

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

Thaís Reichert

EFEITOS DE DIFERENTES PROGRAMAS DE TREINAMENTO DE FORÇA NO MEIO
AQUÁTICO NAS RESPOSTAS NEUROMUSCULARES DE MULHERES IDOSAS

Porto Alegre

2016

Thaís Reichert

Efeitos de diferentes programas de treinamento de força no meio aquático nas respostas neuromusculares de mulheres idosas

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando M. Kruel

Porto Alegre

2016

Nome: REICHERT, Thaís

Título: Efeitos de diferentes programas de treinamento de força no meio aquático nas respostas neuromusculares de mulheres idosas

Dissertação apresentada ao programa de Pós-
Graduação em Ciência do Movimento Humano
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
para obtenção do título de Mestre

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Paulo Cesar Barauce Bento

Instituição: Universidade Federal do Paraná

Prof. Dra. Stephanie Santana Pinto

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer enormemente ao Prof. Krueel por todo o investimento feito em mim, pelas oportunidades oferecidas, pelos ensinamentos e pela confiança em meu trabalho.

Agradeço aos professores da banca examinadora, Prof^ª. Stephanie, Prof. Cadore e Prof. Paulo Bento por terem aceitado participar desse momento especial e pelas contribuições realizadas para o enriquecimento deste trabalho desde a qualificação.

Aos funcionários do LAPEX e do Centro Natatório por todo o auxílio prestado, principalmente durante o período de treinamento e de coletas de dados.

Agradeço com muito carinho às mulheres componentes da amostra por toda a dedicação e empenho, tornando este trabalho possível.

Um agradecimento muito especial a toda família GPAT. Sou muito grata por ter a oportunidade de conviver com pessoas tão competentes e iluminadas. Especialmente, agradeço a minha eterna co-orientadora Ana Kanitz por toda a paciência, por todos os ensinamentos, pelo auxílio sempre que precisei e por ser um exemplo para mim. Às colegas Maira e Rochelle pela amizade, pelas conversas e pela prontidão em ajudar quando precisei. À equipe de coleta de dados: Alexandre, Andressa, Bruna, Nicole e Rodrigo. Não tenho palavras suficientes para agradecer pela dedicação incansável de vocês! Sem vocês este trabalho não teria sido possível. Agradeço, ainda, a Nati Bagatini pela parceria ímpar durante esses dois anos de mestrado. Além disso, agradeço por ter ministrado os treinamentos deste estudo de maneira tão especial.

Agradeço pela oportunidade de poder contribuir na formação acadêmica das co-orientandas Andressa, Nicole, Bruna e Vitória. Obrigada por confiarem no meu trabalho, mas agradeço ainda mais por tudo o que aprendi com vocês.

Agradeço imensamente ao meu namorado, Rafael, pelo companheirismo nesses seis anos de graduação e mestrado. Obrigada por toda a compreensão, por me confortar nos momentos difíceis e por sempre me encorajar.

Agradeço de todo o meu coração a minha família por serem a minha base. Obrigada pelo amor incondicional, por serem meu porto-seguro e pelo constante apoio. Especialmente, obrigada mãe, por me mostrar a importância do estudo e por não medir esforços para que eu consiga realizar os meus sonhos. Tu és um exemplo de guerreira pra mim.

