidades submáximas. Estes resultados demonstram que o fato de realizar os exercícios no meio aquático, com algum equipamento não é sinônimo de aumento da atividade muscular.

Buscando investigar os efeitos crônicos de um treinamento com exercícios de hidroginástica executados com e sem equipamento, para investigar a influência do aumento da área de projeção no aumento da intensidade, os resultados de Ambrosini *et al.* (2010) demonstram que o grupo que executou um treinamento de hidroginástica com equipamento resistivo e o grupo que treinou sem equipamento demonstraram ganhos de força similares. Os autores salientam que provavelmente os sujeitos que treinaram sem equipamento conseguiram impor uma maior velocidade ao movimento

e, dessa forma, os ganhos de força foram similares nos dois grupos. Corroborando estes resultados, o estudo de Kruei *et al.* (2005) com mulheres adultas que realizaram o treinamento específico de força no meio aquático com ou sem equipamento resistivo durante 11 semanas de treinamento, concluíram que ambos os grupos obtiveram aumentos nos níveis de força nos músculos adutores de quadril, flexores e extensores de cotovelo que variaram de 10 a 28%.

Ainda buscando comparar treinamentos de hidroginástica com e sem equipamento, Katsura *et al.* (2010) realizaram um treinamento de oito semanas, com mulheres idosas, divididas em dois grupos, com e sem equipamento resistivo em membros inferiores. Estes autores realizaram uma série de avaliações funcionais antes e após o treinamento. Nas avaliações referentes à força muscular, realizadas nos músculos extensores de joelhos, tríceps sural e tibial anterior foram encontradas incrementos significativos após o treinamento apenas nos músculos tríceps sural, tanto para o grupo com equipamento (pré: $32,3 \pm 6,8\text{N}$ e pós: $43,8 \pm 6,5\text{N}$), quanto para o grupo sem equipamento (pré: $40,4 \pm 6,7\text{N}$ e $48,1 \pm 9,6\text{N}$), sem diferença entre os grupos.

A partir da análise destes estudos pode-se observar que o aumento de força muscular ocorre com e sem o uso de equipamentos e, portanto, o aumento da força não está condicionado à utilização de equipamentos. Mesmo que os estudos citados anteriormente não tenham feito um controle da velocidade de execução dos movimentos com e sem o uso de equipamento, os autores especulam que, quando o equipamento é utilizado, pelo fato de gerar uma maior resistência ao movimento, a velocidade de execução diminui muito em relação ao mesmo exercício executado sem equipamento.

2.6 Adaptações ao treinamento de força no meio aquático

De acordo com a literatura revisada, está bem documentado o incremento da força muscular máxima a partir de treinamentos no meio aquático. Porém, outras adaptações a este tipo de treinamento ainda podem ser discutidas, como o caso da força resistente e da força de potência.

Poucos estudos buscaram avaliar a força de potência a partir de treinamentos no meio aquático (TAKESHIMA *et al.*, 2002; TSOURLOU *et al.*, 2006; COLADO *et al.*, 2009a). Uma das formas de se avaliar essa manifestação específica de força é a partir da altura de saltos: *Squat Jump* (SJ) ou *Conter-movement Jump* (CMJ).

Segundo Fleck e Kraemer (2006), a força de potência, ou força potente, é a manifestação da força adicionada da velocidade. Sabe-se que os exercícios realizados no meio aquático são executados em grandes velocidades, o que poderia justificar um incremento da força de potência.

Em relação aos resultados, todos os estudos que analisaram esta variável, encontraram incrementos na altura de saltos após treinamento de força no meio aquático. No caso do estudo de Tsourlou *et al.* (2006), mulheres idosas apresentaram melhora de 24,6% na altura do salto SJ após 24 semanas de treinamento. No estudo de Takeshima *et al.* (2002), as mulheres idosas apresentaram incremento de 9,1% após 12 semanas de treinamento. E, no estudo de Colado *et al.* (2009a), homens jovens incrementaram a altura de salto em 3,03% após oito semanas de treinamento. A explicação dos autores para estes incrementos é baseada nos ganhos concomitantes de força máxima. Ou seja, uma vez que os sujeitos ganham força máxima em membros inferiores, estariam mais capacitados a saltarem mais alto. Outros autores, a partir de treinamentos de força no meio terrestre, afirmam que o aumento da força máxima reflete em um aumento da força de potência (VISSING *et al.*, 2008)

Nenhum estudo na literatura foi encontrado até o momento desta revisão que buscasse avaliar a força resistente a partir de treinamentos no meio aquático.

2.7 A Periodização

Em relação à periodização dos treinamentos de força no meio aquático, pode-se observar na literatura uma grande variedade na formatação dos treinamentos, no que diz respeito a volume, intensidade, séries ou número de repetições, tempos de intervalo entre as séries. No entanto, há relativa escassez de informações exatas sobre a forma como os treinamentos são periodizados.

Segundo Fleck e Kraemer (2006), para o desenvolvimento de força muscular deve-se executar um número reduzido de repetições com uma carga de alta intensidade. Na musculação, a maneira mais atual de desenvolver força muscular é através da utilização de determinadas zonas de repetições máximas. O desenvolvimento de força está diretamente relacionado com a disponibilidade dos fosfatos ricos em energia (ATP-CP) e o recrutamento das fibras do Tipo II responsáveis pela geração de maior força muscular (WILMORE E COSTILL, 2001). Desta forma, se no meio terrestre uma série de 8 a 12 repetições máximas é realizada com uma média de três segundos por repetição, o tempo total de uma série seria em torno de 30 segundos. A partir desta

lógica os estudos do nosso Grupo de Pesquisas em Atividades Aquáticas e Terrestres (GPAT) avançaram nas pesquisas sobre o desenvolvimento da força muscular, executando no meio aquático, séries múltiplas com duração de 30, 20, 15 ou 10 segundos executadas sempre em máxima velocidade, reproduzindo desta forma o trabalho muscular semelhante ao realizado em meio terrestre com a utilização de repetições máximas. Outra característica dos estudos do GPAT é a utilização de uma periodização em que o número de séries aumenta e o tempo da série diminui, buscando estimular nas primeiras semanas de treinamento a capacidade da rota ATP-CP e posteriormente a potência desta rota metabólica. Por fim, outra característica importante das pesquisas com treinamento de força no GPAT é o tempo de intervalo entre as séries dos exercícios para um mesmo grupo muscular. Buscando proporcionar um tempo adequado para a reposição dos fosfatos ricos em energia, tem-se utilizado de 2 a 3 minutos de intervalo entre as séries (WILMORE E COSTILL, 2001).

Um exemplo desta periodização é o estudo de Souza *et al.* (2010), em que em mulheres jovens, realizaram o treinamento de 15 exercícios organizados em circuito na piscina. A periodização deste estudo foi dividida em quatro mesociclos, sendo que no primeiro foram realizadas duas séries de 30 segundos de cada exercício; no segundo mesociclo foram três séries de 20 segundos; no terceiro mesociclo, três séries de 15 segundos e, por fim, no quarto mesociclo foram realizadas três séries de 10 segundos repetidas duas vezes, sendo que o intervalo entre cada série foi de dois a três minutos. Ao final do treinamento, os sujeitos apresentaram incrementos significativos em todos os grupos musculares avaliados, que variaram de $12,53 \pm 9,28\%$ a $25,90 \pm 17,84\%$. Os autores concluem que o treinamento de força no meio aquático pode resultar em aumentos significativos na força muscular de mulheres jovens saudáveis, indicando que a resistência imposta pela água é suficiente para produzir melhoras na capacidade muscular.

Utilizando a mesma periodização, outro estudo do GPAT (AMBROSINI *et al.*, 2010) submeteu mulheres de meia idade a dois tipos de treinamento de hidroginástica, sem equipamento e com equipamento resistivo (palmares). Ao final do treinamento, ambos os grupos incrementaram os níveis de força dinâmica máxima, avaliada pelo teste de 1RM. No grupo sem uso de equipamentos: flexão horizontal de ombros: $13,68 \pm 3,20\text{kg}$ vs. $16,02 \pm 2,57\text{kg}$; extensão horizontal de ombros: $17,20 \pm 6,54\text{kg}$ vs. $21,14 \pm 2,44\text{kg}$; extensão de quadril: $22,79 \pm 6,98\text{kg}$ vs. $32,27 \pm 6,57\text{kg}$. No grupo com uso de equipamentos resistivos: flexão horizontal de ombros: $13,52 \pm 3,53$ vs. $16,02 \pm 4,13\text{kg}$; extensão horizontal de ombros: $18,23 \pm 3,43$ vs. $20,02 \pm 4,32\text{kg}$; extensão

de quadril: $24,79 \pm 6,91$ vs. $33,29 \pm 5,71$). Os autores concluem que ambos os treinamentos geraram ganhos de força muscular, porém sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos. E ainda, ressaltam que ambas as estratégias, seja o aumento da velocidade de execução dos movimentos, seja o uso de equipamentos resistivos, são eficientes para incrementar a força muscular.

Um estudo pioneiro na área do treinamento de força no meio aquático investigou os ganhos na força muscular de mulheres, nos músculos extensores e flexores de joelho após 10 semanas de treinamento utilizando séries múltiplas (duas a três) de 12 até 25 repetições com intervalos de 30 a 50 segundos entre as séries (PÖYHÖNEN *et al.*, 2002). Foram executados quatro exercícios enfocando a extensão e a flexão de joelhos uni ou bi-lateral. Para caracterizar a progressão do treinamento, os sujeitos utilizaram três diferentes botas (pequena, média e grande), para gerar sobrecarga crescente, sendo que a velocidade de execução das repetições foi sempre a velocidade máxima. Ao final do estudo, os autores verificaram incrementos de 8 a 13% no torque isométrico/isocinético, de 10 a 27% na ativação EMG e de 4% na área de secção transversa do quadríceps e de 5,5% nos ísquiotibiais. Os autores concluem que o treinamento periodizado no meio aquático gera melhorias na força muscular, na ativação neural e na área de secção transversa.

Com uma metodologia diferente das citadas anteriormente, Alves *et al.* (2004) analisaram os efeitos de 12 semanas de um treinamento de hidroginástica realizado por mulheres idosas (78 ± 3 anos), com uma frequência semanal de duas vezes na semana. A sessão de hidroginástica era composta por quatro fases: aquecimento (alongamento e flexibilidade durante cinco minutos), exercícios aeróbicos (corridas, deslocamentos e movimentos combinados de braços e pernas com um minuto de estímulo e um minuto de recuperação durante 20 minutos), exercícios localizados (força e resistência de membros superiores e inferiores e exercícios abdominais utilizando a resistência da água durante 15 minutos) e volta à calma (cinco minutos de caminhada lenta). Os resultados de diversos testes funcionais mostraram melhorias significativas nos valores pós de todos os testes analisados. Além disso, o grupo hidroginástica apresentou valores significativamente melhores em todos os testes, no período pós-treinamento, em comparação ao grupo controle. Os autores concluíram nesse estudo que a hidroginástica contribuiu para melhorar a aptidão física de mulheres idosas. Nesse estudo, fica evidente a escassez de detalhes metodológicos sobre o desenvolvimento das aulas de hidroginástica a respeito do controle da intensidade e até mesmo dos

exercícios utilizados. Apesar das idosas apresentarem resultados positivos após a intervenção de hidroginástica, não houve uma periodização neste treinamento, uma vez que as idosas praticaram a mesma aula durante as 12 semanas de estudo.

Apresentando uma periodização estruturada, Tsourlou *et al.* (2006) investigaram os efeitos de um treinamento concorrente durante 24 semanas sobre a força muscular (isométrica e dinâmica), flexibilidade e agilidade em mulheres saudáveis com idade acima de 60 anos. Vinte e duas mulheres idosas foram randomicamente divididas em dois grupos: grupo de treinamento aquático e grupo controle. As mulheres do grupo experimental realizavam o treinamento durante três vezes na semana e cada sessão era composta por 60 minutos (10 minutos aquecimento, 25 minutos treinamento aeróbico, 20 – 25 minutos treinamento de força e cinco minutos de volta à calma). O treinamento de força foi realizado com equipamentos apropriados para o meio aquático e a intensidade utilizada foi o ritmo musical, com número de repetições fixo entre 12 – 15 para todos os exercícios e incremento da cadência ao longo das 24 semanas sendo que os intervalos entre as séries foram de 20 a 30 segundos. Os resultados desse estudo mostraram que após o treinamento as mulheres idosas apresentaram uma melhora significativa no pico de torque isométrico dos extensores e flexores de joelho, na força de preensão manual, nas três repetições máximas dos exercícios de extensão de joelhos, pressão de pernas e supino, na altura do salto agachado, no desempenho no teste de sentar e alcançar e no teste de agilidade. Assim, conclue-se que o treinamento de força no meio aquático pode aumentar a força dinâmica e isométrica dos membros superiores e inferiores e também apresentar mudanças favoráveis no desempenho funcional de mulheres idosas.

A importância de um treinamento periodizado é destacada no estudo de Tormen (2007), que avaliou os efeitos de um treinamento concorrente na hidroginástica sobre o perfil lipídico, tempo de exaustão em esteira rolante e força muscular dinâmica máxima dos membros superiores e inferiores em mulheres pré-menopáusicas. Essas mulheres foram divididas em dois grupos: grupo que realizou o treinamento e após um destreinamento, o qual foi caracterizado pela ausência de atividade física e grupo que realizou o treinamento e após realizou aulas de hidroginástica não-periodizadas. O período de treinamento foi de 20 semanas, com duas sessões semanais compostas por 60 minutos. O treinamento de força enfatizou os extensores de joelho e flexores e extensores horizontais de ombros com uma periodização típica do GPAT, semelhante aos estudos anteriormente citados (KRUEL *et al.*, 2005; AMBROSINI *et al.*, 2010;

SOUZA *et al.*, 2010). Os resultados desse estudo mostraram incremento na força muscular dinâmica máxima de membros inferiores e superiores. No período de destreinamento, tanto o grupo que não realizou nenhuma atividade física quanto o grupo que executou aulas não periodizadas de hidroginástica apresentaram uma diminuição de praticamente todas as variáveis analisadas para os níveis observados no período pré-treinamento. Dessa forma, conclui-se que o treinamento concorrente na hidroginástica foi eficiente para acarretar melhorias em diversos parâmetros relacionados à saúde e também esse estudo demonstra a necessidade de um programa ser bem estruturado e planejado.

Apesar das mais diversas formas de periodização dos estudos no meio aquático, a grande maioria utiliza séries múltiplas dos exercícios específicos de força muscular. Diante disso, para aprofundar a discussão sobre os volumes de treinamento, mais especificamente, sobre a utilização de séries únicas e múltiplas, foi necessário buscar embasamento no treinamento de força no meio terrestre.

2.8 Séries Únicas X Série Múltiplas

Para a estruturação de um treinamento de força, algumas variáveis podem ser manipuladas, entre elas o volume, a intensidade, a sobrecarga, a ordem dos exercícios e o tempo de intervalo entre as séries (FLECK E KRAEMER, 2006). Sabe-se que na literatura diversos autores já se propuseram a delinear comparações entre os volumes de treinamento, comparando as respostas neuromusculares por meio de treinamentos de força com séries únicas e múltiplas no treinamento em meio terrestre (KRAMER *et al.*, 1997; CARPINELLI E OTTO 1999; HASS *et al.*, 2000; MARX *et al.*, 2001; SCHLUMBERGER *et al.*, 2001; RHEA *et al.*, 2002; MCBRIDE *et al.*, 2003; KEMMLER *et al.*, 2004; KELLY *et al.*, 2007; LANDIN E NELSON 2007; BOTTARO *et al.*, 2009; MARSHALL *et al.*, 2011). Essas comparações já foram realizadas tanto com sujeitos treinados, quanto com sujeitos não treinados, com sujeitos do sexo masculino ou feminino. Todavia, essa abordagem ainda não foi investigada nos treinamentos de força no meio aquático. Portanto, neste tópico será realizada uma análise dos estudos em meio terrestre que avaliaram a utilização de séries únicas e múltiplas, sendo que os estudos abordados estão resumidos no quadro 2.

Buscando elucidar ainda melhor essa questão do volume de treinamento e mais especificamente do número de séries, alguns autores selecionaram diversos estudos a respeito do tema e realizaram comparações entre eles em formatos de revisão ou meta-análise (CARPINELLI E OTTO, 1999; RHEA *et al.*, 2002; GALVÃO E TAAFFE, 2004; KRIEGER 2009; FRÖHLICH *et al.*, 2010; KRIEGER 2010). As análises realizadas por estes autores apontam em comum uma dificuldade de comparação entre os estudos que investigaram os efeitos neuromusculares em treinamentos realizados com séries únicas ou múltiplas, em virtude das diferentes metodologias dos estudos. Essas diferenças vão desde a seleção dos exercícios, a intensidade, o tempo de intervalo entre as séries, o tempo de contração e até mesmo o tipo de avaliação realizada e o nível de força dos sujeitos antes de iniciar o treinamento.