RESUMO

O treinamento de força no meio aquático tem sido indicado para promover ganhos de força na população idosa, no entanto, nenhum estudo comparou diferentes estratégias de treinamento para identificar qual a mais eficiente. Dessa forma, o objetivo da presente dissertação foi comparar os efeitos de três treinamentos de força no meio aquático nas respostas neuromusculares de mulheres idosas. Trinta e seis mulheres foram randomizadas entre os três grupos de treinamento: grupo treinamento série simples de 30 segundos (1x30s, 66,41±1,36 anos, n=12), grupo treinamento séries múltiplas de 10 segundos (3x10s, 66,50±1,43 anos, n=11) e grupo treinamento série simples de 10 segundos (1x10s, 65,23±1,09 anos, n=13). Os treinamentos tiveram a duração de 12 semanas e frequência semanal de duas sessões. A força muscular dinâmica máxima de membros inferiores (extensão e flexão de joelhos) e superiores (flexão de cotovelos e supino) foi avaliada no teste de uma repetição máxima (1RM). A força resistente desses quatro exercícios também foi avaliada. No teste de contração voluntária máxima (CVM), foi avaliada a força isométrica máxima de extensão e flexão de joelho juntamente com a atividade neuromuscular máxima de reto femoral, vasto lateral, bíceps femoral e semitendinoso. A partir da CVM, calculou-se a taxa de produção de força máxima e em 50, 100 e 250 ms. Por fim, o número de repetições realizadas dos exercícios de hidroginástica flexão/extensão de joelho e cotovelo e flexão/extensão horizontal de ombros foi analisado por meio de uma filmagem subaquática. O teste ANOVA *one-way* foi utilizado para comparação das variáveis de caracterização da amostra entre os três grupos. Para comparação pré e pós-treinamento e entre os três grupos foi utilizado o teste Equações de Estimativas Generalizadas com teste complementar de Bonferroni ($\alpha=0,05$). A força de 1RM de extensão de joelhos (1x30s: 37,99 ±9,62%; 3x10s: 14,72±4,93%; 1x10s: 27,23±4,63%), flexão de joelhos (1x30s: 20,79±3,86%; 3x10s: 21,00±7,11%; 1x10s: 18,12±4,73%) e flexão de cotovelos (1x30s: 19,86±5,11%; 3x10s: 15,85±4,48%; 1x10s: 17,04±5,69%) aumentou significativamente em todos os grupos, sem diferença entre eles. No entanto, somente os grupos 1x30s e 1x10s apresentaram um incremento no 1RM de supino (32,70±6,95 e 11,27±4,67%, respectivamente). Houve um aumento significativo em todos os grupos da força resistente de extensão (1x30s 42,31±20,78%; 3x10s: 27,69±26,78%; 1x10s: 57,29±13,59%), flexão de joelhos (1x30s 96,57±39,12%; 3x10s: 101,06±67,48%; 1x10s: 40,69±14,49%) e flexão de cotovelos (1x30s 64,90±22,98%; 3x10s: 93,18±49,78%; 1x10s: 53,95±16,95%). No entanto, somente os grupos 1x30s e 3x10s aumentaram a força resistente no supino (1x30s 87,55±41,34%; 3x10s: 46,23±27,07%). A força isométrica máxima de extensão de joelho apresentou um aumento significativo somente no grupo 1x10s (34,06±13,37%) e atividade neuromuscular máxima do reto femoral aumentou de forma semelhante em todos os grupos (1x30s: 8,25±8,76%; 3x10s: 17,41±17,21%; 1x10s: 29,26±13,53%). A força isométrica máxima de flexão de joelho não apresentou alteração significativa após o treinamento, assim como a atividade neuromuscular máxima do vasto lateral, bíceps femoral e semitendinoso. A taxa de produção de força de extensão de joelho apresentou uma melhora significativa após todos os treinamentos em 50 (1x30s: 1809,66±1664,15%; 3x10s: 946,41±662,25%; 1x10s: 228,35±120,41%), 100 (1x30s: 505,41±386,47%; 3x10s: 402,13±158,13%; 1x10s: 220,18±143,02%) e 250 ms (1x30s: 54,57±27,90%; 3x10s: 68,72±38,08%; 1x10s: 31,83±13,93%). Já a taxa de produção de força máxima de flexão de joelho (1x30s: 299,43±236,11%; 3x10s: 92,37±33,45%; 1x10s: 103,95±58,28%) aumentou significativamente, bem como nos janelamentos de 50 (1x30s: 406,91±303,23%; 3x10s: 113,55±78,43%; 1x10s: 980,11±833,62%), 100 (1x30s: 92,14±45,66%; 3x10s: 82,71±53,76%; 1x10s: 146,25±65,10) e 250 ms (1x30s: 162,01±105,90%; 3x10s: 65,20±18,87%; 1x10s: 83,76±47,92%). Por fim, o número de repetições realizadas nos exercícios flexão/extensão de cotovelo (1x30s: 8,24±8,07%; 3x10s:

17,29±9,36%; 1x10s: 20,17±4,87%) e de joelho (1x30s: 8,29±12,08%; 3x10s: 35,70±9,84%; 1x10s: 22,53±10,44%) apresentou um incremento significativo em todos os grupos. O número de repetições do exercício flexão/extensão horizontal de ombros apresentou um incremento significativo no grupo 1x10s e na primeira série realizada pelo grupo 3x10s. O número de repetições do exercício flexão/extensão de cotovelo foi superior no grupo 3x10s em relação aos demais grupos. Conclui-se que os três treinamentos de força no meio aquático promoveram ganhos na força máxima, força resistente e força rápida, o que representa uma melhor capacidade das mulheres idosas de realizar as suas atividades de vida diária.

Palavras-chave: exercícios aquáticos, treinamento de força, envelhecimento, força muscular.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

Autora: Thaís Reichert

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruehl.

Título da dissertação: Efeitos de diferentes programas de treinamento de força no meio aquático nas respostas neuromusculares de mulheres idosas

Porto Alegre, 2016.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the effects of three aquatic resistance trainings on neuromuscular responses in older women. Thirty-six women were randomly placed into three groups: 30 seconds single set training group (1x30s, 66,41±1,36 years, n=12), 10 seconds multiple set training group (3x10s, 66,50±1,43 years, n=11) and 10 seconds single set training group (1x10s, 65,23±1,09 years, n=13). Trainings lasted 12 weeks, with two sessions a week. Maximal dynamic muscle strength of upper (elbow flexion and chest press) and lower body (knee extension and flexion) was evaluated by one maximum repetition test (1RM). The muscular endurance was also evaluated in these four exercises. In maximal voluntary contraction test (MVC) was assessed the knee extension and flexion maximum isometric strength with the neuromuscular activity of the rectus femoris, vastus lateralis, biceps femoris and semitendinosus. From the MVC the maximal rate of force development (RFD) and at 50, 100 and 250 ms RFD was calculated. Finally, the number of repetitions of knee and elbow flexion/extension and shoulders flexion/extension horizontal water based exercises was analyzed by underwater shooting. One-way ANOVA was used to compare sample characterization variables among the three groups. For comparison before and after training and between the three groups was used Generalized Estimating Equations with post hoc of Bonferroni ($\alpha=0.05$). The strength of knees extension 1RM (1x30s: 37.99±9.62%; 3x10s: 14.72±4.93%; 1x10s: 27.23±4.63%), knees flexion (1x30s: 20.79±3.86%; 3x10s: 21.00±7.11%; 1x10s: 18.12±4.73 %) and elbows flexion (1x30s: 19.86±5.11%; 3x10s: 15.85±4.48%; 1x10s: 17.04±5.69%) increased significantly in all groups with no difference between them. However, only 3x10s and 1x10s groups showed an increase in 1RM chest press (32.0±6.95 and 11.27±4.67%, respectively). There was a significant increase in all groups of muscular endurance knees extension (1x30s 42.31±20.78%; 3x10s: 27.69±26.78%; 1x10s: 57.29±13.59%), knees flexion (1x30s 96.57±39.12%; 3x10s: 101.06±67.48%; 1x10s: 40.69±14.49%) and elbows flexion (1x30s 64.90±22.98%; 3x10s: 93.18±49.78%; 1x10s: 53,95±16.95%). However, only 1x30s and 3x10s groups increased muscular endurance on chest press (1x30s 87.55±41.34%; 3x10s: 46,23±27.07%). The maximum isometric strength of knee extension showed increase only in 1x10s group (34,06±13,37%) and the neuromuscular activity of the rectus femoris increased similarly in all groups (1x30s: 8.25±8.76%; 3x10s: 17.41±17.21%; 1x10s: 29.26±13.53%). The maximum isometric strength of knee flexion showed no significant change after training, as well as the neuromuscular activity of the vastus lateralis, biceps femoris and semitendinosus. Knee extension RFD showed a significant improvement after all trainings in 50 (1x30s: 1809.66±1664.15%; 3x10s: 946.41±662.25%; 1x10s: 228.35±120.41%), 100 (1x30s: 505.41±386.47%; 3x10s: 402.13±158.13%; 1x10s: 220.18±143.02%) and 250 ms (1x30s: 54.57±27.90%; 3x10s: 68.72±38.08%; 1x10s: 31.83±13.93%). Maximum knee flexion RFD (1x30s: 299.43±236.11%; 3x10s: 92,37±33,45%; 1x10s: 103.95±58.28%) significantly increased and in 50 (1x30s: 406.91±303.23%; 3x10s: 113.55±78.43%; 1x10s: 980.11±833.62%), 100 (1x30s: 92.14±45.66%; 3x10s: 82.71±53.76%; 1x10s: 146.25±65.10%) and 250 ms (1x30s: 162.01±105.90%; 3x10s: 65.20±18.87%; 1x10s: 83.76±47.92%). Finally, the number of repetitions of elbow flexion/extension (1x30s: 8.24±8.07%; 3x10s: 17.29±9.36%; 1x10s: 20.17±4.87%) and knee flexion/extension (1x30s: 8.29±12.08%; 3x10s: 35.70±9.84%; 1x10s:

22.53±10.44%) showed a significant increase in all groups. Number of repetitions of shoulder flexion/extension horizontal showed a increase in 1x10s group and in first set performed by 3x10s group. The number of repetitions of elbow flexion/extension was higher in the 3x10s group compared to the other groups. We conclude that the three resistance training in the aquatic environment promoted gains in maximum strength, endurance strength and fast strength, what represents an improved in ability of older women to perform their activities of daily living.

Keywords: aquatic exercise, resistance training, aging, muscular strength .

FEDERAL UNIVERSITY OF RIO GRANDE DO SUL

POST-GRADUATION PROGRAM ON HUMAN MOVEMENT SCIENCES

Author: Thaís Reichert

Advisor: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel.

Title: Effects of differents aquatic resistance training on neuromuscular response in older women

Porto Alegre, 2016.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Fluxograma representativo do delineamento experimental.....	Pág. 51
Figura 2.	Posicionamento da célula de carga para o exercício extensão e flexão de joelho.....	Pág. 56
Figura 3.	Tricotomia, abrasão e posicionamento dos eletrodos no local de interesse.....	Pág. 57
Figura 4.	Mapa para o reposicionamento dos eletrodos.....	Pág. 58
Figura 5.	Avaliação do número de repetições realizadas dos exercícios de hidroginástica.....	Pág. 59
Figura 6.	Fluxo de participantes ao longo do estudo.....	Pág. 63
Figura 7.	Força dinâmica máxima de extensão de joelho pré e pós-treinamento...	Pág. 70
Figura 8.	Força dinâmica máxima do exercício supino pré e pós-treinamento.	Pág. 70
Figura 9.	Força resistente do exercício supino pré e pós-treinamento.....	Pág. 71
Figura 10.	Taxa de produção de força de extensão de joelho em 250 ms.....	Pág. 73
Figura 11.	Taxa de produção de força de extensão de joelho em 250 ms.....	Pág. 73
Figura 12.	Taxa de produção de força de extensão de joelho em 250 ms.....	Pág. 74
Figura 13.	Número de repetições realizadas no exercício flexão e extensão de cotovelo.....	Pág. 76
Figura 14.	Número de repetições realizadas no exercício flexão e extensão de cotovelo.....	Pág. 77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Médias e erro padrão (EP) da caracterização da amostra.....	Pág. 63
Tabela 2.	Valores de média e erro padrão (EP) de força dinâmica máxima (1RM) e força resistente (RML) durante o período controle (semanas - 4 a 0).....	Pág. 64
Tabela 3.	Coeficiente de correlação intraclasse (ICC) da força dinâmica máxima e da força resistente.....	Pág. 65
Tabela 4.	Valores de média e erro padrão (EP) da força máxima isométrica (CVM), taxa de produção de força (TPF) e atividade neuromuscular máxima (EMG) durante o período controle (semanas -4 a 0).....	Pág. 65
Tabela 5.	Coeficiente de correlação intraclasse (ICC) da força isométrica máxima, taxa de produção de força e atividade neuromuscular máxima.....	Pág. 66
Tabela 6.	Valores de média e erro padrão (EP) do número de repetições realizadas dos exercícios durante 30 segundos (30s), 10 segundos (10s) e na soma das repetições realizadas nas três séries de 10 segundos (3x10s) durante o período controle (semana -4 a 0).....	Pág. 67
Tabela 7.	Coeficiente de correlação intraclasse (ICC) da força isométrica máxima, taxa de produção de força e atividade neuromuscular máxima.	Pág. 67
Tabela 8.	Valores de média e erro padrão (EP) de força dinâmica máxima e força resistente antes e após o período de treinamento.....	Pág. 69
Tabela 9.	Valores de média e erro padrão (EP) de força isométrica máxima, atividade neuromuscular máxima e taxa de produção de força referentes ao exercício de extensão de joelho antes e após o período de treinamento.....	Pág. 72
Tabela 10.	Valores de taxa de produção de força de extensão de joelho em 250 ms nos momentos pré- e pós-intervenção, com média pós-intervenção ajustada pelo valor pré-intervenção.....	Pág. 74
Tabela 11.	Valores de média e erro padrão (EP) de força isométrica máxima, atividade neuromuscular máxima e taxa de produção de força referentes ao exercício de flexão de joelho antes e após o período de treinamento.....	Pág. 75
Tabela 12.	Valores de média e erro padrão (EP) do número de repetições dos exercícios de hidroginástica realizados pelos grupos 1x30s e 3x10s (somatório das três séries).	Pág. 76
Tabela 13.	Valores de média e erro padrão (EP) do número de repetições dos exercícios de hidroginástica realizados pelos grupos 3x10s (valor da primeira série) e 1x10s.....	Pág. 77
Tabela 14.	Valores de média e erro padrão (EP) do número de repetições realizadas nos exercícios de hidroginástica em cada série do grupo 3x10s.	Pág. 78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Descrição dos estudos longitudinais que avaliam a força muscular...	Pág. 22
Quadro 2.	Características e resultados dos estudos com treinamento de força no meio aquático.....	Pág. 35
Quadro 3.	Cronograma das avaliações, período controle e treinamento.....	Pág. 52
Quadro 4.	Descrição dos exercícios de força.....	Pág. 53
Quadro 5.	Divisão da piscina em quatro estações de exercícios.....	Pág. 53