Quadro 2: Resumo de artigos originais com treinamentos de Séries Simples e Séries Múltiplas

Autor/ano	Sujeitos	Protocolo de treinamento	Duração/Frequência	Avaliação	% incremento de força	Resultados
Starkey <i>et al.</i> , 1996	48 adultos saudáveis (18-50 anos)	1x8-12RMs 3x8-12RMs	14 semanas 3x/semana	Pico de torque	1S:23,8% 3S:19,7%	1S>3S
De Hoyos <i>et al.</i> , 1998	42 sujeitos não treinados	1x 8-12RMs 3x 8-12RMs	25 semanas 3x/semana	IRM em 5 exercícios	1S: 32,0% 3S: 41,0%	1S>3S
Kraemer <i>et al.</i> , 2000	24 mulheres atletas - jogadores de tênis (18 a 20 anos)	1x8-10 RMs 2-4x-4-15RMs	9 meses	1RM(SUP;PP;DES)	NI	1S>3S após 4 meses. Apenas o grupo de séries múltiplas aumentou a força máxima após 6 e 9 meses.
Hass <i>et al.</i> , 2000	42 sujeitos treinados	1x 8-12RMs 3x8-12RMs	13 semanas 3x/semana	IRM em 5 exercícios	1S: 10,0% 3S: 12,0%	1S>3S
Schlumberg <i>et al.</i> , 2001	27 mulheres treinadas (20-40 anos)	1x6-9RMs 3x6-9RMs	6 semanas 2x/semana	IRM (PP e SUP)	1S:6%(PP) 3S:15%(PP) e 10%(SUP)	1S>3S em MMII. Apenas o grupo séries múltiplas aumentou a força máxima de MMSS.
Marx <i>et al.</i> , 2001	34 mulheres sedentárias (18 a 28 anos)	1x8-12RMs 3x8-12RMs	24 semanas 3-4x/semana	-1RM(SUP;PP) -RMs com 80% de 1RM	1RM 1S:1,2,2%(SUP) E 11,1%(PP) 3S: 46,7% (SUP) E 31,9% (PP) RMS 1S: 10,4% (SUP) E 18,7% (PP) 3S: 24,2%(SUP) E 64,6% (PP)	3S>1S após 12 semanas Apenas o grupo séries múltiplas apresentou incrementos da semana 12 até 24.
Rhea <i>et al.</i> , 2002	16 homens experientes em levantamento de peso (19 a 23 anos)	1x 8-12 RMs 3x 8-12RMs	12 semanas 3x/semana	1RM (SUP;PP)	1S: 26%(PP) E 20% (SUP) 3S: 56% (PP) E 33% (SUP)	3S>1S em MMII
Paulsen <i>et al.</i> , 2003	18 homens não treinados (20-30 anos)	3L-1U (3 séries em MMII e 1 série em MMSS) 1L-3U (1 série em MMII e 3 séries em MMSS)	6 semanas 3x/semana	1RM	1 RM em MMII: 3L-1U: 21% 1L-3U: 14% 1RM em MMSS 3L-1U: 16% 1L-3U: 14%	3S>1S em MMII
McBride <i>et al.</i> , 2003	28 homens e mulheres não treinados (18 a 25 anos)	1x 10 RMs 6x 10 RMs	12 semanas	IRM (FC e PP)	1S: 23,7% (PP) e 6,71% (FC) 3S: 12,6% (PP) e 15,6% (FC)	SM-SU em MMSS
Kemmler <i>et al.</i> , 2004	71 mulheres idosas ativas	1x65-90%1RM 3x65-90%1RM	12 semanas 2x/semana	IRM (PP, SUP, REM, ADQ)	1S: -1,1 a -2% 3S: 3,5 a 5,5%	Grupo 3S aumentou a força enquanto que o grupo 1S apresentou decréscimo.
Munn <i>et al.</i> , 2005	115 sujeitos saudáveis e não treinados (18 a 28 anos)	-1x rápido 6-8RMs -1x lento 6-8RMs -3x rápido 6-8RMs -3x rápido 6-8RMs Lento: 50□.s ⁻¹ Rápido:40□.s ⁻¹	6 semanas 3x/semana	IRM (FC)	-1série lento:27% -1 série rápido:37,9% -3 séries lento: 40,3% -3 séries rápido: 46,4%	3S>1S
Kelly <i>et al.</i> , 2007	40 sujeitos (homens e mulheres) ativos (21 a 28 anos)	1x extensão máxima de joelho a 60□.s ⁻¹ 3x extensão máxima de joelho a 60□.s ⁻¹	8 semanas 2x/semana	Pico de torque dos extensores de joelho	3S:17,5%	Apenas o grupo 3S incrementou o pico de torque significativamente

Humburg <i>et al.</i> , 2007	29 sujeitos (homens e mulheres) não treinados (18 a 32 anos)	1x-3x 6-10RMs 3x-1x 6-10RMs	18 semanas	1RM (FC, PP unilateral, SUP)	1S: 8,2% (FC), 9,4% (PP esquerda), 9,7% (PP direita), 10,6% (SUP). 3S: 13,2% (FC), 15,5% (PP esquerda), 13,3% (PP direita), 16,5% (SUP)	3S>1S em MMSS
Romnestad <i>et al.</i> , 2007	21 homens não treinados (28 a 28 anos)	7-10RMs: -3L...1U (3 séries em MMII e 1 série em MMSS) -1L...3U (1 série em MMII e 3 séries em MMSS)	11 semanas 3x/semana	1RM (PP, EJ, FJ, REM, SUP, FC, DES, PUX)	3L-1U: 41% em MMII 1L-3U: 21% em MMII	3S>1S em MMII 3S>1S em MMSS
Botaro <i>et al.</i> , 2009	24 homens não treinados (18 a 26 anos)	8 RMs: -3xEJ-1xFC -1xEJ-3xFC	6 semanas 2x/semana	Pico de torque FC e EJ	EJ: 3EJ-1FC: 11,5% 1EJ-3FC: 4% FC: 3EJ-1FC: 9,2% 1EJ-3FC: 7,8%	3S>1S MMII 3S>1S MMSS
Cannon and Marino 2010	Mulheres sedentárias: Jovens (20 a 30 anos) e Idosas (60 a 78 anos)	1x10 rep 50 a 75% de 1RM 3x10 RMs rep 50 a 75% de 1RM	10 semanas 3x/semana	1RM: FJ e EJ Pico de torque	1S: 27,8% 3S: 24,7%	1S=3S
Marshall <i>et al.</i> , 2011	32 homens treinados (26 a 30 anos)	1x 80% 1RM 4x 80% 1RM 8x 80% 1RM	10 semanas	1RM agachamento	1x: 6,8% 4x: 2,8% 8x: 10,8%	O grupo 8 séries foi significativamente mais forte do que 1 série depois de 3, 6 e 10 semanas.
Robbin <i>et al.</i> 2012	32 homens treinados (24 a 33 anos)	80% de 1RM 1x 4x 8x	6 semanas 2x/semana	1RM agachamento	1x: 10,8% 4x: 14,4% 8x: 19,5%	8S>1S 4S>1S 4S>8S

LEGENDA: 1S(série única); 3S (série múltipla); 1RM (uma repetição máxima); RMs (repetições máximas); MMII(membros inferiores); MMSS (membros superiores); EJ (extensão de joelhos); FJ (flexão de joelhos); PP (pressão de pernas); SUP (supino); DES(desenvolvimento); REM (remada); PUX (puxada); ADQ(adução de quadril); FC (flexão de cotovelos); NI (não informado); 1S=3S (sem diferença significativa entre os grupos); 3S>1S (valores significativamente maiores para o grupo séries múltiplas)

A seguir será feita uma análise de estudos com séries únicas e múltiplas levando em consideração algumas características específicas como gênero e situação inicial dos sujeitos.

Alguns estudos que compararam séries únicas (1S) e séries múltiplas (3S) em mulheres treinadas encontraram um resultado semelhante entre os dois tipos de treinamento. Por exemplo, os estudos de Kraemer *et al.* (2000) com mulheres atletas de tênis e o de Schlumberger *et al.* (2001) com mulheres treinadas em força verificaram que ambos os treinamentos foram eficientes para ganhos de força muscular. Entretanto, no estudo de Kraemer *et al.* (2000), após um período longo de treinamento (6 meses e 9 meses), apenas o grupo que treinava séries múltiplas continuou incrementando a força máxima. Já o estudo de Marx *et al.* (2001) com mulheres sedentárias, verificou que o treinamento com série única e múltipla provocou incrementos de força similares nas primeiras 12 semanas de treinamento, mas após 24 semanas apenas o grupo séries múltiplas apresentou incrementos na força máxima. A partir destes estudos, pode-se observar que o estado inicial de treinamento dos sujeitos é um fator muito importante

para a análise dos resultados. Ou seja, sujeitos treinados ou atletas e sujeitos sedentários parecem ter respostas neuromusculares diferenciadas diante destes dois modelos de treinamento.

Em estudos comparando séries únicas e múltiplas em sujeitos sedentários, percebe-se que, nas primeiras semanas de treinamento, os incrementos de força são similares entre os indivíduos que executam os dois tipos de treinamento de força. Por exemplo, no estudo de McBride *et al.* (2003), homens e mulheres não treinados em força participaram de um treinamento com duração de 12 semanas e frequência semanal de duas vezes por semana. Os sujeitos foram randomizados em dois grupos de estudo: série única (1S) e seis séries (6S). Para avaliar os ganhos de força máxima foram realizados testes de 1RM na semana 0, 6 e 12. Os autores verificaram que após a sexta semana de treinamento, ambos os grupos tiveram incrementos similares de força no exercício de pressão de pernas: 1S 26,6% e 6S 27,7%. Os autores explicam essa semelhança sugerindo que nas primeiras semanas de treinamento tanto o estímulo de série única quanto o estímulo de série múltipla, geram as mesmas adaptações neuromusculares. Porém, após a décima segunda semana de treinamentos o grupo 1S apresentou incrementos de 10,7% e o grupo 6S de 18,0%.

Contudo, o estudo de McBride *et al.* (2003), utilizou seis séries de exercício, enquanto que a maioria dos estudos que analisa essa questão utiliza três séries para caracterizar o treinamento de séries múltiplas. Apesar disso, outros autores também encontraram resultados similares. Como exemplos, têm-se os casos de Starkey *et al.* (1996) e Cannon e Marino (2010), que após 14 semanas ou 10 semanas, respectivamente, encontraram incrementos similares e sem diferença significativa entre os treinamentos de série única e múltipla.

Entretanto, esses achados ainda não são consenso na literatura, uma vez que num estudo com outra metodologia de treinamento são encontrados resultados diferentes (KELLY *et al.*, 2007). Neste estudo, também sujeitos fisicamente ativos participaram de um programa de oito semanas de treinamento em equipamento isocinético. Os sujeitos foram randomizados em dois grupos: série única e séries múltiplas (três séries), realizaram oito repetições máximas do exercício de extensão de joelhos em um dinamômetro isocinético (Biodex) com intensidade de $60R^{22}.s^{-1}$. Neste estudo, o grupo que treinou com séries múltiplas demonstrou incrementos no torque isocinético tanto na avaliação da metade do treinamento (após quatro semanas) quanto no final (após oito semanas). Por outro lado, o grupo que treinou série única não demonstrou

incrementos no torque isocinético nem na metade do treinamento nem ao final. Os autores discutem esses resultados ressaltando que provavelmente a quantidade de trabalho total tenha interferido, ou seja, com um maior volume de estímulos, os ganhos de força foram superiores. Todavia, salientam também que o tipo de treinamento (isocinético) provavelmente interferiu nesses resultados e dificulta comparações com outros treinamentos e que a maioria dos estudos utiliza treinamento dinâmico.

Nos estudos que comparam séries únicas e múltiplas em sujeitos treinados em exercícios de força, a maioria dos estudos demonstra que o treinamento com séries múltiplas tem gerado maiores incrementos de força em relação ao treinamento com séries únicas. Como exemplo, tem-se o estudo de Rhea *et al.* (2002) em que homens jovens treinados em força participaram de 12 semanas de treinamento com frequência semanal de três vezes por semana. No exercício de pressão de pernas, os incrementos na metade do treinamento foram de $19\pm 4\%$ para o grupo 1S e de $32\pm 5\%$ para o grupo 3S, sendo que houve diferença significativa entre os grupos. Já no exercício de supino, os incrementos na metade do treinamento foram de $18\pm 3\%$ para o grupo 1S e de $13\pm 2\%$ para o grupo 3S, não havendo diferença significativa entre os grupos. Ao final do treinamento, no exercício pressão de pernas, o grupo 1S apresentou ganhos de $26\pm 5\%$ e o grupo 3S de $56\pm 8\%$, e no exercício supino, o grupo 1S apresentou ganhos de $20\pm 3\%$ e o grupo 3S de $33\pm 8\%$. Os autores concluem que tanto o volume de série única quanto o volume de série múltipla, podem gerar ganhos de força; contudo, em membros inferiores, o treinamento com séries múltiplas gera ganhos maiores.

Essa diferença entre os incrementos de força em membros superiores e inferiores também foi encontrada por outros autores. Por exemplo, no estudo de Paulsen *et al.* (2003), homens não treinados apresentaram ganhos maiores de força com treinamento de série múltiplas em membros inferiores após seis semanas de treinamento. Da mesma forma, Ronnestad *et al.* (2007), após 11 semanas de treinamento com homens não treinados, e Bottaro *et al.* (2009), após um período maior de treinamento (24 semanas), encontraram incrementos maiores para os treinamentos com séries múltiplas em membros inferiores. Os autores especulam que, como os membros inferiores são mais solicitados em atividade cotidianas, necessitariam de um maior volume de treinamento para gerar ganhos de força muscular.

Buscando analisar como acontecem esses incrementos de força após um longo um período de treinamento, o estudo de Kraemer *et al.* (2000) analisou mulheres jovens submetidas a dois treinamentos periodizados de força (série única e múltipla)

durante nove meses. Neste estudo 24 mulheres praticantes de tênis participaram de um treinamento com duração de nove meses e frequência de duas a três vezes por semana, com 14 exercícios, tanto para membros inferiores, superiores e para a musculatura do tronco. As avaliações de força máxima foram realizadas após quatro meses, após seis meses e após nove meses. O grupo que treinou com séries múltiplas demonstrou incrementos de força após quatro, seis e nove meses de treinamento. O grupo que realizou treinamento com séries únicas, no entanto, apresentou incrementos apenas após quatro meses de treinamento. Os autores salientam que o volume de exercícios é importante para a continuação dos ganhos de força, após as primeiras semanas de treinamento.

Um estudo com uma metodologia diferente dos anteriormente citados é o de Hass *et al.* (2000), onde 42 adultos ($39,7 \pm 6,2$ anos), experientes em treinamento de força, foram randomizados em dois grupos: séries únicas e três séries. O treinamento de 13 semanas com frequência de três vezes por semana e os sujeitos realizavam 8 a 12 repetições máximas. As avaliações de 1RM foram realizadas nos exercícios de extensão e flexão de pernas, supino, desenvolvimento e flexão de cotovelo. A avaliação de força de resistência realizada foi o teste de repetições máximas com 75% de 1RM nos exercícios de supino e extensão de pernas. Ao final do treinamento, os autores verificaram incrementos de força em ambos os grupos de treinamento e não encontram diferenças significativas entre os grupos, nos incrementos de força máxima e de força de resistência em todos os exercícios testados.

Comparando os estudos citados nesta revisão, é importante ressaltar que diferentes metodologias de treinamento foram utilizadas, o que pode interferir nos resultados e dificultar comparações. Isso se percebe, por exemplo, no tempo de contração muscular, que no estudo de Hass *et al.* (2000) foi de dois segundos para a fase concêntrica e de quatro segundos para a fase excêntrica, enquanto outros estudos não mencionam o controle do tempo de contração. Outro exemplo é o tempo de intervalo entre as séries, que no estudo de Hass *et al.* (2000) foi de três a cinco minutos e no estudo de Schlumberger *et al.* (2001) foi de dois minutos.

Apesar das diferenças metodológicas entre os estudos analisados, Fröhlich (2010) salienta em sua meta-análise, que há uma indicação de que para indivíduos sedentários, nas primeiras semanas de treinamento, as séries únicas seriam suficientes para gerar incrementos na força muscular. No entanto, em fases mais adiantadas do treinamento para indivíduos treinados, as séries múltiplas têm demonstrado maiores efeitos nos

ganhos de força muscular. Isso pode ser justificado pelo fato de que na fase inicial de treinamento de sujeitos sedentários, as séries únicas seriam suficientes para gerar adaptações neuromusculares e para melhorar a coordenação intramuscular dos movimentos. Porém, após esta fase inicial, a hipertrofia muscular é um fator importante para continuar aumentando a força muscular, e exigindo um tempo maior de tensão muscular, o que seria melhor contemplado com séries múltiplas (KRAEMER *et al.*, 2002; FRÖHLICH *et al.*, 2010).

Grande parte dos autores que investigaram a questão dos volumes de treinamento aborda como explicação para os primeiros ganhos na força muscular as adaptações neurais. Segundo Wilmore e Costill (2001), as adaptações neurais mais importantes resultantes das primeiras semanas de treinamento de força são: diminuição da co-ativação dos músculos antagonistas, diminuição da inibição autógena exercida pelos órgãos tendinosos de Golgi, aumento da frequência de disparos, aumento da sincronização de unidades motoras ativadas ao mesmo tempo e aumento do recrutamento de unidades motoras. Segundo os mesmos autores, essas adaptações seriam responsáveis pelos incrementos na força muscular nas primeiras semanas de treinamento e, com um período maior de treinamento, quando ocorre a hipertrofia muscular, o aumento do tamanho muscular seria responsável pelo aumento na força muscular.

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

3.1 População

A população deste estudo foi constituída por indivíduos do sexo feminino, com idades de 18 a 32 anos, sem histórico de doenças cardiovasculares ou osteoarticulares e sedentárias (não praticantes de exercício físico regular há pelo menos seis meses).

3.2 Cálculo para Determinação do Tamanho Amostral

Para determinar o tamanho da amostra (n) foi realizado um cálculo amostral utilizando-se como base os seguintes estudos com treinamento de força no meio aquático: Pöyhönen *et al.* (2002); Kruegel *et al.* (2005); Tsourlou *et al.* (2006); Graef *et al.* (2010) e Souza *et al.* (2010). Optou-se por estes estudos para o cálculo amostral, devido

à semelhança com as análises a serem realizadas no presente estudo. O cálculo foi realizado com o programa, PEPI versão 4.0, onde foi adotado um nível de significância de 0,05, um poder de 90%, e um coeficiente de correlação de 0,8 para todas as variáveis. Com base nos desvios-padrão e nas diferenças entre as médias das variáveis neuromusculares obtidas nos estudos anteriormente citados, os cálculos realizados demonstraram a necessidade de um n de no mínimo 12 indivíduos em cada grupo. Prevendo uma perda amostral de 30% buscou-se recrutar 16 sujeitos para cada um dos grupos de estudo.

3.3 Amostra

Após a divulgação deste estudo, 92 sujeitos do sexo feminino demonstraram interesse em participar e responderam uma entrevista para avaliar o estado de saúde e o nível de atividade física. Após a primeira seleção, oito sujeitos foram excluídos por apresentarem problemas osteoarticulares (tendinites) que impediam a realização de testes máximos de força. Outros quatro sujeitos foram excluídos por não terem disponibilidade de horário para a realização dos testes e do treinamento. Além disso, sete sujeitos foram excluídos por estarem praticando outra modalidade de exercício físico regular (musculação, *jump* ou *spinning*). Por fim, o presente estudo iniciou com uma amostra de 73 sujeitos do sexo feminino, saudáveis e sedentários.

3.3.1 Critérios de Inclusão

Foram considerados aptos os indivíduos do sexo feminino com idade entre 18 e 32 anos, sedentários (sem prática regular de exercício físico há pelo menos seis meses), com ausência de histórico de doenças osteoarticulares ou cardiovasculares e com disponibilidade de horário para treinamento.

3.3.2 Critérios de Exclusão

Foram excluídos da pesquisa os indivíduos que não alcançaram a frequência mínima de 80% das sessões de treinamento, ou aqueles que acumularam três faltas consecutivas.

3.3.3 Procedimentos para Seleção da Amostra

A amostra foi selecionada por voluntariedade, de acordo com o interesse em participar dos treinamentos em hidroginástica e o compromisso em realizar as avaliações necessárias. A divulgação deste projeto de pesquisa foi realizada por meio de anúncios em jornais de circulação local e também via internet (redes sociais). A execução da presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, conforme documento número 21088.

As voluntárias selecionadas compareceram em data e horário previamente combinados para uma reunião explicativa da pesquisa. Nesta reunião, os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 1) em duas vias, no qual constavam todas as informações pertinentes ao estudo. Todos os participantes foram orientados a não alterarem drasticamente seus hábitos de vida diária, principalmente não realizarem outra atividade física além das aulas de hidroginástica.

3.4 Variáveis

3.4.1 Variáveis Dependentes

- Força dinâmica máxima de membros inferiores e superiores.
- Força de resistência de membros inferiores e superiores.
- Força potente: altura dos saltos *Squat Jump* e *Countermovement Jump*.

3.4.2 Variáveis Independentes

Treinamento de força no meio aquático de 20 semanas, realizando uma ou três séries de cada exercício, de acordo com a seguinte estruturação:

- simples/simples: 10 semanas de treinamento com séries simples e mais 10 semanas de treinamento com séries simples;
- simples/múltipla: 10 semanas de treinamento com séries simples e após 10 semanas com treinamento de séries múltiplas (3 séries);
- múltipla/simples: 10 semanas de treinamento com séries múltiplas (3 séries) e após 10 semanas com treinamento de séries simples;
- múltipla/múltipla: 10 semanas de treinamento com séries múltiplas (3 séries) e mais 10 semanas com treinamento de séries múltiplas (3 séries).

3.4.3 Variáveis de Controle

- Temperatura da água: mantida entre 30 a 32 °C.
- Instrutor: mantido o mesmo instrutor em cada grupo durante todo o período de treinamento.

3.4.4 Variáveis de Caracterização da Amostra

- Idade.
- Sexo.
- Estatura.
- Massa corporal.
- Somatório de dobras cutâneas.

3.5 Desenho Experimental

Na presente pesquisa o período de treinamento dos sujeitos teve duração total de 20 semanas e quatro grupos de estudo. Ao iniciar o treinamento, havia dois modelos de treinamento: séries únicas e séries múltiplas. Portanto, dois grandes grupos foram formados: 1S e 3S. Após as primeiras dez semanas de treinamento, estes dois grandes grupos foram subdivididos, formando assim os quatro grupos de estudo desta pesquisa:

- simples/simples (SS): 10 semanas de treinamento com séries simples e mais 10 semanas de treinamento com séries simples;
- simples/múltipla (SM): 10 semanas de treinamento com séries simples e após 10 semanas com treinamento de séries múltiplas (3 séries);
- múltipla/simples (MS): 10 semanas de treinamento com séries múltiplas (3 séries) e após 10 semanas com treinamento de séries simples;
- múltipla/múltipla (MM): 10 semanas de treinamento com séries múltiplas (3 séries) e mais 10 semanas com treinamento de séries múltiplas (3 séries).

Para a formação aleatória, porém homogênea dos quatro grupos de estudo, os sujeitos foram classificados quanto a sua força máxima. Para isso, após as avaliações pré-treino, foram somados os valores absolutos (em quilogramas) dos quatro testes de força máxima e classificados do maior para o menor. Dentro dessa classificação, os sujeitos foram separados em quartis. Por último, foi realizado um sorteio dentro de cada quartil para determinar qual seria o grupo de treinamento de cada sujeito. Após o sorteio, foi realizado o teste de ANOVA *one way*, para certificar de que os grupos estavam

homogeneamente formados e os resultados demonstraram não haver diferença entre os grupos nas variáveis de força muscular ($p>0,05$).

As avaliações de força muscular máxima, de força resistente e de força de potência ocorreram na semana 0, 10 e 20. Portanto, a presente pesquisa foi composta por sete etapas, descritas no quadro a seguir.

Quadro 3 – Etapas do projeto de pesquisa

ETAPAS	DESCRIÇÃO
ETAPA 1 – Seleção e caracterização	Entrevistas com os sujeitos e avaliação antropométrica
ETAPA 2 – Familiarização	Familiarização com equipamentos de testes de 1RM e RMs e com os exercícios de hidroginástica
ETAPA 3 – Avaliação pré-treinamento	Testes de 1RM, RMs e saltos
ETAPA 4 – Treinamento: 10 semanas (semana 1 a 10)	Primeira fase de treinamento com duração de 10 semanas e frequência de duas vezes semanais
ETAPA 5 – Avaliação Intermediária	Testes de 1RM, RMs e saltos
ETAPA 6 – Treinamento: 10 semanas (semana 11 a 20)	Segunda fase de treinamento com duração de 10 semanas e frequência de duas vezes semanais
ETAPA 7- Avaliação pós-treinamento	Testes de 1 RM, RMs e saltos

3.6 Tratamento das Variáveis Independentes

O treinamento teve uma duração de 20 semanas, sendo que os quatro grupos de estudo treinaram duas vezes na semana, sempre respeitando um intervalo mínimo de 48h entre as sessões. Os grupos treinaram na academia de Hidroginástica e Nataação Corpo & Água na cidade de Teutônia, com prévia autorização do proprietário. Durante todo o período de treinamento, um professor experiente na prática de hidroginástica e um monitor, acompanharam as sessões.

Os exercícios utilizados no treinamento (descritos no quadro 5) foram divididos em forma de circuito, sendo composto por quatro estações de três exercícios cada (quadro 4). Em cada estação, os sujeitos realizavam a troca de exercício ao final de cada série de 30 segundos até completarem o volume de treinamento pretendido. A seleção e ordem dos exercícios em cada estação foram determinadas através do método alternado por seguimento, visando, desta forma, variar os grupos musculares exercitados a cada













série. A diferença entre as duas metodologias de aula foi a quantidade de séries realizadas em cada estação (uma ou três séries) e, conseqüentemente, o tempo total de aula. Na transição entre os exercícios dentro de cada estação, um intervalo de cinco segundos era controlado. Após finalizada a execução de uma série de cada um dos três exercício de cada estação, um intervalo ativo de 1 minuto e 30 segundos era controlado. Durante este intervalo ativo, os sujeitos realizavam uma corrida estacionária, com uma intensidade equivalente a percepção 9 da escala de Borg (BORG, 2000). Este intervalo teve como objetivo oportunizar um período de recuperação entre as estações, minimizando o efeito da fadiga localizada (CORDER *et al.*, 2000). Após este intervalo, os sujeitos do treinamento de série única trocavam de estação e os sujeitos do treinamento de série múltipla repetiam a mesma por mais duas vezes. A intensidade dos exercícios foi correspondente a máxima velocidade em todas as séries, de todos os exercícios e durante todo o período de treinamento. Os subgrupos de sujeitos dos quatro grupos de estudo iniciavam o circuito em uma estação diferente a cada semana. Na borda da piscina havia figuras ilustrativas dos exercícios.

Cada sessão, independente do grupo, sempre foi composta de um aquecimento articular padronizado com duração de oito minutos, parte principal (treinamento de força em forma de circuito) e alongamento final também padronizado com a duração de cinco minutos.

Quadro 4: Divisão da piscina em quatro estações de exercícios

Estação 1 Exercícios: 1 + 2 + 3	Estação 2 Exercícios: 4 + 5 + 6
Estação 3 Exercícios: 7 + 8 + 9	Estação 4 Exercícios: 10 + 11 + 12

Quadro 5: Descrição dos Exercícios

Ordem	Segmento	Nome do Exercício	Análise Cinesiológica	Representação Gráfica
1	MMII	Adução e abdução de quadril	Adução e abdução de quadril simultâneo dos dois membros	
2	MMSS	Flexão e extensão horizontal de ombros	Flexão e extensão horizontal simultânea dos ombros, com cotovelos estendidos	
3	Tronco	Flexão de tronco com rotação lateral	Flexão de tronco com rotação lateral, alternado o lado direito e esquerdo	
4	MMII	Chute alto frontal com deslize atrás/perna direita	Flexão de quadril com extensão do joelho e em seguida, a extensão do quadril com o joelho estendido	
5	MMII	Chute alto frontal com deslize atrás/perna esquerda	Flexão de quadril com extensão do joelho e em seguida, a extensão do quadril com o joelho estendido	
6	Tronco	Flexão de tronco em dois tempos com apoio do tubo nas costas	Flexão de tronco com duas contrações isométricas	
7	MMII	Flexão e extensão de joelho direito	Flexão de quadril a 90 graus, extensão e flexão de joelho direito	
8	MMII	Flexão e extensão de joelho esquerdo	Flexão de quadril a 90 graus, extensão e flexão de joelho esquerdo	
9	MMSS	Adução e abdução de ombros	Adução e abdução simultânea de ombros, com cotovelos estendidos	
10	MMSS	Flexão e extensão de cotovelo direito	Flexão e extensão do cotovelo direito	
11	MMSS	Flexão e extensão de cotovelo esquerdo	Flexão e extensão do cotovelo esquerdo	
12	Tronco	Flexão de tronco com apoio do tubo nas costas	Flexão de tronco	

3.7 Instrumentos de Medidas e Protocolos de Coletas

3.7.1 Caracterização

Em dia previamente agendado, os sujeitos compareceram à Academia de musculação Mega Sports, na cidade de Teutônia, vestindo roupas adequadas para avaliação da composição corporal. Nesta avaliação foram verificados a massa corporal (MC), a estatura (EST), o perímetro abdominal e a medida de dobras cutâneas. Para a realização das medidas antropométricas foi utilizado um estadiômetro modelo Caprice da marca Sanny® com resolução de 1mm; uma balança digital da marca Sanny® com resolução de 0,1kg; um adipômetro científico da marca Sanny®, com resolução de 1mm; e uma trena metálica da marca Sanny®.

Primeiramente, foram realizadas as medidas de estatura e da massa corporal. Com esses valores foi calculado o índice de massa corporal (IMC), dividindo-se a massa corporal em kilogramas pelo quadrado da estatura em metros. Posteriormente, foi realizada a medida de perímetro abdominal, no ponto médio entre a crista ilíaca e o último arco costal; seguida pelas medidas de cinco dobras cutâneas: triçiptal, subescapular, suprailíaca, abdominal e coxa média. As dobras cutâneas (DC) foram medidas em sistema de rodízio, no hemicorpo direito, repetidas por três vezes, adotando-se o valor mediano de cada dobra cutânea. Todas as coletas de medidas antropométricas foram realizadas pelo mesmo avaliador, devidamente treinado, e anotadas em uma ficha de coleta. A soma das cinco dobras cutâneas foi utilizada para interpretar a composição corporal.

Após estes procedimentos, os sujeitos foram avaliados quanto aos seus hábitos de atividades físicas através do preenchimento do Questionário Internacional de Atividades Físicas (IPAQ).

3.7.2 Familiarização

A familiarização dos sujeitos com os exercícios foi realizada com duas sessões de aula, na qual os sujeitos foram familiarizados ao meio líquido e realizaram os exercícios que compõem o treinamento.

Em outra sessão, os sujeitos foram familiarizados com os equipamentos de musculação utilizados para a avaliação da força máxima realizando duas séries de 12

repetições com cargas consideradas pouco intensas (índice de esforço percebido 13), através da Escala de Borg (BORG, 2000), previamente validadas neste tipo de exercícios (TIGGEMANN *et al.*, 2010). Os quatro equipamentos utilizados nos testes foram: supino reto (Marca Sculptor), rosca bíceps, cadeira extensora de joelhos (Marca Metag) e cama flexora de joelhos (Marca Metag). Durante essa familiarização, os sujeitos foram instruídos a realizar os exercícios conforme a cadência do metrônomo: dois segundos para fase concêntrica e dois segundos para fase excêntrica. Além disso, os sujeitos também realizaram uma série de 30 segundos do exercício de *sit-up* realizando repetições lentas e confortáveis.

3.7.3 Avaliação da Força Máxima

Para a determinação da força máxima dinâmica foi utilizado o teste de uma repetição máxima (1RM) nos seguintes exercícios: extensão de joelhos bilateral, flexão de joelhos bilateral, supino reto e flexão de cotovelos. Este teste caracteriza-se pela maior carga que pode ser suportada em uma única repetição de um determinado exercício, a uma determinada velocidade (KNUTTGEN E KRAEMER, 1987). Primeiramente, os indivíduos realizaram um aquecimento de cinco minutos em cicloergômetro e, logo após, foi selecionada uma carga na qual os indivíduos deveriam realizar o maior número possível de repetições, alcançando o número máximo de 10 repetições. Então, a carga foi redimensionada, utilizando-se os coeficientes de Lombardi (1989) a fim de encontrar a estimativa da carga máxima para uma repetição. O teste foi novamente realizado para a verificação da carga e, se esta não fosse equivalente ao máximo do indivíduo, o mesmo procedimento foi repetido até que, no máximo, cinco tentativas fossem executadas. No caso de múltiplas tentativas o intervalo entre elas foi de cinco minutos. Em cada tentativa, as fases concêntricas e excêntricas tiveram a duração de dois segundos, cada uma, controlados por um metrônomo da marca Quartz, com resolução de 1Hz para o controle da velocidade de execução durante o teste que foi de dois segundos para cada fase do movimento (concêntrica e excêntrica). Todos os quatro exercícios foram novamente avaliados após sete dias e valor de carga alcançado nesta fase de re-teste em cada um dos exercícios foi utilizado como referência.

3.7.4 Teste de Repetições Máximas

Para o teste de RMs foram utilizados os mesmos equipamentos do teste de 1RM. Para a determinação do número de RMs, os sujeitos deveriam realizar o número máximo possível de repetições, com carga equivalente a 60% de 1RM e numa velocidade de 2 segundos para cada fase do movimento (concêntrico e excêntrico) controlados pelo metrônomo, nos mesmos exercícios do teste de 1RM.

Nas três etapas de testes, os sujeitos realizaram o teste de RMs com diferentes cargas, relativas a diferentes testes de 1RM, conforme o quadro a seguir:

Quadro 6: Cargas relativas do teste de RMs

Etapa pré-treino	Etapa meio-treino	Etapa pós-treino
RMs com 60% de 1RM pré-treino (todos os exercícios)	RMs com 60% de 1RM pré-treino (todos os exercícios)	RMs com 60% de 1RM pré-treino (todos os exercícios)
	RMs com 60% de 1RM meio-treino (supino e extensão de joelhos)	RMs com 60% de 1RM meio-treino (supino e extensão de joelhos)
		RMs com 60% de 1RM pós-treino (supino e extensão de joelhos)

3.7.5 Teste Abdominal de 1 minuto

Conforme protocolo de descrito por Farinatti, (2000), o indivíduo foi posicionado em decúbito dorsal sobre um colchonete. As plantas dos pés deveriam estar sobre o chão com os calcanhares unidos e a uma distância de 30 a 45 cm do quadril, com as mãos entrelaçadas atrás da cabeça e pés fixados para a realização do movimento. Os cotovelos deveriam tocar os joelhos na flexão anterior, e posteriormente, o tronco retornava à posição inicial até que as escapulas tocassem o solo. Utilizou-se o máximo número de repetições possíveis no tempo de 1 minuto.

3.7.6 Saltos: *Squat Jump* (SJ) e *Counter Movement Jump* (CMJ)

O protocolo de saltos foi realizado em uma plataforma de força modelo OR6-WP, da marca AMTI. Cada sujeito, primeiramente realizava um aquecimento de cinco minutos em cicloergômetro, além de alongamentos de membros inferiores e aquecimento específico com os saltos. Na sequência, os indivíduos realizavam três saltos corretos e válidos do salto *squat jump* e *counter movement jump*, com intervalo de dois minutos entre

cada tentativa e cada tipo de salto. No salto SJ os indivíduos iniciavam o movimento com os joelhos a 90° de flexão (0° representa extensão completa) e no salto CMJ os mesmos iniciavam o teste na posição ortostática, descendo aproximadamente até 90° de flexão de joelhos e saltando o mais alto e rápido possível. Os sujeitos foram instruídos a saltar com as mãos apoiadas na pelve, com intuito de reduzir a contribuição dos membros superiores no desempenho do mesmo (BAKER 1996).

Para a análise dos saltos, os sinais da plataforma foram transmitidos para um computador pessoal através do software AMTIforce, convertidos através do software MATLAB e, posteriormente, analisados no software SAD32. Os dados primeiramente foram filtrados por meio de um filtro do tipo passa-banda *Butterworth* de 3ª ordem, com frequências de corte de 0 a 30Hz. Após, foi utilizada a ferramenta “acha picos” com valores limites de mínimo de -100N para determinar o primeiro e o último ponto em que os pés do sujeito não estavam em contato com a plataforma durante o salto. O intervalo de tempo transcorrido entre estes pontos foi calculado e representou o tempo de voo, através do qual foi determinada a altura do salto através da seguinte fórmula: $(\text{tempo de voo})^2 \times 1,226$ (BOSCO *et al.*, 1983). O valor mais alto de cada tipo de salto foi utilizado como referência.

3.7.7 Análise do número de repetições dos exercícios no meio aquático

Para verificar o número de repetições realizadas durante o treinamento, foi utilizada uma filmadora alta-definição (VPC-WH1, SANYO, Osaka, Japão) para a filmagem de todas as séries de dois exercícios: flexão e extensão de cotovelos e flexão e extensão de joelhos. Os vídeos foram gravados em um cartão de memória SD-HC com capacidade de 16 Gb. A filmadora foi posicionada fora da piscina, de frente para os sujeitos que foram analisados. Este procedimento foi realizado na semana 3, 6, 9, 13, 16 e 19 do treinamento, sendo filmados oito sujeitos de cada grupo, determinados por sorteio. A partir dessas imagens foi realizada uma contagem do número de repetições executadas durante a série de 30 segundos em todos os grupos de estudo.