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

°: Graus

%: Percentual

α : Alfa

Δ : Delta

p: Densidade

μ V: Microvolt

↑: Aumento

↓: Diminuição

1x30s: Série simples de 30 segundos

1x10s: Série simples de 10 segundos

1RM: Uma repetição máxima

3x10s: Séries múltiplas de 10 segundos

A: Área

BF: Bíceps femoral

Bpm: Batidas por minuto

Cd: Coeficiente de arrasto

CVM: Contração voluntária máxima

EJ: Extensão de joelho

EMG: Eletromiografia

FJ: Flexão de joelho

FC: Flexão de cotovelo

g: Grama

Hz: Hertz

ICC: Índice de correlação intraclasse

IEP: Índice de esforço percebido

IMC: Índice de massa corporal

kg: Quilograma

mm: Milímetro

ms: Milissegundo

N: Newton

PT: Pico de torque

R: Resistência ao avanço

Rep: Repetição

RM: Repetição máxima

RML: resistência muscular localizada

RMS: Root Mean Square

s: Segundo

ST: Semitendinoso

SUP: Supino

TFA: Treinamento de força no meio aquático

TPF: Taxa de produção de força

v: Velocidade

VL: Vasto lateral

VM: Vasto medial

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA.....	16
1.2. OBJETIVOS	18
1.2.1. Objetivo geral	18
1.2.2. Objetivos específicos	18
2. REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1. ENVELHECIMENTO E DINAPENIA.....	21
2.2. TREINAMENTO DE FORÇA NO MEIO AQUÁTICO	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	46
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	46
3.2. POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	46
3.2.1. População	46
3.2.2. Amostra	46
3.3. VARIÁVEIS	47
3.3.1. Variáveis dependentes.....	47
3.3.1.1. Variáveis dependentes principais	47
3.3.1.2. Variáveis dependentes secundárias	48
3.3.2. Variáveis independentes	49
3.3.3. Variáveis de controle.....	49
3.3.4. Variáveis de caracterização da amostra.....	49
3.4. PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS	50
3.5. TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES	51
3.6. PROTOCOLO DE TREINAMENTO	52
3.6.1. Treinamento série simples de 30 segundos (1x30s)	54
3.6.2. Treinamento séries múltiplas de 10 segundos (3x10s)	54
3.6.3. Treinamento séries simples de 10 segundos (1x10s).....	54
3.7. INSTRUMENTOS DE MEDIDA E PROTOCOLO DE TESTES	55
3.7.1. Composição corporal	55
3.7.2. Força muscular dinâmica máxima (1RM)	55
3.7.3. Força resistente.....	56
3.7.4. Força isométrica máxima e taxa de produção de força de flexores e extensores de joelho	56
3.7.5. Amplitude máxima do sinal eletromiográfico nas contrações isométricas máximas.....	57

3.7.6. Número de repetições realizadas dos exercícios de hidroginástica no meio aquático	58
3.8. TRATAMENTO DOS DADOS	59
3.8.1. Força muscular dinâmica máxima	59
3.8.2. Força resistente	59
3.8.3. Força muscular isométrica máxima de extensores e flexores de joelho	59
3.8.4. Taxa de produção de força de extensores e flexores de joelho	59
3.8.5. Atividade neuromuscular máxima de extensores e flexores de joelho	60
3.8.6. Número de repetições realizadas dos exercícios de hidroginástica no meio aquático	60
3.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA	60
4. RESULTADOS	62
4.1. FLUXOGRAMA DOS PARTICIPANTES.....	62
4.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	63
4.3. FREQUÊNCIA DE TREINAMENTO	64
4.4. PERÍODO CONTROLE (SEMANA -4 A 0)	64
4.4.1. Força dinâmica máxima e força resistente	64
4.4.2. Força isométrica máxima, taxa de produção de força e atividade neuromuscular máxima	65
4.4.3. Número de repetições realizadas no meio aquático	66
4.5. PERÍODO DE TREINAMENTO (SEMANA 1 A 12)	68
4.5.1. RESULTADOS PRINCIPAIS	68
4.5.1.1. Força dinâmica máxima e força resistente	68
4.5.1.2. Força isométrica máxima, atividade neuromuscular máxima e taxa de produção de força de extensão de joelho	71
4.5.1.3. Força isométrica máxima, atividade neuromuscular máxima e taxa de produção de força de flexão de joelho	74
4.5.2. RESULTADOS SECUNDÁRIOS	75
4.5.2.1. Número de repetições realizadas no meio aquático	75
5. DISCUSSÃO	79
6. CONCLUSÃO	92
REFERÊNCIAS	93
APÊNDICES	100
APÊNDICE 1	100

1. INTRODUÇÃO

1.1. O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA

A população idosa, no mundo todo, tem apresentado um crescimento nas últimas décadas, representando atualmente cerca de 12,3% da população total (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 2009). Projeções indicam que ela continuará em um ritmo acelerado de crescimento, de maneira que, no ano de 2050, representará 21% da população. Isso significa que, de cada cinco pessoas no mundo, uma será idosa. Esses dados fazem crescer o interesse pelo estudo da área do envelhecimento.

O processo de envelhecimento está associado a diversas alterações no organismo, dentre as quais recebe destaque o declínio de uma de suas principais funcionalidades: a capacidade de produção de força (FRONTERA et al., 2000; GOODPASTER et al., 2006; CHARLIER et al., 2016). Com o avanço da idade, há prejuízos na força máxima, na capacidade de produzir força rapidamente e na força resistente. O processo de perda de força muscular recebe o nome de *disapenia* (CLARK & MANINI, 2008) e é de extrema preocupação na população idosa visto que ele é um dos principais fatores que contribui para a perda da mobilidade funcional e independência dos idosos, elevando o seu quadro de fragilidade e tornando-os mais suscetíveis a cuidados de terceiros (DOHERTY, 2003; VISSER et al., 2005; MANINI & CLARK, 2012). Além disso, baixos níveis de força muscular estão associados a um maior risco de mortalidade por qualquer causa (RUIZ et al., 2008). Tendo em vista o aumento exponencial da população idosa e a fundamental importância da força muscular no dia a dia do idoso, torna-se importante a pesquisa por medidas que amenizem os efeitos do avanço da idade sobre o sistema neuromuscular.

É bem estabelecido na literatura que o treinamento de força em meio terrestre promove ganhos na força muscular (KRAEMER et al., 1999; HÄKKINEN et al., 2001; IZQUIERDO et al., 2001a; CANNON et al., 2007; HÄKKINEN et al., 2000; CADORE et al., 2011). Contudo, tem sido sugerido que o ambiente aquático pode ser um meio alternativo para o treinamento de força que apresenta uma série de características benéficas para o público idoso (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Devido ao componente de flutuação do meio aquático, a força de impacto em membros inferiores é reduzida (KRUEL, 2000; ALBERTON et al., 2013a; ALBERTON et al., 2014a) e, portanto, lesões são mínimas

(CHU & RODES, 2001). Além disso, com a imersão, há uma menor ativação simpática, adrenérgica e a supressão do sistema renina angiotensina (EPSTEIN, 1992), os quais refletem em menores valores de frequência cardíaca e de pressão arterial. Essas características demonstram que o meio aquático proporciona um ambiente com maior segurança osteoarticular e cardiovascular para a prática do treinamento de força.

A investigação acerca do treinamento de força no meio aquático (TFA) é recente. No entanto, há estudos que demonstram melhora de parâmetros neuromusculares de idosos após 10 a 24 semanas de treinamento (TAKESHIMA et al., 2002; TSOURLOU et al., 2006; GRAEF et al. 2010; BENTO et al., 2012; LIEDTKE, 2014; ZAFFARI, 2014; KANITZ, 2015; BENTO et al., 2015). A prescrição de treinamento realizada na maioria destes estudos baseou-se nos princípios das rotas metabólicas. Dessa forma, o TFA foi realizado em máxima velocidade de execução e prescrito por tempo de execução de série (séries de 10 a 40 segundos), almejando estimular o sistema anaeróbio, principalmente a rota metabólica ATP-CP, para promover ganhos de força muscular (BACURAU, 2005; GOMES, 2009). Esta rota metabólica está relacionada a estímulos de curta duração realizados em alta intensidade (BACURAU, 2005; GASTIN, 2001; SPENCER et al., 2005). Dessa forma, a velocidade de execução dos exercícios mostra-se uma variável fundamental do TFA, uma vez que ela é a principal responsável por aumentar a resistência ao avanço e, conseqüentemente, a intensidade do exercício em meio aquático (ALEXANDER, 1977). Sendo assim, quanto maior a velocidade de execução mantida durante o exercício, maior será a sua intensidade, o que poderia estimular um maior incremento da força muscular. Nesse sentido, seria importante identificar alternativas de prescrição de treinamento que possibilitem a manutenção de altas velocidades de execução durante toda a série do exercício, a fim de maximizar as respostas neuromusculares.

Especula-se que, com o fracionamento de uma série de longa duração em séries múltiplas de curta duração, o intervalo de recuperação entre as séries proporcionaria uma maior velocidade de execução durante todo o período de execução do exercício, o que poderia gerar maiores ganhos de força muscular. Entretanto, o fracionamento do exercício em séries múltiplas acarreta maior tempo de sessão, devido ao intervalo entre as séries. No entanto, atualmente há uma tendência em se identificar intervenções tempo-eficientes, em função do menor tempo disponível para a prática de exercício físico. Nesse sentido, estudos têm demonstrado que a realização de série simples promove o mesmo ganho de força que a

realização de séries múltiplas (SCHOENELL et al., 2016; BUTTELLI et al., 2015) em um menor tempo de sessão.