4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para analisar os dados coletados foi utilizada estatística descritiva com média e desvio-padrão. Para avaliar a normalidade dos dados foi utilizado um teste de *Shapiro-Wilk* e para a homogeneidade o teste de *Levene*. Quando os dados foram não paramétricos, foi realizada uma transformação logarítmica na base 10 para utilização de testes paramétricos. O teste de coeficiente de correlação intraclassa (ICC) foi aplicado para verificar a reprodutibilidade dos testes de 1RM (teste e reteste). Além disso, para verificar se os grupos de estudo foram homogeneamente formados em relação a força máxima e características antropométricas, de membros inferiores e superiores, foi realizado o teste de ANOVA *one-way*.

Para comparar as variáveis neuromusculares, foi utilizado uma ANOVA para medidas repetidas com fator grupo, sendo que na análise de 20 semanas de treinamento foi utilizado um *Post-hoc* de Bonferroni para localizar as possíveis diferenças entre os momentos e entre os grupos. Para a análise dos deltas percentuais foi utilizada uma ANOVA *one-way*. O índice de significância adotado neste estudo foi de $\alpha = 0,05$. Todos os testes estatísticos foram realizados no programa SPSS vs 17.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da amostra

Dos 73 sujeitos que iniciaram o treinamento, 66 concluíram a primeira etapa (10 semanas) e 60 a segunda (20 semanas). Os motivos de interrupção do treinamento foram: problemas de saúde (6 casos), problemas familiares (3 casos), gravidez (2 casos), acidente de trânsito (1 caso) e mudança de cidade (1 caso). As variáveis de caracterização da amostra na divisão em quatro grupos de estudo estão apresentadas na Tabela 1, não sendo constatadas diferenças significativas em nenhuma das variáveis analisadas. Salienta-se que, para a análise referente à primeira etapa de treinamento (10 semanas), organizaram-se dois grupos: um grupo SS e SM (1S), e outro, MS e MM (3S). Nesta configuração, não foram encontradas diferenças significativas em nenhuma das variáveis analisadas.

Tabela 1 – Caracterização da amostra: médias e desvio-padrão (DP) das variáveis idade, massa corporal, estatura, Índice de Massa Corporal (IMC), Somatório de Dobras cutâneas (Σ Dobras) e Somatório dos quilogramas dos testes de 1 Repetição Máxima (1RM) na etapa pré-treinamento, nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM).

Variáveis	SS (n=15)	SM (n=15)	MS (n=16)	MM (n=14)	p
Idade (anos)	23,80 \pm 4,20	25,4 \pm 4,10	24,10 \pm 3,50	24,50 \pm 4,27	0,719
Massa (kg)	62,86 \pm 8,72	61,52 \pm 8,46	64,27 \pm 10,10	72,06 \pm 22,25	0,162
Estatura (cm)	165 \pm 6,76	162,50 \pm 6,19	165,10 \pm 6,13	164,84 \pm 6,41	0,657
IMC (kg/cm ²)	23,14 \pm 3,39	23,21 \pm 2,48	23,56 \pm 3,40	26,23 \pm 6,38	0,147
Σ Dobras (mm)	127,65 \pm 46,50	128,03 \pm 36,59	132,85 \pm 38,88	153,54 \pm 47,69	0,324
Σ Kg Testes 1RM (kg)	214,30 \pm 36,01	218,27 \pm 23,87	231,14 \pm 51,31	239,45 \pm 46,24	0,326

Durante as vinte semanas de intervenção, os sujeitos realizaram duas sessões semanais de treinamento em dias alternados: segunda e quarta ou terça e quinta, o que resultou num total de 40 sessões de treinamento ao longo do estudo. Os sujeitos foram instruídos a não acumularem três faltas consecutivas e aos sábados foi oferecido um horário para recuperação de aulas. Desta forma, pode-se concluir que os sujeitos que permaneceram até o final do estudo, completaram o mínimo exigido de 80% de frequência, ou seja, equivalente a 16 sessões ao final da primeira etapa e 32 sessões ao final da segunda etapa. Os dados relativos à frequência nos treinamentos estão na tabela 2.

Tabela 2: Frequência nas sessões de treinamento

10 semanas			20 semanas		
Nº de sessões	N	% frequência	Nº de sessões	N	% frequência
20	59	89,4	40	42	70
19	5	7,6	39	11	18,4
18	1	1,5	38	5	8,4
17	1	1,5	37	1	1,6
			34	1	1,6

5.2 Reprodutibilidade dos testes de uma repetição máxima

Na etapa de pré-treinamento, os sujeitos foram submetidos a uma sessão de familiarização com os equipamentos utilizados nos testes de 1RM; posteriormente foi realizado teste e re-teste de 1RM. Salienta-se que foi utilizado o valor da etapa de re-teste como referência para caracterizar o período pré-treinamento dos sujeitos. Para avaliar a reprodutibilidade destes testes, foi realizado o teste estatístico de Coeficiente de Correlação

Intra-classe (ICC). A partir dos resultados do teste estatístico (tabela 3), pode-se observar que todos tiveram valores fortes e significativos de reprodutibilidade.

Tabela 3– Coeficiente de Correlação Intra- classe dos exercícios utilizados nos testes de 1 RM.

Exercício	ICC	Sig
Supino	0,905	p<0,001
Flexão Cotovelos	0,849	p<0,001
Extensão Joelhos	0,924	p<0,001
Flexão Joelhos	0,891	p<0,001

5.3 Resultados e Discussão: análise em dois grupos – 10 semanas

5.3.1 Força Muscular Dinâmica Máxima

Para a análise dos resultados após as primeiras 10 semanas de treinamento, os grupos SS e SM, que durante esta etapa realizaram o treinamento com apenas uma série foram agrupados e denominados de grupo 1S. Da mesma forma, os grupos MS e MM que treinaram três séries de cada exercício durante esta primeira etapa do treinamento, foram agrupados e denominados de grupo 3S. A partir da análise estatística dos dados, pode-se observar que, após 10 semanas de treinamento de força no meio aquático, mulheres jovens de ambos os grupos (1S e 3S) demonstraram incrementos da força muscular dinâmica máxima, sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos 1S e 3S e em todos os exercícios analisados. Na tabela 4, podem-se visualizar os resultados do teste de uma repetição máxima nos quatro exercícios avaliados, com valores pré e pós-treinamento.

Tabela 4: Resultados dos Testes de 1RM (kg) - Média e Desvio Padrão (DP) dos grupos Série Simples (1S) e Séries Múltiplas (3S), nos exercícios de Supino (SUP), Flexão de Cotovelos (FC), Flexão de Joelhos (FJ) e Extensão de Joelhos (EJ).

1RM	Grupo	n	Pré		Pós		Tempo	Grupo	tempo*grupo
			Média	DP	Média	DP	p	P	p
SUP	1S	32	30,25	±5,72	34,17	±5,72	<0,001*	0,155	0,272
	3S	34	32,26	±7,46	36,80	±7,42			
FC	1S	32	16,69	±2,30	19,25	±2,33	<0,001*	0,125	0,854
	3S	34	17,70	±3,02	20,32	±3,35			
FJ	1S	32	35,91	±6,24	39,48	±6,07	<0,001*	0,408	0,700
	3S	34	37,35	±9,55	41,26	±9,44			
EJ	1S	32	58,19	±13,38	68,38	±13,29	<0,001*	0,559	0,903
	3S	34	60,79	±16,93	71,18	±17,09			

* representa diferença significativa entre os momentos pré e pós em ambos os grupos

Analisando primeiramente o fator tempo, os resultados do presente estudo estão de acordo com vários outros que também identificaram melhoras na força muscular em mulheres após treinamento específico de força muscular no meio aquático (KRUEL *et al.*, 2005; AMBROSINI *et al.*, 2010; GRAEF *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2010). Por exemplo, no estudo de Kruel *et al.* (2005), na musculatura flexora de cotovelo, o grupo que treinou com equipamento resistivo apresentou incrementos de 12,16% e sem equipamento de 14,21%, corroborando com os resultados do presente estudo, em que foram alcançados valores de $15,66 \pm 5,99\%$ para 1S e $15,23 \pm 8,61\%$ para 3S. No estudo de Ambrosini *et al.* (2010), na musculatura flexora horizontal de ombros, os autores encontraram incrementos de 17,10% após treinamento sem equipamento e 18,49% com equipamento. No estudo de Graef *et al.* (2010), foram encontrados incrementos de 10,89% nesta mesma musculatura, resultados muito similares aos do presente estudo, em que foram encontrados incrementos de $13,67 \pm 8,14\%$ no grupo 1S e $15,25 \pm 9,30\%$ no grupo 3S. Todavia, é preciso ressaltar que em todos estes estudos citados com treinamento de força no meio aquático, os sujeitos das referidas pesquisas foram mulheres com idade superior a das mulheres do presente estudo.

Comparando os resultados do presente estudo com um estudo de força no meio aquático com mulheres jovens, (SOUZA *et al.*, 2010), também são encontrados incrementos na força muscular após um treinamento de 11 semanas. Quando analisados os níveis de força muscular nos músculos flexores horizontais dos ombros, o presente estudo encontrou incrementos de $13,67 \pm 8,14\%$ para 1S e de $15,25 \pm 9,30\%$ para 3S.

Resultados inferiores aos encontrados por Souza *et al.* (2010), que foram na ordem de 25,2%. Analisando a musculatura dos extensores de joelho, o presente estudo encontrou incrementos de $18,82 \pm 11,17\%$ para 1S e de $18,48 \pm 11,07\%$ para 3S que foram muito similares aos de Souza *et al.*, (2010), na ordem de 19,7%. Na musculatura flexora de joelhos, no presente estudo os ganhos foram de $9,72 \pm 9,54\%$ para 1S e de $10,49 \pm 9,99\%$ para 3S, enquanto que no estudo de Souza *et al.* (2010) foi de 16,20%. Essas diferenças de percentuais entre o presente estudo e o de Souza *et al.* (2010) podem ser explicadas pelas diferentes periodizações utilizadas nos estudos. Afinal, no presente estudo, durante as 10 semanas, os sujeitos realizavam a mesma quantidade de séries com o mesmo tempo de duração, enquanto que no estudo de Souza *et al.* (2010) foram realizadas várias modificações de tempo e número de séries durante o período de intervenção. O treinamento com duração de 10 semanas iniciou com duas séries de 30 segundos, depois passou para três séries de 20 segundos; em seguida, para quatro séries de 15 segundos e, por fim, seis séries de 10 segundos, sendo que o tempo total de exercício sempre foi de um minuto. Isso caracteriza uma típica periodização linear, em que, o tempo de séries diminui e, conseqüentemente, o número de repetições máximas; no entanto, o número de séries aumenta. Para Kraemer *et al.* (2002), as modificações na relação volume/intensidade que caracterizam uma periodização linear são fundamentais para a progressão de um treinamento e para os ganhos de força muscular. Segundo estes autores, para gerar ganhos de força muscular crescentes ao longo de um treinamento e, conseqüentemente, hipertrofia muscular, o volume de treinamento inicia alto com uma intensidade moderada e ao longo do treinamento o volume diminui, mas a intensidade aumenta. Foi exatamente este o modelo adotado na periodização de Souza *et al.* (2010), iniciando com séries de 30 segundos que foram diminuindo para 10 segundos. A intensidade do treinamento de força no meio aquático realizada por meio da máxima velocidade supõe aumento ao longo do treinamento. Cabe ressaltar que, no presente estudo, o objetivo principal não foi construir uma periodização de treinamento e avaliar a sua eficiência, mas sim, comparar a utilização de uma série e de três séries. Portanto, optou-se manter esse tempo de execução das séries durante todo o período de treinamento.

Na figura 1, podem ser observados os valores de delta percentual entre os dois grupos de estudo e nos quatro exercícios avaliados, indicando que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre o delta percentual de incremento na força muscular dinâmica máxima entre os grupos 1S e 3S.

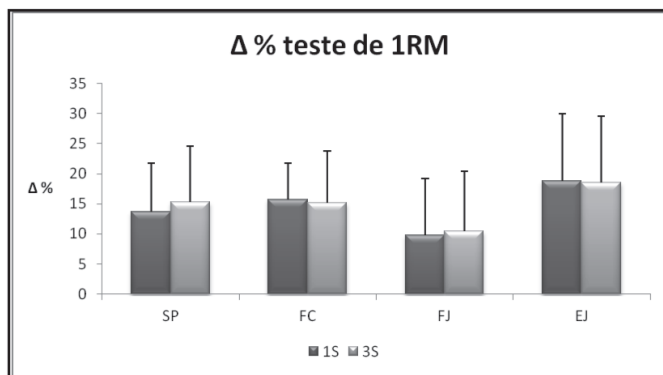


Figura 1: Gráfico dos resultados de delta percentual ($\Delta\%$) do teste de força muscular dinâmica máxima, nos exercícios de Supino (SP), Flexão de Cotovelos (FC), Flexão de Joelhos (FJ) e Extensão de Joelhos (EJ), nos grupos Série Simples (1S) e Séries Múltiplas (3S).

Para a discussão dos resultados sob a temática do volume de treinamento, ou seja, sobre a utilização de séries únicas e múltiplas, a comparação com os trabalhos no meio terrestre se faz necessária, uma vez que não foram encontradas na literatura pesquisas com esta temática no meio aquático.

Analisando o fator grupo, os resultados demonstram que os grupos 1S e 3S não apresentaram diferença significativa. Esses resultados são similares aos encontrados por outros autores após treinamento de força no meio terrestre (STARKEY *et al.*, 1996; HASS *et al.*, 2000; CANNON E MARINO, 2010). No estudo de Hass *et al.* (2000), para o exercício de supino, o grupo 1S teve incremento de 11,9% e o grupo 3S de 13,5%; no exercício de flexão de cotovelos de 8,3% para 1S e de 10,3% para 3S; no exercício de flexão de joelhos foi de 9,2% para 1S e de 12,0% para 3S; no exercício de extensão de joelhos foi de 13,6% para 1S e de 12,8% para 3S. Podem-se observar valores muito próximos entre os grupos de treinamento e não houve diferença entre os grupos, além de valores muito similares aos percentuais do presente estudo, apesar dos treinamentos serem em ambientes diferentes.

No estudo de Cannon e Marino (2010) também não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos de treinamento com séries únicas e múltiplas, com valores muito similares entre os grupos (1S: 27,8%; 3S: 24,7%). Porém, observam-se neste estudo de treinamento de força no meio terrestre valores percentuais maiores do que o presente estudo de treinamento de força no meio aquático. É importante ressaltar algumas diferenças metodológicas, uma vez que no estudo de Cannon e Marino (2010) os sujeitos, que também foram mulheres jovens e sedentárias, treinavam

com frequência de três vezes na semana, frequência superior ao do presente estudo. Além disso, a especificidade do treinamento e da avaliação de força pode ter influenciado na discrepância dos valores encontrados. Sabe-se que não há uma maneira efetiva de avaliar a força máxima no meio aquático e, dessa forma, a avaliação ocorre no meio terrestre. Também sabe-se que as adaptações neuromusculares ocorrem de acordo com o tipo de treinamento realizado. Como os sujeitos do presente estudo treinaram no meio aquático, onde a resistência oferecida ao movimento é a resistência da água, especula-se que, ao realizarem os testes de força contra uma resistência mecânica dos equipamentos de musculação, esses poderiam ser prejudicados. Ao contrário, os sujeitos que treinaram nos mesmos equipamentos dos testes de força máxima estariam aptos a suportarem maiores cargas máximas.

Alguns autores encontram resultados diferenciados para grupos musculares de membros superiores e inferiores diante dos treinamentos com séries simples ou múltiplas. Por exemplo, o estudo de Bottaro *et al.* (2009) observou que nos membros superiores (flexores de cotovelos) os grupos apresentaram ganhos similares sem diferença entre eles: 9,2% para 1S e 7,8% para 3S. No entanto, nos membros inferiores (extensão de joelhos) o grupo 1S apresentou incremento de 4,0% e o grupo 3S de 11,5%, com diferença significativa entre os grupos. Esse comportamento foi similar ao encontrado por Ronnestad *et al.* (2007), no qual o treinamento com séries múltiplas foi mais efetivo para os membros inferiores, e foi similar ao de séries simples para membros superiores. Os autores explicam esse comportamento, diferenciado entre os segmentos corporais devido às atividades de vida diária, nas quais os membros inferiores seriam mais exigidos, por exemplo durante atividades de caminhadas, subir escadas ou mesmo algum tipo de trabalho na posição em pé. Assim, os membros inferiores estariam mais fortes e resistentes e necessitariam de um volume maior de treinamento para demonstrarem incrementos significativos. Porém este comportamento não foi encontrado no presente estudo, uma vez que tanto em membros superiores quanto em membros inferiores o treinamento com 1S foi semelhante ao treinamento com 3S, e uma possível explicação poderia ser em função da maioria das mulheres desta amostra ser extremamente sedentárias. Desta forma, a musculatura de membros inferiores seria tão responsiva quanto à de membros superiores, gerando incrementos similares de força máxima.

Na meta-análise realizada por Fröhlich *et al.* (2010) na qual os autores analisaram 72 estudos, conclui-se que em intervenções de curto prazo, para sujeitos destreinados, os efeitos resultantes do treinamento são os mesmos para ambos os grupos de

treinamento (série única e séries múltiplas). Além disso, outros autores em suas revisões ou meta-análises confirmam essas conclusões (GALVÃO E TAAFFE 2004; WINETT, 2004; WOLFE *et al.*, 2004; BÅGENHAMMAR E HANSSON 2007). A explicação destes autores a respeito dessa igualdade de resposta neuromuscular aos treinamentos com séries simples ou múltiplas deve-se às adaptações neuromusculares características das primeiras semanas de treinamentos. Em sujeitos não treinados, nas primeiras semanas de treinamento apenas uma série é o suficiente para melhorar a coordenação intramuscular, diminuir a coativação dos músculos antagonistas, melhorar o recrutamento de unidades motoras e, conseqüentemente, gerar ganhos de força muscular principalmente pelos aspectos neurais. Isso ocorre porque nas primeiras semanas de treinamento as adaptações neurais são as principais formas de aumento da força muscular. Apesar de não se ter avaliado essas adaptações no presente estudo, acredita-se que este foi o fator responsável pelos incrementos muito similares na força máxima após treinamentos com séries únicas e múltiplas.