Outra questão relacionada ao tempo de execução de série do TFA concerne à especificidade do sistema anaeróbio. Séries de curta duração estimulam a potência desse sistema; e séries de maior duração, a capacidade (BACURAU, 2005; GOMES, 2009). Dessa forma, os diferentes tempos de série podem estimular diferentes adaptações no sistema neuromuscular: séries curtas parecem promover, prioritariamente, adaptações na força máxima e na capacidade de produção de força rapidamente, ao passo que séries longas, a força resistente.

Identificar qual a estratégia de TFA é mais adequada para promover ganhos de força é de suma importância a fim de aprimorar a prescrição de treinamento. Essa questão é ainda mais relevante para a população idosa, uma vez que uma prescrição de treinamento eficiente é fundamental para promover ganhos neuromusculares, que irão proporcionar uma melhor independência funcional e qualidade de vida para o idoso.

A partir do exposto, com o objetivo de suprir essa lacuna e contribuir para o conhecimento relacionado à prescrição do TFA, elaborou-se o seguinte problema de pesquisa: Quais os efeitos do treinamento série simples de 30 segundos, séries múltiplas (3) de 10 segundos e série simples de 10 segundos nas respostas neuromusculares de mulheres idosas?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

Comparar os efeitos de três programas de treinamento de força no meio aquático: treinamento série simples de 30 segundos (1x30s), treinamento séries múltiplas (3) de 10 segundos (3x10s) e treinamento série simples de 10 segundos (1x10s) nas respostas neuromusculares de mulheres idosas.

1.2.2. Objetivos específicos principais

Comparar, em mulheres idosas, os efeitos de três programas de treinamento de força no meio aquático nas seguintes variáveis:

- Força muscular dinâmica máxima de extensão de joelho;
- Força muscular dinâmica máxima de flexão de joelho;
- Força muscular dinâmica máxima de flexão horizontal de ombro;
- Força muscular dinâmica máxima de flexão de cotovelo;
- Força resistente de extensão de joelho;
- Força resistente de flexão de joelho;
- Força resistente de flexão horizontal de ombro;
- Força resistente de flexão de cotovelo;
- Força isométrica máxima de extensão de joelho;
- Força isométrica máxima de flexão de joelho;
- Taxa de produção de força em 50ms de extensão de joelho;
- Taxa de produção de força em 50ms de flexão de joelho;
- Taxa de produção de força em 100ms de extensão de joelho;
- Taxa de produção de força em 100ms de flexão de joelho;
- Taxa de produção de força em 250ms de extensão de joelho;
- Taxa de produção de força em 250ms de flexão de joelho;
- Taxa máxima de produção de força de extensão de joelho;
- Taxa máxima de produção de força de flexão de joelho;
- Amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico dos músculos flexores de joelho;
- Amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico dos músculos extensores de joelho;

1.2.3. Objetivos específicos secundários

Comparar, em mulheres idosas, os efeitos de três programas de treinamento de força no meio aquático nas seguintes variáveis:

- Número de repetições no meio aquático realizadas pelo grupo 1x30s nos exercícios de flexão/extensão de cotovelo, flexão/extensão de joelho e flexão/extensão horizontal de ombros;
- Número de repetições no meio aquático realizadas pelo grupo 3x10s nos exercícios de flexão/extensão de cotovelo, flexão/extensão de joelho e flexão/extensão horizontal de ombros;

- Número de repetições no meio aquático realizadas pelo grupo 1x10s nos exercícios de flexão/extensão de cotovelo, flexão/extensão de joelho e flexão/extensão horizontal de ombros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ENVELHECIMENTO E DINAPENIA

Nos últimos anos, a população idosa tem apresentado um constante crescimento no mundo todo (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 2009). Segundo dados da Organização Mundial das Nações Unidas (ONU), os idosos já representam atualmente 12,3% da população mundial total, e projeções indicam que, no ano de 2050, eles passarão a representar 21%, superando inclusive o número de jovens. No Brasil, o crescimento da população idosa será ainda mais acentuado, passando de 12,5% registrados atualmente para 30% na metade do século (IBGE, 2010).

O avanço da idade está associado a diversas alterações, dentre as quais se destaca o declínio da capacidade de produção de força (FRONTERA et al., 2000; GOODPASTER et al., 2006; CHARLIER et al., 2016). Este fato é de extrema relevância visto que baixos níveis de força muscular estão associados a uma menor independência funcional e a uma maior taxa de hospitalização e mortalidade (VISSER et al., 2005; NEWMAN et al., 2006; RUIZ et al., 2008).