5.3.2 Força Resistente

A partir da análise estatística dos dados, pode-se observar que ambos os grupos (1S e 3S) demonstraram incrementos da força muscular resistente após 10 semanas de treinamento, sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos e em todos os quatro exercícios analisados. Na tabela 5, podem-se visualizar os resultados do teste de repetições máximas com 60% do valor de 1RM pré-treino, nos quatro exercícios avaliados, com valores pré e pós-treinamento, e ainda o resultado do teste abdominal de 1 Minuto (*Sit-Up*):

Tabela 5: Média e Desvio Padrão (DP) do número de repetições máximas dos grupos Série Simples (1S) e Séries Múltiplas (3S), nos exercícios de Supino (SUP), Flexão de Cotovelos (FC), Flexão de Joelhos (FJ), Extensão de Joelhos (EJ) e Abdominal (ABD) em número de repetições máximas.

			Pré		Pós		Tempo	Grupo	Tempo*Grupo
1RM	Grupo	n	Média	DP	Média	DP	p	P	p
SUP	1S	32	12,13	±2,83	15,19	±3,69	<0,001*	0,177	0,351
	3S	34	10,80	±2,45	14,74	±3,88			
FC	1S	29	13,83	±2,67	18,45	±3,09	<0,001*	0,103	0,928
	3S	32	12,94	±2,43	17,29	±3,25			
FJ	1S	32	10,72	±2,96	12,85	±3,53	<0,001*	0,050	0,309
	3S	34	9,09	±2,13	12,12	±3,20			
EJ	1S	32	10,93	±2,36	12,43	±2,63	<0,001*	0,200	0,825
	3S	27	10,63	±1,81	11,60	±1,25			
ABD	1S	32	20,94	±5,67	24,25	±6,95	<0,001*	0,109	0,747
	3S	34	18,09	±7,40	21,68	±7,67			

* representa diferença significativa entre os momentos pré e pós em ambos os grupos

esta apresentou o mesmo comportamento da força máxima, ou seja, sem diferença entre os treinamentos com séries únicas e séries múltiplas. Todavia, não foram encontrados na literatura científica, estudos que tenham investigado a avaliação da força resistente no treinamento de força no meio aquático, e mais uma vez, a comparação com estudos do meio terrestre se faz necessária.

Os resultados do presente estudo corroboram com os encontrados por Hass *et al.* (2000), que também observaram melhora na força resistente e ausência de diferença entre os grupos série simples e séries múltiplas. No estudo de Hass *et al.* (2000) no exercício de supino, o aumento da força resistente foi de 48,15% e de 58,4% para os grupos 1S e 3S respectivamente. No exercício de extensão de joelhos o grupo 1S teve incremento de 49,5% e o grupo 3S de 66,7%. No presente estudo, no exercício de supino, os incrementos foram de $36,36 \pm 28,03\%$ (1S) e de $49,45 \pm 38,91\%$ (3S) e no exercício de extensão de joelhos os incrementos foram de $19,45 \pm 15,24\%$ (1S) e de $13,04 \pm 11,25\%$ para 3S. É importante ressaltar que no estudo de Hass *et al.* (2000), o teste de RMs foi realizado com 75% de 1RM nos exercícios de supino e extensão de joelhos. O fato dos valores de força resistente serem superiores aos do presente estudo, se deve provavelmente a várias diferenças entre os treinamentos e os testes. Os sujeitos do estudo de Hass *et al.* (2000) realizaram o treinamento nos mesmos equipamentos do testes, enquanto que os sujeitos do presente estudo treinaram no meio aquático e fizeram a avaliação de força nos equipamentos. Portanto, a especificidade do treinamento e da avaliação pode explicar essa diferença. Além disso, na aplicação do teste de RMs por

Hass *et al.* (2000), o controle de tempo das repetições não foi realizado. No presente estudo esse foi realizado, garantindo um mesmo padrão de ritmo de execução nos momentos pré e pós-treinamento. Em testes de RMs, o controle da velocidade de execução é fundamental; afinal, segundo Sakamoto e Sinclair (2006), quanto mais rápido são executadas as repetições, maior é o número total de repetições realizadas.

Na figura 2, é possível visualizar os valores de delta percentual dos testes de RMs com carga equivalente a 60% de 1RM pré-treino, dos quatro exercícios avaliados nos dois grupos de estudo demonstrando não haver diferença significativa ($p > 0,05$) entre os deltas percentuais dos dois grupos de estudo.

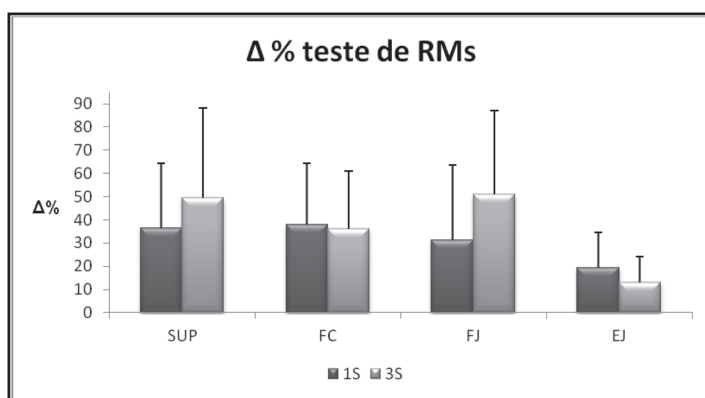


Figura 2: Gráfico dos resultados de delta percentual ($\Delta\%$) do teste de Repetições Máximas, nos exercícios de Supino (SP), Flexão de Cotovelos (FC), Flexão de Joelhos (FJ), Extensão de Joelhos (EJ) e Abdominal (ABD), nos grupos Série Simples (1S) e Séries Múltiplas (3S).

O número de repetições máximas realizadas com a carga absoluta, ou seja, com 60% de 1RM da etapa pré-treinamento, aumentou significativamente em todos os exercícios. Isso pode ser explicado pela economia neuromuscular descrita por Cadore *et al.* (2011), na qual segundo estes autores, após um treinamento de força muscular, o recrutamento de fibras musculares torna-se mais econômico, ou seja, para uma mesma carga, menos fibras musculares precisam ser recrutadas porque estas fibras são capazes de gerar mais força. Por isso, com uma mesma carga absoluta, equivalente a 60% de 1RM pré-treinamento, os sujeitos são capazes de realizar um número maior de repetições.

5.3.3 Força de Potência

Em relação à força de potência, após 10 semanas de treinamento de força no meio aquático, pode-se observar que houve efeito significativo do tempo para o SJ e para o CMJ, sem efeito significativo do grupo e de interação tempo*grupo para ambos os saltos, conforme resultados apresentados na tabela 6.

Tabela 6: Média e Desvio Padrão (DP) da altura (m) do salto *Squat Jump* (SJ) e *Counter Moviment Jump* (CMJ) dos grupos Série Simples (1S) e Séries Múltiplas (3S).

Salto	Grupo	n	Pré		Pós		Tempo	Grupo	Tempo*Grupo
			Média	DP	Média	DP	p	p	p
SJ (m)	1S	29	0,12	±0,02	0,13	±0,02	0,001*	0,630	0,187
	3S	25	0,12	±0,03	0,13	±0,03			
CMJ (m)	1S	25	0,14	±0,02	0,16	±0,02	0,001*	0,542	0,125
	3S	24	0,14	±0,03	0,15	±0,04			

*representa diferença significativa entre os momentos pré e pós em ambos os grupos

Os valores percentuais de incremento na altura de salto SJ foram de $10,90 \pm 13,68\%$ e $8,25 \pm 11,67\%$ respectivamente, para o grupo 1S e 3S. Para o CMJ os grupos 1S e 3S apresentaram incrementos de $9,09 \pm 8,01\%$ e $6,78 \pm 6,83\%$, respectivamente.

Dessa forma, pode-se afirmar que os resultados do presente estudo corroboram o estudo de Takeshima *et al.* (2002), que encontraram incremento de 9,1% (pré: $0,23 \pm 0,04\text{m}$; pós: $0,25 \pm 0,04\text{m}$) na altura de salto SJ após 12 semanas de treinamento no meio aquático. Outros estudos do meio terrestre com abordagem de investigação dos efeitos de séries simples e múltiplas também encontraram resultados similares, ou seja, sem diferença entre os grupos para a altura de salto (MARX *et al.*, 2001). A literatura tem demonstrado que o aumento na força dinâmica máxima pode levar a um incremento na altura de salto (UGRINOWITSCH *et al.*, 2007). Portanto, o ganho de força máxima pode explicar o aumento na altura do salto SJ.

Os incrementos na altura do salto CMJ podem ser explicados pela melhoria da força de potência que ocorre devido a uma melhora da utilização da energia elástica durante o ciclo alongamento-encurtamento (CAE). Alguns autores têm demonstrado que apenas um treinamento específico de pliometria poderia gerar melhorias na utilização do CAE (VISSING *et al.*, 2008). Porém, sabe-se que os exercícios realizados no meio aquático foram executados em máxima velocidade, ou seja, o aumento da velocidade e o aumento da força podem ter gerado um aumento na potência dos sujeitos.

5.4 Resultados e Discussão: análise em 4 grupos – 20 semanas

Para a análise dos resultados das 20 semanas de treino, tem-se a comparação entre os quatro grupos de estudos: SS(simples/simples), SM(simples/múltipla), MS(múltipla/simples), MM(múltipla/múltipla). Ou seja, dois grupos mantiveram o mesmo treinamento durante mais dez semanas, que foi o caso dos grupos SS e MM, os quais realizaram 20 semanas com treino de séries únicas ou múltiplas. Outros dois grupos, tiveram alteração no número de séries realizadas, um grupo aumentou o número de séries, passando de simples para múltipla (SM) e outro grupo diminuiu o número de séries realizadas, passando de múltiplas para simples (MS).

5.4.1 Força Muscular Dinâmica Máxima

Após vinte semanas de treinamento de força no meio aquático, todos os grupos apresentaram incrementos significativos de força muscular dinâmica máxima, independente do tipo de treinamento realizado. A partir da análise estatística realizada, pode-se observar (tabela 7) que o fator tempo foi significativo para todos os grupos e em todos os exercícios avaliados, e o fator grupo, bem como a interação tempo*grupo, não foi significativo para nenhum exercício e nenhum grupo de treinamento.

Tabela 7: Valores de média e desvio-padrão (DP) do teste de 1RM (kg) em três momentos de avaliação (pré, meio e pós) dos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM), nos exercícios de Supino (SUP), Flexão de Cotovelos (FC), Flexão de Joelhos (FJ), Extensão de Joelhos (EJ).

1RM	Grupo	n	Pré		Meio		Pós		Tempo	Grupo	Tempo*Grupo
			Média	DP	Média	DP	Média	DP	P	p	p
SUP	SS	15	30,87	±6,68	34,3	±7,27	35,77	±7,30	<0,001*	0,298	0,272
	SM	15	29,40	±4,60	33,97	±3,94	35,07	±4,53			
	MS	16	32,19	±9,78	36,63	±9,60	37,31	±9,80			
	MM	14	33,15	±5,25	38,5	±4,95	40,5	±6,44			
FC	SS	15	16,54	±2,59	19,2	±2,68	20,74	±2,50	<0,001*	0,353	0,801
	SM	14	16,92	±1,39	19,5	±1,23	21,01	±1,18			
	MS	16	17,63	±3,43	20,07	±3,84	21,57	±3,85			
	MM	14	18,00	±2,83	21,08	±2,99	22,65	±3,68			
FJ	SS	15	34,80	±6,87	39,07	±5,21	41,54	±5,45	<0,001*	0,409	0,663
	SM	15	36,00	±4,85	38,91	±6,06	41,47	±5,70			
	MS	16	36,88	±12,01	40,31	±10,39	43,25	±9,42			
	MM	14	36,59	±7,60	43,42	±8,98	46,42	±8,41			
EJ	SS	15	56,41	±12,54	66,34	±12,80	73,01	±13,08	<0,001*	0,842	0,820
	SM	15	57,74	±11,75	68,41	±9,53	73,07	±9,40			
	MS	16	61,07	±18,13	70,75	±18,09	76,75	±17,87			
	MM	13	58,54	±11,51	69,23	±12,71	73,54	±13,29			

*representa diferença significativa entre os momentos

Pelo fato de haver três momentos de avaliação da força muscular e o efeito do tempo ter se mostrado significativo, realizou-se uma análise com *post-hoc* de Bonferroni, para identificar as diferenças entre os três momentos de avaliação (pré-meio-pós). A partir dessa análise, os resultados estão apresentados nas figuras 3, 4, 5 e 6 para os exercícios de supino, flexão de cotovelos, flexão de joelhos e extensão de joelhos, respectivamente.

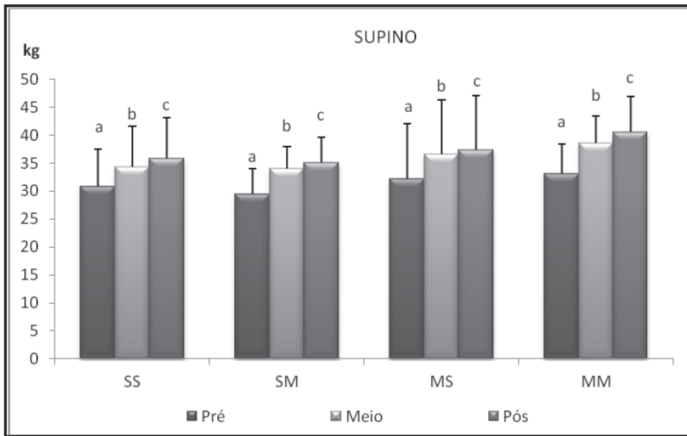


Figura 3: Gráfico do exercício Supino com valores absolutos (kg) e desvio-padrão, nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os momentos pré, meio e pós nos diferentes grupos de treinamento.

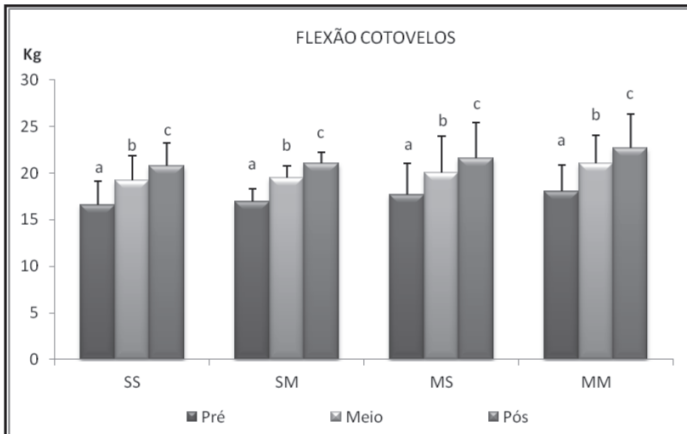


Figura 4: Gráfico do exercício Flexão de Cotovelos com valores absolutos (kg) e desvio-padrão, nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os momentos pré, meio e pós nos diferentes grupos de treinamento.

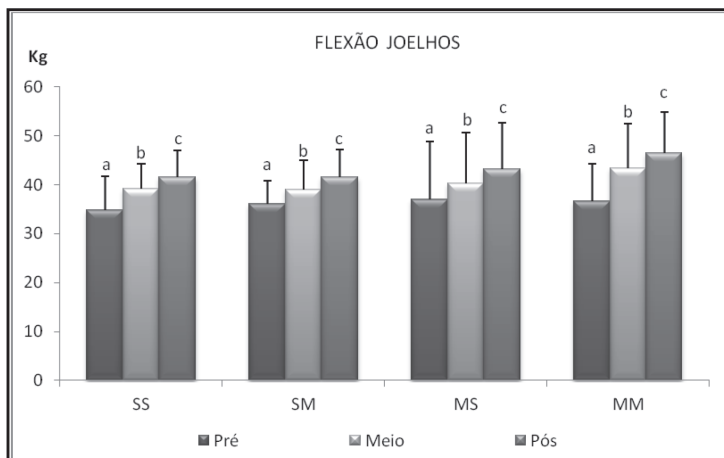


Figura 5: Gráfico do exercício Flexão de Joelhos com valores absolutos (kg) e desvio-padrão, nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os momentos pré, meio e pós nos diferentes grupos de treinamento.

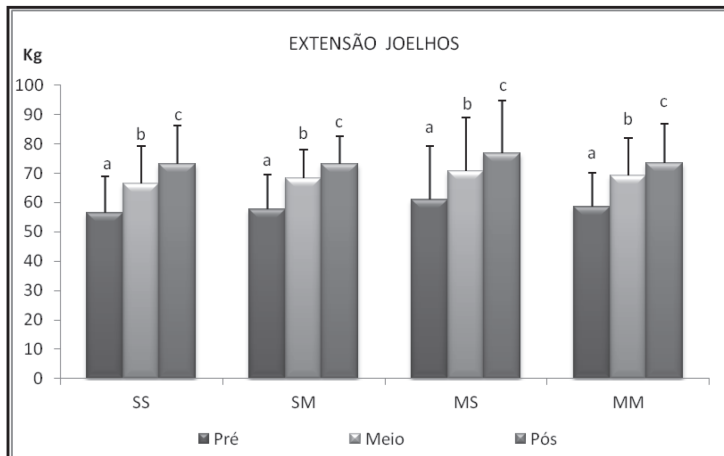


Figura 6: Gráfico do exercício Extensão de Joelhos com valores absolutos (kg) e desvio-padrão, nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os momentos pré, meio e pós nos diferentes grupos de treinamento.

Os valores percentuais entre cada fase de avaliação podem ser visualizados na tabela 8. A partir de uma análise por ANOVA *one-way* não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos de treinamento.

Tabela 8: Valor de média e desvio padrão (DP) do percentual de incremento de força máxima nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM) nos exercícios de supino (SUP), flexão de cotovelos (FC), flexão de joelhos (FJ) e extensão de joelhos (EJ).

IRM	Grupo	N	%pré-meio		%meio-pós		%pré-pós	
			Média	DP	Média	DP	Média	DP
SUP	SS	15	11,26	±6,81	5,09	±1,31	16,53	±9,81
	SM	15	16,15	±9,01	6,07	±1,57	20,01	±9,44
	MS	16	15,34	±9,41	8,83	±2,21	18,38	±14,95
	MM	14	15,76	±9,44	5,12	±1,37	22,66	±12,17
FC	SS	15	16,13	±6,17	8,38	±5,6	26,25	±8,81
	SM	14	15,38	±5,98	8,34	±5,04	25,20	±8,66
	MS	16	13,65	±8,72	7,78	±3,82	23,01	±9,37
	MM	14	16,81	±8,47	7,50	±7,51	26,53	±13,17
FJ	SS	15	11,53	±9,52	6,43	±3,79	18,73	±11,35
	SM	15	6,22	±6,48	8,44	±7,95	15,41	±12,77
	MS	16	8,65	±9,98	7,21	±6,61	17,12	±13,02
	MM	14	12,21	±9,98	6,24	±3,98	20,98	±13,60
EJ	SS	15	18,43	±10,21	10,52	±5,54	30,93	±11,65
	SM	15	19,59	±12,34	7,09	±4,74	28,87	±15,11
	MS	16	16,70	±8,74	9,09	±5,58	28,04	±12,95
	MM	13	20,12	±13,34	6,56	±3,81	25,78	±10,70

*representa diferença significativa entre os grupos

O presente estudo demonstra ganhos significativos de força ao longo de 20 semanas. Comparando os presentes resultados com outros estudos no meio aquático e com longos períodos de treinamento, pode-se citar o estudo de Tsourlou *et al.* (2006), em que, após 24 semanas de treinamento, mulheres idosas apresentaram melhora na força dinâmica máxima na ordem de 25,7% a 29,4% em testes de 3RM. Portanto, valores percentuais muito similares aos do presente estudo.

De uma forma geral, pode-se observar que nos quatro exercícios avaliados, os quatro grupos de estudo tiveram um mesmo padrão de comportamento, ou seja, incrementos na força dinâmica independente do número de séries ao longo das vinte semanas de treinamento. Salienta-se que, o fato de acrescentar séries ou diminuir séries no treinamento, não gerou nenhuma alteração no comportamento da força muscular.

Nos grupos musculares flexores horizontais de ombro, flexores de cotovelo, extensores e flexores de joelho ao longo das 20 semanas de treinamento, independente do volume de treinamento e do aumento ou diminuição do número de séries, os sujeitos continuaram incrementando a força máxima. Esse comportamento difere de outros estudos na literatura. Por exemplo, nos estudos de Humburg *et al.* (2007) e Marx *et al.* (2001) com treinamentos de 18 e 24 semanas, respectivamente, e ambos com mulheres, o grupo que treinou séries múltiplas gerou sempre maiores incrementos de força máxima em relação ao grupo que treinou séries simples, nos exercícios de pressão de pernas e flexão de cotovelos. Contudo, no presente estudo, os grupos que treinaram 20 semanas com séries simples (SS) ou com séries múltiplas (MM) não demonstraram diferença significativa entre os grupos, assim como os grupos em que foi aumentado ou diminuído o número de séries.

A respeito desse comportamento muscular diferenciado entre os estudos do meio terrestre e do meio aquático, é importante salientar a diferença na atividade muscular excêntrica e concêntrica no meio líquido. Quando é analisada a atividade EMG de músculos agonistas e antagonistas em exercício dinâmico no meio líquido, diversos autores têm encontrado ativação dos antagonistas semelhantes à atividade dos agonistas (PÖYHÖNEN 2001; PINTO *et al.*, 2011). Em sucessivas repetições e em situação de máximo esforço, os autores encontram uma rápida diminuição da atividade agonista ao mesmo tempo que ocorre um rápido aumento da atividade antagonista com o intuito de frear o movimento (PINTO, 2009). Dessa forma, durante uma série de determinado movimento no meio aquático há uma ativação tanto dos músculos agonistas quanto dos antagonistas, nas fases concêntrica e excêntrica. Portanto, mesmo que a atividade neuromuscular não tenha sido avaliada no presente estudo, é importante considerar este padrão de atividade muscular no meio aquático. Uma provável hipótese para a diferença de resultados entre os treinamentos na terra e na água com séries únicas e múltiplas, demonstrando que ao longo de 20 semanas não houve diferença entre os grupos que treinaram mais ou menos séries, poderia ser a diferente ação neuromuscular entre o meio aquático e terrestre. Essas diferenças neuromusculares foram encontradas em um estudo investigando a concentração sanguínea da enzima Creatina Kinase (CK) após exercícios de força no meio aquático e terrestre (Pantoja et al., 2009). Neste estudo, homens jovens realizaram 3 séries máximas de extensão e flexão de cotovelo na terra e na água, sendo que foi observado o mesmo tempo total de duração do exercícios no dois ambientes, para reproduzir a mesma rota metabólica. Os autores não encontram

diferenças significativas na concentração sanguínea de CK após o exercício realizado no meio aquático. Concluindo que o ambiente aquático influencia na ausência de lesão muscular,

Ainda avaliando os valores percentuais, pode-se observar que os maiores incrementos ocorreram nas primeiras 10 semanas de treinamento e, da décima até a vigésima semana, os ganhos foram percentualmente menores. Isso pode ser explicado em função da situação inicial dos sujeitos, pois como eram mulheres sedentárias, a musculatura respondeu rapidamente com os primeiros estímulos de treinamento de força. Ou seja, como mulheres sedentárias, elas possuíam uma grande janela de treinamento, que foi bem desenvolvida nas primeiras dez semanas, sendo que após este período houve uma atenuação do incremento de força muscular.

Um resultado inesperado no presente estudo foi o caso do grupo SM (simples/múltipla) que após as primeiras 10 semanas de treinamento com séries simples, quando o treinamento foi alterado para três séries, não apresentou ganhos de força maiores que o grupo que permaneceu treinando séries simples. Da mesma forma, o grupo que diminuiu o volume de treinamento (grupo MS: múltipla/simples) continuou incrementando a força muscular da mesma forma que o grupo que continuou treinando com séries múltiplas. Uma possível limitação para a análise desses resultados está relacionada com a sobrecarga dos exercícios no meio aquático. No meio terrestre, torna-se muito fácil o ajuste da carga em kilogramas nos exercícios para que os sujeitos realizem sempre repetições máximas. Porém, no meio aquático, apesar da instrução de velocidade máxima em todas as séries dos exercícios, representando um esforço máximo, é difícil afirmar o que aconteceu com a sobrecarga dos exercícios. Ou seja, talvez o grupo que passou a executar séries múltiplas não tenha sido capaz de realizar um esforço três vezes mais intenso do que o grupo que permaneceu realizando apenas uma série e, no momento da avaliação final, isso repercutiu em ganhos similares de força máxima.

Dentre os estudos da literatura que abordam a questão da utilização de séries únicas e múltiplas, um deles também apresenta uma alteração no volume de treinamento e encontrou resultados interessantes (BICKEL *et al.*, 2011). Neste estudo, homens jovens e idosos realizaram 16 semanas de treinamento de força com intensidade de 8 a 12 RMs e frequência de três vezes por semana. Após este período, os sujeitos foram divididos em três grupos: um grupo destreino, o qual não realizou nenhum exercício físico, o grupo três séries por semana, ou seja, passou a treinar apenas uma vez por semana realizando três séries de cada exercício e um último grupo que realizou o

treinamento apenas uma vez por semana e apenas uma série de cada exercício. Esta segunda etapa teve duração de 32 semanas e ao final deste período os autores concluíram que os grupos que treinaram uma série ou três séries conseguiram manter e inclusive aumentar os níveis de força muscular avaliada com teste de 1RM. Entretanto, os sujeitos idosos demonstraram a necessidade de um volume maior (três séries) para manter a hipertrofia muscular. Com isso, apesar das diferenças entre esse estudo e a presente pesquisa, pode-se observar que em ambas, os volumes de treinamento de uma série ou de três séries foram suficientes para manter e aumentar a força muscular.

Como resultado geral e principal do presente estudo, pode-se afirmar que os incrementos de força muscular dinâmica máxima após 20 semanas de treinamento no meio aquático ocorreram independentemente do volume de treinamento.

5.4.2 Força Resistente

Após 20 semanas de treinamento de força no meio aquático, mulheres jovens apresentaram incrementos significativos de força resistente, independente do tipo de treinamento realizado. A partir da análise estatística realizada, pode-se observar (tabela 9) que o fator tempo foi significativo para todos os grupos e em todos os exercícios avaliados. Pode-se observar também que não houve efeito de grupo e nem interação tempo*grupo. Esta avaliação de força resistente foi realizada com carga equivalente a 60% de 1RM pré-treinamento.

Tabela 9: Média e desvio-Padrão (DP) do número repetições máximas em três momentos de avaliação (pré, meio e pós) com carga absoluta pré-treino, nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM) nos exercícios de Supino (SUP), flexão de cotovelos (FC), flexão de joelhos (FJ) e extensão de joelhos (EJ).

Ex	G	N	Pré		Meio		Pós		Tempo	Grupo	Tempo*Grupo
			Média	DP	Média	DP	Média	DP	P	p	p
SUP	SS	15	11,26	±2,71	14,94	±4,36	15,81	±4,13	0,001*	0,431	0,136
	SM	15	12,94	±2,97	15,47	±3,32	14,94	±2,72			
	MS	16	11,13	±2,78	14,13	±3,37	13,57	±2,95			
	MM	14	10,43	±2,25	14,86	±4,02	16,43	±5,02			
FC	SS	15	13,41	±2,65	19,34	±5,39	18,67	±4,69	0,001*	0,165	0,612
	SM	14	15,15	±3,44	19,72	±3,34	21,07	±4,29			
	MS	16	13,31	±2,78	17,44	±3,66	18,57	±4,28			
	MM	14	12,01	±2,97	17,65	±2,68	19,01	±5,13			
FJ	SS	15	10,21	±2,28	12,27	±3,89	13,87	±2,99	0,001*	0,069	0,662
	SM	15	11,01	±3,53	13,41	±2,59	13,07	±4,45			
	MS	16	8,51	±2,59	10,76	±2,68	11,82	±3,02			
	MM	14	9,58	±1,66	12,86	±3,44	12,64	±2,77			
EJ	SS	14	10,93	±1,27	13,15	±2,18	13,01	±3,58	0,001*	0,788	0,576
	SM	15	11,21	±2,63	11,93	±2,97	13,07	±2,73			
	MS	16	10,69	±1,58	11,75	±1,30	12,01	±2,55			
	MM	13	11,62	±4,41	12,15	±2,20	12,39	±3,31			

*representa diferença significativa entre os momentos pré, meio e pós

A partir destes resultados, pode-se observar que ao longo das 20 semanas de treinamento, com uma carga absoluta, os sujeitos ficaram mais resistentes e, dessa forma executaram um número maior de repetições. Porém, os maiores incrementos ocorreram entre a avaliação pré e intermediária, sendo que da décima para a vigésima semana de treinamento, independente do grupo de treinamento, houve uma manutenção do número de repetições máximas, conforme pode ser observado nos gráficos das figuras 7,8, 9 e 10.

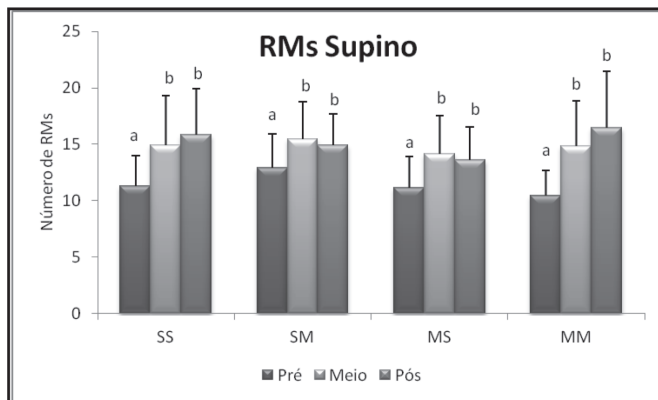


Figura 7: Gráfico do número de Repetições Máximas (RMs) no exercício Supino com valores absolutos e desvio-padrão, nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os momentos pré, meio e pós nos diferentes grupos de treinamento.

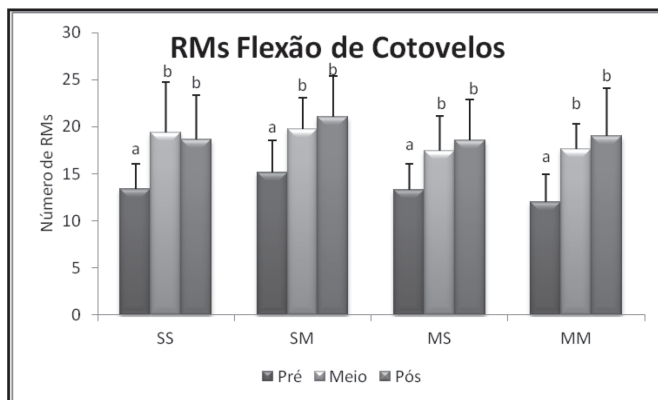


Figura 8: Gráfico do número de Repetições Máximas (RMs) no exercício Flexão de Cotovelos com valores absolutos e desvio-padrão, nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os momentos pré, meio e pós nos diferentes grupos de treinamento.

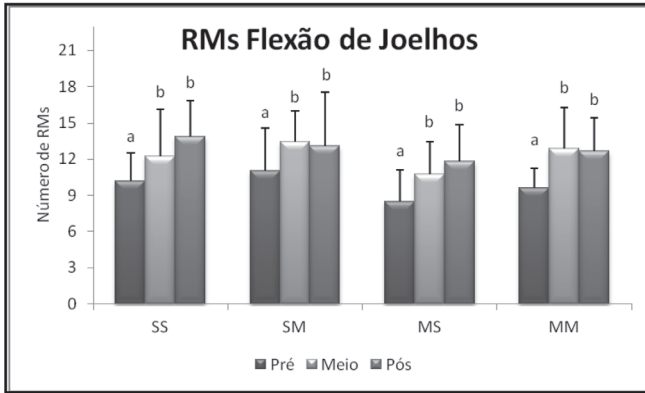


Figura 9: Gráfico do número de Repetições Máximas (RMs) no exercício Flexão de Joelhos com valores absolutos e desvio-padrão, nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os momentos pré, meio e pós nos diferentes grupos de treinamento.

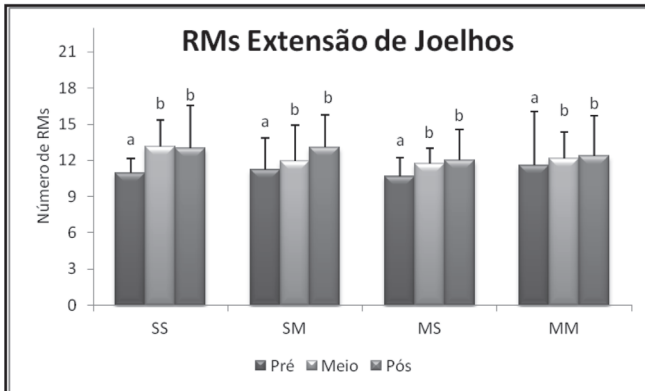


Figura 10: Gráfico do número de Repetições Máximas (RMs) no exercício de Extensão de Joelhos com valores absolutos e desvio-padrão, nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os momentos pré, meio e pós nos diferentes grupos de treinamento.

Não foi encontrado, na literatura revisada, estudo com treinamento de força no meio aquático que tenha investigado a força resistente, bem como encontraram-se poucos estudos que avaliaram a força resistente no meio terrestre observando volumes diferentes de treinamento (HASS *et al.*, 2000; MARX *et al.*, 2001). No estudo de Marx *et al.* (2001) com RMs realizadas com 80% de 1RM, após 24 semanas de treinamento, o grupo séries múltiplas teve incremento maior em número de repetições do que o grupo séries simples nos exercícios de supino e pressão de pernas. Um fator que dificulta

muito a comparação entre os estudos são as diferenças metodológicas, principalmente no que diz respeito ao percentual da carga máxima para o teste de repetições máximas que na presente pesquisa foi de 60%, diferentemente dos outros pesquisadores. Além disso, os estudos que incluíram essa avaliação não descreveram se realizaram controle de velocidade para esse teste, fator muito importante nesta avaliação e que foi discutido no capítulo anterior. Além disso, segundo Hoeger *et al.* (1990), mulheres sedentárias apresentam comportamentos distintos em cargas de 40, 60 e 80% de 1RM em diferentes exercícios. Ou seja, torna-se impossível comparar o número de repetições com diferentes percentuais de cargas máximas.

Na tabela 10, foi realizada uma comparação entre o número de repetições máximas realizadas com 60% de 1RM relativo à avaliação intermediária (após 10 semanas de treinamento) executados na semana 10 e na semana 20.

Tabela 10: Média e desvio-padrão (DP) do número de repetições máximas em dois momentos de avaliação (semana 10 e semana 20) com carga relativa a 60% de 1RM após 10 semanas de treinamento, nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM) nos exercícios de Supino (SUP) e extensão de joelhos (EJ).

			SEMANA 10		SEMANA 20		Tempo	Grupo	Tempo*Grupo
Exercício	Grupo	n	Média	DP	Média	DP	p	p	p
SUP	SS	15	13,30	±3,1	13,70	±3,5	0,980	0,419	0,189
	SM	15	12,60	±2,9	13,10	±3,2			
	MS	16	12,10	±2,1	10,90	±2,4			
	MM	14	11,90	±3,2	12,30	±4,3			
EJ	SS	15	11,00	±2,3	10,20	±3,6	0,198	0,355	0,215
	SM	15	10,00	±2,3	10,90	±2,7			
	MS	16	9,80	±1,5	10,50	±1,7			
	MM	14	11,20	±2,5	12,00	±2,8			

*representa diferença significativa entre os momentos semana 10 e semana 20

A partir desta avaliação, pode-se observar que não houve diferença significativa entre o número de repetições máximas realizada na semana 10 e na semana 20 com 60% de 1RM relativo à semana 10. Esse comportamento pode ser explicado em função da mudança na aquisição de força ter sido mais expressiva nas primeiras 10 semanas de treinamento. Ou seja, o resultado da força resistente ocorreu de forma similar ao da força máxima e essa apresentou um incremento pequeno entre a décima e a vigésima semana. Dessa forma, o percentual para o teste de RMs não teve uma grande alteração e, conseqüentemente, o número de repetições máxima não apresentou diferenças significativas entre a décima e a vigésima semana.

Na tabela 11, podem-se observar os resultados do teste de repetições máximas realizado ao final das vinte semanas de treinamento, com três cargas: 60% de 1RM pré-treinamento, 60% de 1RM após 10 semanas de treinamento e 60% de 1RM após 20 semanas de treinamento.

Tabela 11: Média de desvio-padrão (DP) do número de repetições máximas ao final do treinamento com 3 cargas: absoluta, relativa a 60% de 1RM após 10 semanas de treinamento e relativa a 60% de 1RM após 20 semanas de treinamento, nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM) nos exercícios de Supino (SUP) e extensão de joelhos (EJ).