Estudos longitudinais têm demonstrado um decréscimo na capacidade de produzir força, tanto em situação isométrica quanto em situação dinâmica. Os resultados dessas investigações revelam que a força isométrica de extensão de joelho diminui, a cada ano, em torno de 1 a 4,1% em homens (ANIANSSON et al., 1986; GOODPASTER et al., 2006; CHARLIER et al., 2016) e de 1,1 a 2,9% em mulheres (GOODPASTER et al., 2006; KOJIMA et al., 2015; CHARLIER et al., 2016). Já a força dinâmica apresenta um declínio em baixas ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$) e altas ($240^{\circ} \cdot s^{-1}$) velocidades de contração nos exercícios de extensão de joelho (de 0,8 a 3,2% por ano) (ANIANSSON et al., 1986; FRONTERA et al., 2000; FRONTERA et al., 2008; HUGHES et al., 2001; DELMINICO et al., 2009; CHARLIER et al., 2016), flexão de joelho (1,5 a 2,5% por ano) (FRONTERA et al., 2000; HUGHES et al., 2001; FRONTERA et al., 2008) e flexão de cotovelo (1,1 a 2,4% por ano) (FRONTERA et al., 2000; HUGHES et al., 2001). De forma geral, as perdas relativas parecem ser semelhantes para homens e mulheres; contudo, como os homens iniciam o processo de dinapenia em maiores valores de força, eles apresentam uma maior perda bruta (DOHERTY, 2003). Além disso, o percentual de redução da força parece se acentuar com o avanço da idade (AUYEUNG et al., 2014; CHARLIER et al., 2016). Mais informações sobre os estudos longitudinais podem ser visualizadas no quadro 1.

Quadro 1. Descrição dos estudos longitudinais que avaliam a força muscular.

Estudo	Sujeitos	Tempo Follow-up	Resultados	Redução da força por ano
Aniansson et al. (1986)	Homens (77±0,4 anos no <i>baseline</i>)	7 anos	PT isométrico extensão de joelho: ↓23,7% PT isocinético extensão de joelho: 60°.s ⁻¹ : ↓22% 180°.s ⁻¹ : ↓10%	PT isométrico extensão de joelho: ↓3,3% PT isocinético extensão de joelho: 60°.s ⁻¹ : ↓3,2% 180°.s ⁻¹ : ↓1,4%
Frontera et al. (2000)	Homens (65,4 anos no <i>baseline</i>)	12 anos	PT isocinético extensão de joelho: 60°.s ⁻¹ : ↓23% 240°.s ⁻¹ : ↓25,3% PT isocinético flexão de joelho: 60°.s ⁻¹ : ↓29,4% 240°.s ⁻¹ : ↓30,1% PT isocinético flexão de cotovelo: 60°.s ⁻¹ : ↓17,9% 240°.s ⁻¹ : ↓29%	PT isocinético extensão de joelho: 60°.s ⁻¹ : ↓1,9% 240°.s ⁻¹ : ↓2,1% PT isocinético flexão de joelho: 60°.s ⁻¹ : ↓2,45% 240°.s ⁻¹ : ↓2,5% PT isocinético flexão de cotovelo: 60°.s ⁻¹ : ↓1,4% 240°.s ⁻¹ : ↓2,4%
Hughes et al. (2011)	Homens (60,4±7,9 anos no <i>baseline</i>) Mulheres (60,4±7,4 anos no <i>baseline</i>)	9,7 anos	PT 60°.s ⁻¹ extensão de joelho: Homens: ↓15% Mulheres: ↓11,2% PT 60°.s ⁻¹ flexão de joelho: Homens: ↓15,2% Mulheres: ↓16,6% PT 60°.s ⁻¹ flexão de cotovelo: Homens: ↓11,1% Mulheres: 0%	PT 60°.s ⁻¹ extensão de joelho: Homens: ↓1,5% Mulheres: ↓1,1% PT 60°.s ⁻¹ flexão de joelho: Homens: ↓1,5% Mulheres: ↓1,7% PT 60°.s ⁻¹ flexão de cotovelo: Homens: ↓1,1% Mulheres: 0%
Goodpaster et al. (2006)	Homens (73,6±2,8 anos no <i>baseline</i>) Mulheres (73,2±2,8 anos no <i>baseline</i>)	3 anos	PT isométrico extensão de joelho: Homens brancos: ↓10,2% Homens negros: ↓12,3% Mulheres brancas: ↓7,9% Mulheres negras: ↓8,9%	PT isométrico extensão de joelho: Homens brancos: ↓3,4% Homens negros: ↓4,1% Mulheres brancas: ↓2,6% Mulheres negras: ↓2,9%
Frontera et al. (2008)	Homens e mulheres (71,1±5,4 anos no <i>baseline</i>)	8,9 anos	PT isocinético extensão de joelho: 60°.s ⁻¹ : ↓22,5% 240°.s ⁻¹ : ↓37,3%	PT isocinético extensão de joelho: 60°.s ⁻¹ : ↓2,5% 240°.s ⁻¹ : ↓4,2%
Delmonico et al. (2009)	Homens (73,6±2,8 anos no <i>baseline</i>) Mulheres (73,2±2,9 anos no <i>baseline</i>)	5 anos	PT 60°.s ⁻¹ extensão de joelho: Homens: ↓16,1% Mulheres: ↓13,4%	PT 60°.s ⁻¹ extensão de joelho: Homens: ↓3,2% Mulheres: ↓2,6%
Kojima et al. (2015)	Mulheres (78±2,5 anos no <i>baseline</i>)	4 anos	Força isométrica máxima (CVM) extensão de joelho: ↓9,6%	Força isométrica máxima (CVM) extensão de joelho: ↓2,4%
Charlier et al. (2016)	Homens (46,3±10,2)	10 anos	PT isométrico extensão joelho: Homens: ↓10,4%	PT isométrico extensão joelho:

	anos no <i>baseline</i>) Mulheres (43,3±9 anos no <i>baseline</i>)		Mulheres: ↓11,8% PT 60°.s ⁻¹ extensão de joelho: Homens: ↓8% Mulheres: ↓9,8% PT 240°.s ⁻¹ extensão de joelho: Homens: ↓9,2% Mulheres: ↓7,6%	Homens: ↓1% Mulheres: ↓1,1% PT 60°.s ⁻¹ extensão de joelho: Homens: ↓0,8% Mulheres: ↓0,9% PT 240°.s ⁻¹ extensão de joelho: Homens: ↓0,9% Mulheres: ↓0,7%
--	--	--	---	---

PT: pico de torque; ↓: redução; CVM: contração voluntária máxima.