Ex	G	n	60%1RMpré		60%1RM10s		60%1RM20s		%1RM	grupo	%1RM*grupo
			Média	DP	Média	DP	Média	DP	P	p	p
SUP	SS	15	15,81 ^a	±4,13	13,70 ^b	±3,50	13,60 ^b	±3,60	0,001*	0,063	0,526
	SM	15	14,94 ^a	±2,72	13,10 ^b	±3,20	11,87 ^b	±2,95			
	MS	16	13,57 ^a	±2,95	10,90 ^b	±2,40	10,75 ^b	±2,32			
	MM	14	16,43 ^a	±5,02	12,30 ^b	±4,30	11,86 ^b	±2,77			
EJ	SS	15	12,80 ^a	±3,53	10,20 ^b	±3,60	9,47 ^c	±2,50	0,001*	0,606	0,628
	SM	15	13,07 ^a	±2,74	10,90 ^b	±2,70	9,40 ^c	±1,99			
	MS	16	12,01 ^a	±2,56	10,50 ^b	±1,70	8,88 ^c	±1,89			
	MM	14	12,93 ^a	±3,77	12,00 ^b	±2,80	11,21 ^c	±1,72			

*representa diferença significativa entre os %1RM

Letras diferentes representam diferença estatística entre as situações

A partir dessa análise, pode-se concluir que o efeito % 1RM foi significativo e não houve efeito de grupo e nem interação entre %1RM e grupo. Ou seja, à medida que o % de 1RM aumentou, os sujeitos realizaram um número menor de repetições, independente do grupo de treinamento, demonstrando que todos os volumes de treinamento foram eficientes no incremento da força resistente. Para o exercício de supino, não houve diferença significativa entre o número de repetições realizadas com 60% de 1RM após 10 semanas e 60% de 1RM após 20 semanas para todos os grupos. Esses resultados acompanham parte dos resultados anteriormente citados em relação ao teste de 1RM, em que no exercício de supino, os grupos SM e MS não aumentaram significativamente os valores do teste de 1RM. Todavia, os grupos SS e MM demonstraram aumento nos valores de 1RM entre os momentos de avaliação intermediária e após 20 semanas, embora não tenham demonstrado modificação no número de repetições máximas.

No exercício de extensão de joelhos, o número de repetições de RMs diminuiu em todos os momentos de avaliação de acordo com o aumento do valor relativo à carga de 60% de 1RM. Isso demonstra que, com o aumento da carga relativa, o número de RMs diminuiu.

5.4.3 Força de Potência

Em relação à força de potência, após 20 semanas de treinamento de força no meio aquático, houve efeito significativo do tempo para o SJ ($p < 0,001$) e para o CMJ ($p < 0,05$), sem efeito significativo do grupo e sem interação entre tempo e grupo, conforme dados apresentados na tabela 12.

Tabela 12: Média e desvio-padrão (DP) da altura de salto (m) *Squat Jump* (SJ) e *Counter Movement Jump* (CMJ) nos grupos simples/simples (SS), simples/múltipla (SM), múltipla/simples (MS) e múltipla/múltipla (MM).

Salto	G	N	Pré		Meio		Pós		Tempo	Grupo	Tempo*Grupo
			Média	DP	Média	DP	Média	DP	P	p	p
SJ	SS	13	0,12 ^a	±0,03	0,14 ^b	±0,03	0,14 ^b	±0,03	0,001*	0,454	0,408
	SM	15	0,12 ^a	±0,03	0,13 ^b	±0,03	0,14 ^b	±0,02			
	MS	15	0,13 ^a	±0,03	0,14 ^b	±0,03	0,14 ^b	±0,03			
	MM	13	0,12 ^a	±0,04	0,12 ^b	±0,04	0,13 ^b	±0,03			
CMJ	SS	13	0,14 ^a	±0,03	0,16 ^b	±0,03	0,16 ^{ab}	±0,04	0,047*	0,597	0,061
	SM	15	0,15 ^a	±0,03	0,16 ^b	±0,03	0,15 ^{ab}	±0,03			
	MS	15	0,16 ^a	±0,03	0,16 ^b	±0,04	0,16 ^{ab}	±0,03			
	MM	13	0,14 ^a	±0,04	0,14 ^b	±0,04	0,14 ^{ab}	±0,03			

*representa diferença significativa entre os momentos pré, meio e pós

Letras diferentes representam diferenças significativas entre os momentos pré, meio e pós

A partir da análise destes resultados, pode-se observar que o salto SJ apresentou um incremento significativo entre o momento pré e meio do treinamento, e uma manutenção entre momento meio e pós, em todos os grupos, sem diferença significativa entre os grupos. No salto CMJ, todos os grupos, sem diferença entre eles, apresentaram um incremento do momento pré para meio. Entretanto, no momento pós, os valores indicam que não houve diferença para os momentos pré e meio.

Poucos estudos na literatura revisada avaliaram a força de potência com treinamento de força no meio aquático. No estudo de Tsourlou *et al.* (2006), o incremento na altura do salto SJ foi de 24,6% após treinamento de 24 semanas no meio líquido (pré: $0,9 \pm 0,1$ cm; pós: $0,11 \pm 0,1$ cm). Esses valores percentuais um pouco mais elevados em relação ao presente estudo devem ser interpretados com atenção, uma vez que os sujeitos da referida pesquisa foram mulheres idosas e o treinamento dessas ocorreu com uma periodicidade de três vezes por semana, enquanto que as mulheres jovens do presente estudo realizaram o treinamento duas vezes na semana.

Apenas um estudo foi encontrado que abordou a temática das séries simples e séries múltiplas no meio terrestre e realizou a avaliação da força de potência de membros inferiores (MARX *et al.*, 2001). Neste estudo, ambos os grupos séries simples e séries múltiplas incrementaram a altura do salto (CMJ) após 12 semanas de treinamento; porém, após 24 semanas de treinamento, apenas o grupo MS demonstrou ganhos significativos. Portanto, os resultados não corroboram os do presente estudo, no qual não houve diferença entre os grupos de treinamento para a altura de salto.

Sobre a análise de saltos, é importante salientar que o treinamento de força no meio aquático não enfocou o treinamento pliométrico e, dessa forma, não contemplou nenhum exercício idêntico ao movimento de salto. Sobre a especificidade do treinamento e da avaliação, Vissing *et al.* (2008) também confirmam que um treinamento de força convencional não incrementou a altura do salto CMJ, apenas o treinamento específico de pliometria.

A hipótese inicial ao incluir a análise dessa variável nesta pesquisa era de que, com os exercícios realizados no meio aquático, a atividade excêntrica e concêntrica de músculos agonistas e antagonistas em cada movimento iria estimular a utilização do ciclo alongamento-encurtamento (CAE) e, dessa forma, iria refletir em um aumento da força de potência nos saltos. Porém, devido à resistência provocada pela água, o tempo de CAE pode ser considerado extremamente curto em relação ao meio terrestre e, assim, não influenciou positivamente na altura de salto. Conforme Colado *et al.* (2010), o tempo para atingir a máxima força concêntrica no meio aquático é mais longo em relação ao meio terrestre, devido a resistência imposta pela água. Portanto, não se observou grandes incrementos na altura do salto CMJ porque o treinamento não foi específico para este teste, com estimulação do CAE rápido. O incremento encontrado na altura do salto SJ deve-se provavelmente ao aumento na força muscular máxima, ou seja, na medida em que os membros inferiores dos sujeitos ficaram mais fortes, eles conseguiram saltar mais alto (UGRINOWTTSCH *et al.*, 2007).

5.4.4 Análise de Vídeos

Para a análise de vídeo foi realizada uma análise descritiva com valores de médias apresentadas nas tabelas a seguir para os exercícios de flexão e extensão de joelho direito (tabela 13) e flexão e extensão de cotovelo direito (tabela 14).

Tabela 13: Número médio de repetições no exercício de flexão e extensão de joelho direito, nas semanas 3, 6, 9, 13, 16 e 19; sendo S1 a primeira série, S2 a segunda série e S3 a terceira série; nos grupos SS (simples/simples), SM (simples/múltipla), MS (múltipla/simples) e MM (múltipla/múltipla).

GRUPO	SEMANA 3			SEMANA 6			SEMANA 9			SEMANA 13			SEMANA 16			SEMANA 19		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
SS	35,9	-----	-----	35,7	-----	-----	38,5	-----	-----	41,8	-----	-----	40,1	-----	-----	44,0	-----	-----
SM	35,9	-----	-----	35,7	-----	-----	38,5	-----	-----	35,7	35,2	36,5	40,5	37,8	38,1	41,5	42,5	42,3
MS	34,3	34,4	34,5	35,1	34,9	35,3	37,1	36,5	36,3	41,1	-----	-----	41,7	-----	-----	40,1	-----	-----
MM	34,3	34,4	34,5	35,1	34,9	35,3	37,1	36,5	36,3	37,1	35,6	36,3	39,0	39,0	37,7	41,7	41,7	41,6

Tabela 14: Número médio de repetições no exercício de flexão e extensão de cotovelo direito, nas semanas 3, 6, 9, 13, 16 e 19; sendo S1 a primeira série, S2 a segunda série e S3 a terceira série; nos grupos SS (simples/simples), SM (simples/múltipla), MS (múltipla/simples) e MM (múltipla/múltipla).

GRUPO	SEMANA 3			SEMANA 6			SEMANA 9			SEMANA 13			SEMANA 16			SEMANA 19		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
SS	27,5	-----	-----	30,4	-----	-----	30,8	-----	-----	33,6	-----	-----	31,6	-----	-----	33,8	-----	-----
SM	27,5	-----	-----	30,4	-----	-----	30,8	-----	-----	29,5	29,5	28,5	31,7	31,2	31,6	32,4	32,5	32,2
MS	29,7	29,2	29,8	29,8	30,2	31,0	29,5	29,7	30,2	37,4	-----	-----	31,6	-----	-----	37,5	-----	-----
MM	29,7	29,2	29,8	29,8	30,2	31,0	29,5	29,7	30,2	29,6	29,5	28,7	34,0	33,8	34,1	36,1	36,2	37,1

Para a aquisição das filmagens foi realizado um sorteio, e 8 sujeitos de cada grupo foram analisados nas semanas iniciais (3 e 13), intermediárias (6 e 16) e finais (9 e 19) de cada etapa do treinamento. Os valores de média trazem alguns resultados interessantes. Os sujeitos que realizavam séries múltiplas mantiveram um número semelhante de repetições ao longo das três séries, o que indica que o tempo de intervalo entre as séries (2 minutos) foi o suficiente para recuperação. Entende-se que, se o número de repetições fosse menor a cada série, o intervalo não seria suficiente para a recuperação e um processo de fadiga poderia interferir negativamente no rendimento. Além disso, pode-se observar um incremento linear ao longo das 20 semanas no número de repetições realizadas nas séries de 30 segundos em todos os grupos de estudo. Isso indica que na medida em que os sujeitos foram incrementando a força muscular, foram capazes de realizar um número maior de repetições durante o tempo fixo de série (30 segundos). Além disso, esse incremento no número de repetições também demonstra que o estímulo verbal empregado durante o treinamento, de “velocidade máxima”, foi satisfatoriamente empregado pelos sujeitos, resultando num esforço máximo a cada série realizada.

Nenhum estudo na literatura foi encontrado que realizasse esse controle do número de repetições em cada série, portanto não é possível fazer comparações com outros autores. Entretanto, salienta-se a importância dessa avaliação no presente estudo, inclusive sugerindo que seja realizada em futuras pesquisas, com o controle da velocidade angular com filmagem subaquática. Em função da resistência do meio líquido oferecida aos movimentos, sabe-se que uma diminuição na amplitude desses, poderia resultar

numa maior velocidade angular e, conseqüentemente, em um número maior de repetições. Apesar de no presente estudo a instrução de controle de amplitude ser rigidamente observada a cada sessão por dois instrutores experientes na borda da piscina, a filmagem realizada do lado externo da piscina não possibilitou analisar a velocidade angular e observar a amplitude dos movimentos.

6 CONCLUSÕES E APLICAÇÕES PRÁTICAS

6.1 CONCLUSÕES

A partir dos resultados do presente estudo foi possível concluir que após curto período de tempo de treinamento de força no meio aquático, mulheres jovens e sedentárias apresentaram incrementos similares de força muscular dinâmica máxima, de força de resistência e de força de potência, independentemente do volume de treinamento, sejam séries únicas ou séries múltiplas.

Além disso, após um período longo de treinamento de força no meio aquático, o fato de aumentar, diminuir ou manter altos ou baixos volumes de treinamento não interferiu significativamente nos ganhos de força muscular dinâmica máxima, de força de resistência e de força de potência. Ou seja, treinamentos com volumes diferenciados geraram as mesmas adaptações musculares em mulheres jovens e sedentárias.

Em suma, o treinamento de força no meio aquático foi eficiente para incrementar a força muscular máxima, a força de resistência e a força de potência em mulheres jovens e sedentárias e esses benefícios ocorreram tanto com treinamentos com apenas uma série de cada exercício, quanto com treinamentos com múltiplas séries de cada exercício.

6.2 APLICAÇÕES PRÁTICAS

A grande maioria das aulas de hidroginástica tem duração de 45 a 50 minutos e tem caráter unicamente aeróbico. A partir dos resultados da presente pesquisa, percebe-se a possibilidade de utilizar um curto espaço da aula para o desenvolvimento de força muscular, por meio da utilização de séries simples para cada grupo muscular. Desta forma, torna-se possível enfatizar mais grupos musculares e ainda utilizar o tempo restante da aula para o desenvolvimento de outras valências físicas, como a aptidão cardiorrespiratória, a flexibilidade, o equilíbrio, entre outras.

REFERÊNCIAS

- ACSM A quantidade e o tipo recomendados de exercícios para o desenvolvimento e a manutenção da aptidão cardiorrespiratória e muscular em adultos saudáveis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 4(3): 96-106,1998
- ACSM Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* Special Communications: 1334 - 1359,2011
- ALBERTON, C.L., Respostas cardiorrespiratórias, neuromusculares e cinéticas de exercícios de hidroginástica. Tese de Doutorado. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2011
- ALBERTON, C. L., ANTUNES, A. H., PINTO, S. S., TARTARUGA, M. P., SILVA, E. M., CADORE, E. L., KRUEL, L. F. M., Correlation between rating of perceived exertion and physiological variables during the execution of stationary running in water at different cadences. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(1): 155-162,2011a
- ALBERTON, C. L., CADORE, E. L., PINTO, S. S., TARTARUGA, M. P., DA SILVA, E. M., KRUEL, L. F. M., Cardiorespiratory, neuromuscular and kinematic responses to stationary running performed in water and on dry land. *European Journal of Applied Physiology* 111(6): 1157-1166,2011b
- ALBERTON, C. L., COERTJENS, M., FIGUEIREDO, P. A. P., KRUEL, L. F. M., Behavior of oxygen uptake in water exercises performed at different cadence in ad out water. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 37(5),2005
- ALBERTON, C. L. e KRUEL, L. F. M. Influência da imersão nas respostas cardiorrespiratórias em repouso. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 15(3): 228-232,2009
- ALBERTON, C. L., OLKOSKI, M. M., PINTO, S. S., BECKER, M. E., KRUEL, L. F. M., Cardiorespiratory responses of Postmenopausal women to different water exercise. *International Journal of Aquatic Research and Education* 1(1): 363-372,2007
- ALBERTON, C. L., TARTARUGA, M. P., PINTO, S. S., CADORE, E. L., SILVA, E. M. D., KRUEL, L. F. M., Cardiorespiratory responses to stationary running at different cadences in water and on land. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 49(2): 142-151,2009

- ALEXANDER R. **Mechanics and energetics of animal locomotion**. In Alexander R, Goldspink G (eds.). 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. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 10(1): 38-43,2004
- 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: 154-162,2010
- BÅGENHAMMAR, S. e HANSSON, E. E. Repeated sets or single set of resistance training - A systematic review. *Advances in Physiotherapy* 9(4): 154-160,2007
- BAKER, D., Improving Vertical Jump Performance Through General, Special, and Specific Strength Training: A Brief Review. *Journal of Strength and Conditioning Research* 10(2): 131-136,1996
- BENELLI, P., DITROILO, M., DE VITO, G., Physiological responses to fitness activities: A comparison between land-based and water aerobics exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18(4): 719-722,2004
- BICKEL, C. S., CROSS, J. M., BAMMAN, M. M., Exercise dosing to retain resistance training adaptations in young and older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 43(7): 1177-1187,2011
- BLACK, G. L., Estudo comparativo entre as respostas eletromiográficas realizado com exercícios de velocidade e resistência variável no meio líquido. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano. Porto Alegre, *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*: 103,2005
- BORG, G., *Escalas de Borg para a Dor e Esforço Percebido*. São Paulo, Manole,2000
- BOSCO, C., KOMI, P. V., TIHANYI, J., Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 51(1): 129-135,1983
- BOTTARO, M., VELOSO, J., DE SALLES, B. F., SIMO, R., CELES, R., BROWN, L. E., Early phase adaptations of single vs. multiple sets of strength training on upper and lower body strength gains. *Isokinetics and Exercise Science* 17(4): 207-212,2009

- BROWN, S. P., CHITWOOD, L. F., BEASON, K. R., MCLEMORE, D. R., Deep water running physiologic responses: Gender differences at treadmill-matched walking/running cadences. *Journal of Strength and Conditioning Research* 11(2): 107-114,1997
- BUTTELLI, A. C. K., SCHOENELL, M. C. W., ALMADA, B. P., CAMARGO, L., CONCEIÇÃO, M. O., BARSKI, T. F., PINTO, S. S., KRUEL, L. F. M., Efeitos de um treinamento de força no meio aquático com diferentes volumes em homens jovens. IV Congresso Brasileiro de Metabolismo, Nutrição e Exercício. LONDRINA, U. E. D. Londrina - Paraná, 2012
- CADORE, E. L., BRENTANO, M. A., KRUEL, L. F. M., Effects of the physical activity on the bone mineral density and bone remodeling. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 11(6): 373-379, 2005
- CADORE, E. L., PINTO, R. S., ALBERTON, C. L., PINTO, S. S., LHULLIER, F. L. R., TARTARUGA, M. P., CORREA, C. S., ALMEIDA, A. P. V., SILVA, E. M., LAITANO, O., KRUEL, L. F. M., Neuromuscular economy, strength, and endurance in healthy elderly men. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(4): 997-1003, 2011
- CANNON, J. e MARINO, F. E. Early-phase neuromuscular adaptations to high- and low-volume resistance training in untrained young and older women. *Journal of Sports Sciences* 28(14): 1505-1514, 2010
- CARDOSO, A. S., TARTARUGA, L. P., BARELA, R. E., BRENTANO, M. A., KRUEL, L. F. M., Effects of a deep water training program on women's muscle strength. *FIEP Bulletin, Foz do Iguaçu* 74: 590-593, 2004
- CARPINELLI, R. N. e OTTO, R. M. Strength training: Single versus multiple sets [1]. *Sports Medicine* 27(6): 409-416, 1999
- COLADO, J. C., GARCIA-MASSO, X., GONZÁLEZ, L. M., TRIPLETT, N. T., MAYO, C., MERCE, J., Two-leg squat jumps in water: An effective alternative to dry land jumps. *International Journal of Sports Medicine* 31(2): 118-122, 2010
- COLADO, J. C., TELLA, V., TRIPLETT, N. T., GONZÁLEZ, L. M., Effects of a short-term aquatic resistance program on strength and body composition in fit young men. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23(2): 549-559, 2009a

- COLADO, J. C., TRIPLETT, N. T., TELLA, V., SAUCEDO, P., ABELLÁN, J., Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. *European Journal of Applied Physiology* 106(1): 113-122,2009b
- CORDER, K. P., POTTEIGER, J. A., NAU, K. L., FIGONI, S. E., HERSHBERGER, S. L., Effects of Active and Passive Recovery Conditions on Blood Lactate, Rating of Perceived Exertion, and Performance during Resistance Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research* 14(2): 151-156,2000
- FARINATTI, P. D. T. V. *Fisiologia e Avaliação Funcional*. Rio de Janeiro,2000
- FLECK, S. e FIGUEIRA JR, A. *Treinamento de Força para fitness e saúde*. São Paulo, Phorte,2003
- FLECK, S. J. e KRAEMER, W. J. *Fundamentos do Treinamento de Força Muscular*. Porto Alegre, Artmed,2006
- FRANGOLIAS, D. D. e RHODES, E. C. Maximal and ventilatory threshold responses to treadmill and water immersion running. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27(7): 1007-1013,1995
- FRÖHLICH, M., EMRICH, E., SCHMIDTBLEICHER, D., Outcome effects of single-set versus multiple-set training-An advanced replication study. *Research in Sports Medicine* 18(3): 157-175,2010
- FUJISHIMA, K. e SHIMIZU, T. Body temperature, oxygen uptake and heart rate during walking in water and on land at an exercise intensity based on RPE in elderly men. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science* 22(2): 83-88,2003
- GALVÃO, D. A. e TAAFFE, D. R. Single- vs. multiple-set resistance training: Recent developments in the controversy. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18(3): 660-667,2004
- GAPPMAIER, E., LAKE, W., NELSON, A. G., FISHER, A. G., Aerobic exercise in water versus walking on land: Effects on indices of fat reduction and weight loss of obese women. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 46(4): 564-569,2006
- 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. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(11): 3150-3156,2010

- HALL, S. *Biomecânica Básica*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan,1993
- HASS, C. J., GARZARELLA, L., DE HOYOS, D., POLLOCK, M. L., Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32(1): 235-242,2000
- HEITHOLD, K. e GLASS, S. C. Variations in heart rate and perception of effort during land and wateraerobics in older women. *Journal of Exercise Physiology Online* 5(4): 22-28,2002
- HOEGER, W. W. K., HOPKINS, D. R., BARETTE, S. L., HILAE, D. F., Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparitison between untrained and trained males and females. *Journal of Applied Sport Science Research* 4(2): 47-54,1990
- HUMBURG, H., BAARS, H., SCHRÖDER, J., REER, R., BRAUMANN, K. M., 1-Set vs. 3-set resistance training: A crossover study. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21(2): 578-582,2007
- KANITZ, A. C., SILVA, E. M. D., ALBERTON, C. L., KRUEL, L. F. M., Comparação das respostas cardiorrespiratórias de um exercício de hidroginástica com e sem deslocamento horizontal nos meios terrestre e aquático. *Revista Brasileira de Educação Física e Esportes* 24(3): 353-362,2010
- KATSURA, Y., YOSHIKAWA, T., UEDA, S.-Y., USUI, T., SOTOBAYASHI, D., NAKAO, H., SAKAMOTO, H., OKUMOTO, T., FUJIMOTO, S., Efects of aquatic exercise training using water-resistance equipment in elderly. *European Journal of Applied Physiology*(108): 957-964,2010
- KELLY, S. B., BROWN, L. E., COBURN, J. W., ZINDER, S. M., GARDNER, L. M., NGUYEN, D., The effect of single versus multiple sets on strength. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21(4): 1003-1006,2007
- KEMMLER, W. K., LAUBER, D., ENGELKE, K., WEINECK, J., Effects of single- vs. multiple-set resistance training on maximum strength and body composition in trained postmenopausal women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18(4): 689-694,2004
- KNUTTGEN, N. H. e KRAEMER, W. J. Terminology e measurement in exercise performance. *Journal of Applied Sport Science Research* 1: 1-10,1987

- KRAEMER, W. J., ADAMS, K., CAFARELLI, E., DUDLEY, G. A., DOOLY, C., FEIGENBAUM, M. S., FLECK, S. J., FRANKLIN, B., FRY, A. C., HOFFMAN, J. R., NEWTON, R. U., POTTEIGER, J., STONE, M. H., RATAMESS, N. A., TRIPLETT-MCBRIDE, T., Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34(2): 364-380,2002
- KRAEMER, W. J., RATAMESS, N., FRY, A. C., TRIPLETT-MCBRIDE, T., KOZIRIS, L. P., BAUER, J. A., LYNCH, J. M., FLECK, S. J., Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. *American Journal of Sports Medicine* 28(5): 626-633,2000
- KRAMER, J. B., STONE, M. H., O'BRYANT, H. S., CONLEY, M. S., JOHNSON, R. L., NIEMAN, D. C., HONEYCUTT, D. R., HOKE, T. P., Effects of single vs. multiple sets of weight training: Impact of volume, intensity, and variation. *Journal of Strength and Conditioning Research* 11(3): 143-147,1997
- KRIEGER, J. W. Single versus multiple sets of resistance exercise: A Meta-regression. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23(6): 1890-1901,2009
- KRIEGER, J. W. Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: A meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(4): 1150-1159,2010
- KRUEL, L. F. M. Peso hidrostático e frequência cardíaca em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água. . Centro de Educação Física e Desportes. Santa Maria, *Universidade Federal de Santa Maria*. Mestrado em Ciências do Movimento Humano,1994
- KRUEL, L. F. M. Alterações Fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora da água. Educação Física. Santa Maria, *Universidade de Santa Maria*. Doutorado em Ciências do Movimento: 111f,2000
- KRUEL, L. F. M., BARELLA, R. E., GRAEF, F., BRENTANO, M. A., FOGUEIREDO, P. A. P., CARDOSO, A., SEVERO, C. R., Efeitos de um treinamento de força aplicado em mulheres praticantes de hidroginástica. Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício* 4(1): 32-38,2005
- LANDIN, D. e NELSON, A. G. Early phase strength development: A four-week training comparison of different programs. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21(4): 1113-1116,2007

- LOMBARDI, V. P. *Beginning weight training: the safe and effective way*, Dubuque, 1989
- MARSHALL, P. W. M., MCEWEN, M., ROBBINS, D. W., Strength and neuromuscular adaptation following one, four, and eight sets of high intensity resistance exercise in trained males. *European Journal of Applied Physiology* 111(12): 3007-3016, 2011
- MARX, J. O., RATAMESS, N. A., NINDL, B. C., GOTSHALK, L. A., VOLEK, J. S., DOHI, K., BUSH, J. A., GÓMEZ, A. L., MAZZETTI, S. A., FLECK, S. J., HÄKKINEN, K., NEWTON, R. U., KRAEMER, W. J., Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 33(4): 635-643, 2001
- MATSUDO, S. M., MATSUDO, V. K. R., BARROS NETO, T. L., Atividade Física e Envelhecimento: aspectos epidemiológicos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 7(1): 2-13, 2001
- MCBRIDE, J. M., BLAAK, J. B., TRIPLETT-MCBRIDE, T., Effect of resistance exercise volume and complexity on EMG, strength, and regional body composition. *European Journal of Applied Physiology* 90(5-6): 626-632, 2003
- MULLER, F. G., ALBERTON, C. L., TARTARUGA, L. P., KRUEL, L. F. M., Frequência Cardíaca em homens imersos em diferentes temperaturas de água. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* 5(3): 266-273, 2005
- PANTOJA, P. D., ALBERTON, C.L., PILLA, C., VENDRUSCULO, A.P., KRUEL, L.F.M., Effect of resistive exercise on muscle damage in water and on land. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23(3): 1051-1054, 2009
- PAULSEN, G., MYKLESTAD, D., RAASTAD, T., The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 17(1): 115-120, 2003
- PETRICK, M., PAULSEN, T., GEORGE, J., Comparison between quadriceps muscle strengthening on land and in water. *Physiotherapy* 87(6): 310-317, 2001
- PINTO, S. S., Comparação das respostas cardiorrespiratórias, neuromusculares e cinemáticas de um exercício de hidroginástica executado em diferentes cadências com e sem equipamento. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano. Porto Alegre, *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. Mestrado: 163, 2009

- PINTO, S. S., ALBERTON, C. L., BECKER, M. E., OLKOSKI, M. M., KRUEL, L. F. M., Respostas cardiorrespiratórias em exercícios de hidroginástica executados com e sem o uso de equipamentos resistivos. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* 6(3): 336-341,2006
- PINTO, S. S., ALBERTON, C. L., FIGUEIREDO, P. A. P., TIGGEMANN, C. L., KRUEL, L. F. M., Respostas de Frequência Cardíaca, Consumo de Oxigênio e Sensação Subjetiva ao Esforço em um Exercício de Hidroginástica Executado por Mulheres em Diferentes Situações Com e Sem o Equipamento Aquafins. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 14(4): 357-361,2008
- PINTO, S. S., CADORE, E. L., ALBERTON, C. L., SILVA, E. M., KANITZ, A. C., TARTARUGA, M. P., KRUEL, L. F. M., Cardiorespiratory and neuromuscular responses during water aerobics exercise performed with and without equipment. *International Journal of Sports Medicine* 32(12): 916-923,2011
- PÖYHÖNEN, T., KYROLAINEN, H., KESKINEM, K. L., HAUTALA, A., SAVOLAINEN, J., MÄLKIÄ, E., Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34(12): 2103-2109,2002
- PÖYHÖNEN, T., KYROLAINEN, H., KESKINEM, K. L., HAUTALA, A., SAVOLAINEN, J., MÄLKIÄ, E., Neuromuscular function during therapeutic knee exercise under water and on dry land. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 82: 1446-1452,2001
- RHEA, M. R., ALVAR, B. A., BURKETT, L. N., Single versus multiple sets for strength: A meta-analysis to address the controversy. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 73(4): 485-488,2002
- RONNESTAD, B. R., EGELAND, W., KVAMME, N. H., REFSNES, P. E., KADI, F., RAASTAD, T., Dissimilar effects of one- and three-set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21(1): 157-163,2007
- SAKAMOTO, A. e SINCLAIR, P. J. Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research* 20(3): 523-527,2006
- SATO, D., KANEDA, K., WAKABAYASHI, H., NOMURA, T., Comparison of 2-year effects of once and twice weekly water exercise on activities of daily living ability of community dwelling frail elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 49(1): 123-128,2009

- SCHLUMBERGER, A., STEC, J., SCHMIDTBLEICHER, D., Single- vs. Multiple-Set Strength Training in Women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 15(3): 284-289,2001
- SHONO, T., FUJISHIMA, K., HOTTA, N., OGAKI, T., UEDA, T., OTOKI, K., TERAMOTO, K., SHIMIZU, T., Physiological responses and RPE during underwater treadmill walking in women of middle and advanced age. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science* 19(4): 195-200,2000
- 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. *Revista Motriz* 16(3): 649-657,2010
- STARKEY, D. B., POLLOCK, M. L., ISHIDA, Y., WELSCH, M. A., BRECHUE, W. F., GRAVES, J. E., FEIGENBAUM, M. S., Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 28(10): 1311-1320,1996
- TAKESHIMA, N., ROGERS, M. E., WATANABE, E., BRECHUE, W. F., OKADA, A., YAMADA, T., ISLAM, M. M., HAYANO, J., Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34(3): 544-551,2002
- TIGGEMANN, C. L., KORZENOWSKI, A. L., BRENTANO, M. A., TARTARUGA, M. P., ALBERTON, C. L., KRUEL, L. F. M., Perceived exertion in different strength exercise loads in sedentary, active, and trained adults. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(8): 2032-2041,2010
- TORMEN, M. L. S., Efeitos do treinamento e destreinamento em hidroginástica na redução de riscos cardiovasculares e ósteo-musculares. . Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano. Porto Alegre, *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. Dissertação de Mestrado: 161,2007
- 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. *Journal of Strength and Conditioning Research* 20(4): 811-818,2006

- UGRINOWITSCH, C., TRICOLI, V., RODACKI, A. L. F., BATISTA, M., RICARD, M. D., Influence of training background on jumping height. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21(3): 848-852,2007
- VISSING, K., BRINK, M., LØNBRO, S., SØRENSEN, H., OVERGAARD, K., DANBORG, K., MORTENSEN, J., ELSTRØM, O., ROSENHØJ, N., RINGGAARD, S., ANDERSEN, J. L., AAGAARD, P., Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22(6): 1799-1810,2008
- WILMORE, J. H. e COSTILL, D. L. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. São Paulo, Manole,2001
- WINETT, R. A., Meta-analyses do not support performance of multiple sets or high volume resistance training. *Journal of Exercise Physiology Online* 7(5): 10-20,2004
- WOLFE, B. L., LEMURA, L. M., COLE, P. J., Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18(1): 35-47,2004

Anexo 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu entendo que participarei como sujeito do estudo intitulado **“EFEITOS DE DOIS PROGRAMAS DE TREINAMENTO DE FORÇA NO MEIO AQUÁTICO COM DIFERENTES VOLUMES NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES DE MULHERES JOVENS”**, que envolverá a avaliação da composição corporal, da força muscular e de saltos. Estou ciente que todos esses testes serão realizados antes e após um treinamento físico de 20 semanas, envolvendo exercícios de força na hidroginástica, os quais serão realizados duas vezes por semana durante esse período. Esses testes que realizarei são parte desse estudo e terão a finalidade de verificar os ganhos de força muscular por meio de duas metodologias de aula de hidroginástica.

Eu, por meio desta, autorizo Luiz Fernando Martins Krueel, Maira Cristina Wolf Schoenell, bolsistas ou profissionais selecionados para realizar os seguintes procedimentos:

- a.** Aplicar um treinamento de força na hidroginástica durante 20 semanas, 2 vezes por semana, na presença de profissionais de Educação Física habilitados para a orientação do treinamento. Neste treinamento, irei realizar exercícios localizados para oito grupos musculares, em uma piscina com dimensões de 5mx10m e profundidade de 1,30m sendo a água aquecida em torno de 30 a 31R”.
- b.** Aplicar testes de força muscular dinâmica máxima em quatro exercícios de musculação antes e após 20 semanas de treinamento. Nestes testes, serei submetido a cargas máximas, até que consiga realizar apenas uma repetição de cada exercício.
- c.** Aplicar-me testes de força de resistência em quatro exercícios de musculação antes e após 20 semanas de treinamento. Nestes testes irei realizar o máximo possível de repetições em cada um dos exercícios, com uma carga submáxima.
- d.** Medir a altura dos meus saltos antes e após 20 semanas de treinamento.
- e.** Filmar a execução dos exercícios de hidroginástica, com uma filmadora. Sendo que essas imagens serão utilizadas apenas para a determinação da velocidade do movimento dos exercícios e será preservada minha identidade.

Nos testes de força dinâmica máxima, força de resistência

Estão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário.

Durante o treinamento de hidroginástica

Estão envolvidos riscos e desconfortos, tais como dor e cansaço muscular temporário.

Dos procedimentos de testes:

- a. Os procedimentos expostos acima têm sido explicados para mim por Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos, Maira Cristina Wolf Schoenell e bolsistas selecionados;
- b. Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos, Maira Cristina Wolf Schoenell e bolsistas e professores, irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo a esses procedimentos;
- c. Todos os dados relativos a 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;
- d. Não haverá compensação financeira pela minha participação neste estudo;
- e. Poderei fazer contato com o orientador do estudo Professor Doutor Luiz Fernando Martins Krueel, e sua orientanda Maira Cristina Wolf Schoenell, para quaisquer problemas referentes a minha participação no estudo ou se eu sentir que há uma violação dos meus direitos, pelos telefones: (51)308-5820 (Laboratório de Pesquisa do Exercício) (51) 3308-6000 (Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS)
- f. Durante a investigação, há qualquer instante durante o testes, eu tenho o direito de me recusar a prosseguir com os mesmos.
- g. Todos os procedimentos a que serei submetido serão conduzidos por profissionais, professores ou bolsistas com experiência prévia em todos os procedimentos.

Porto Alegre _____ de _____ de 2011.

Nome em letra de forma participante: _____

Assinatura do participante: _____



Prêmio CBCE de Literatura Científica

EFEITOS DE DIFERENTES PROGRAMAS DE
TREINAMENTO DE FORÇA NO MEIO AQUÁTICO COM
DIFERENTES VOLUMES NAS ADAPTAÇÕES
NEUROMUSCULARES DE MULHERES JOVENS

Maira Cristina Wolf Schoenell

DEMAIS OBRAS DA COLEÇÃO:

- ❖ Educação Física: Atuação Profissional e Condições de Trabalho em Academias / *Adriana Cristine Koch Buttelli*
- ❖ Educação Física: Atuação Profissional e Condições de Trabalho em Academias / *Alessandra Dias Mendes*
- ❖ Nos domínios do corpo e da espécie: Eugenia e Biotipia na constituição disciplinar da Educação Física / *Anbdré Luiz dos Santos Silva*
- ❖ Quando o silêncio é rompido: Homossexualidades e Esportes na Internet / *Luíza Aguiar dos Anjos*
- ❖ Efeitos Agudos e Crônicos do Treinamento em Hidroginástica no Perfil Lipídico e na Enzima Lipase Lipoprotéica de Mulheres Pré-Menopáusicas Dislipidêmicas / *Rochelle Rocha Costa*