Durante a maior parte do último meio século, acreditava-se que a massa muscular fosse o principal determinante da capacidade de produção de força (MAUGHAN et al., 1991). Dessa forma, presumia-se que a perda de força muscular decorrente do processo de envelhecimento estava atribuída ao processo de sarcopenia. Entretanto, mais recentemente, estudos longitudinais têm indicado que a influência da massa muscular na força muscular é substancialmente menor do que se pensava inicialmente (HUGHES et al., 2001; GOODPASTER et al., 2006; MANINI et al., 2006; DELMONICO et al., 2009). Esses estudos demonstraram o seguinte: (a) a manutenção ou ganho de massa muscular não previne a perda de força associada ao envelhecimento; (b) a perda de massa muscular é semelhante tanto para indivíduos que apresentam uma manutenção da força muscular quanto para aqueles que apresentam uma severa redução da força muscular ao longo de seis anos; (c) o declínio da força muscular ocorre de forma muito mais rápida do que a concomitante perda de massa muscular; (d) a variação da massa muscular explica, no máximo, 5% da variação total da força. Os resultados desses estudos demonstram uma dissociação entre a massa e a força muscular, sugerindo que outros fatores contribuem de forma mais determinante para explicar a redução da força durante o envelhecimento. Atualmente, sugere-se que a redução da força muscular esteja relacionada a fatores neurais e musculares (MANINI & CLARK, 2012).

Dentre os fatores neurais, as alterações ocorrem já a nível central. Com o avanço da idade, há uma redução na excitabilidade cortical (CLARK et al., 2010) e espinhal (KIDO et al., 2004), gerando uma diminuição do nível de ativação central (KLASS et al., 2007). Além disso, há uma perda de motoneurônios espinhais devido à apoptose (AAGAARD et al., 2010), levando a uma diminuição do número de unidades motoras (DOHERTY et al., 1993; KAYA et al., 2013). Contudo, o tamanho das unidades motoras é maior em idosos, em função da reinervação colateral de algumas fibras musculares denervadas por um motoneurônio sobrevivente (AAGAARD et al., 2010).

Em um estudo de autópsia em humanos, foi demonstrado que idosos também apresentam redução no número e diâmetro de axônios mielinizados (MITTAL & LOGMANI, 1987), o que explica a menor velocidade de condução nervosa nessa população (AAGAARD et al., 2010). Especula-se que o declínio da mielinização de axônios esteja associada à diminuição da produção do fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1, já que este possui ação sobre a mielinização e reparação de danos de axônios e sobre a apoptose de unidades motoras (GROUNDS, 2002). Além de uma diminuição na velocidade de condução nervosa, ainda ocorre uma queda na taxa de disparo de unidades motoras (CONNELLY et al., 1999).

Todas essas alterações neurais provocam um déficit no recrutamento das unidades motoras, o que limita a produção de força pelo músculo agonista em idosos. Somado a isso, alguns indivíduos podem apresentar um aumento na coativação antagonista (HÄKKINEN et al., 2000), sendo mais um fator a limitar a produção de força pela musculatura agonista.

Os fatores musculares associados à redução da força muscular estão relacionados à arquitetura muscular, ao processo de acoplamento excitação-contração e à densidade muscular.

Em relação à arquitetura muscular, com o avanço da idade há uma diminuição no ângulo de penação e na rigidez tendínea. O ângulo de penação, ou seja, o ângulo entre a direção das fibras musculares e a linha de geração de força de um músculo tende a apresentar redução com o passar dos anos de vida, e esta queda parece estar associada à diminuição na área de secção transversa do músculo em questão (NARICI et al., 2003). De forma similar, estudos têm demonstrado que o envelhecimento está associado a uma redução na rigidez dos tendões, aumentando, dessa forma, sua complacência, tornando-os mais elásticos (KARAMANIDIS et al., 2006). Esses fatores resultam em uma menor capacidade de transmissão da força produzida pelos músculos às articulações envolvidas no movimento.

O processo de acoplamento excitação-contração refere-se à ação de converter um sinal neural na contração muscular. Um dos fatores que pode afetar negativamente este processo é a diminuição do número de receptores de dihidropiridina. O envelhecimento causa uma diminuição na quantidade desses receptores nos túbulos T e na membrana do retículo sarcoplasmático, ocasionando um desacoplamento entre estes receptores e o receptor de rianodina. Este desacoplamento gera déficits de liberação de cálcio em resposta à excitação muscular, reduzindo o seu fornecimento a proteínas contráteis e, conseqüentemente, reduzindo a força contrátil (RENGANATHAN et al., 1997). Além disso, sugere-se que o

avanço da idade resulte em uma dissociação das cabeças pesadas de miosina do sítio de ligação da actina. Essa dissociação altera o estado de ligação de forte para um estado de ligação fraco, reduzindo os níveis de força produzidos pelas fibras (LOWE et al., 2002).

Por fim, o processo de envelhecimento é acompanhado por alterações na densidade muscular. Indivíduos idosos apresentam uma infiltração de lipídios inter e intramusculares (GOODPASTER et al., 2001) e uma quantidade diminuída de unidades contráteis (BALAGOPAL et al., 1997). Esses fatores afetam negativamente a funcionalidade do músculo, conduzindo a uma queda na capacidade de produção de força.

Diante disso, o treinamento de força tem se mostrado uma ferramenta efetiva para combater os efeitos deletérios do envelhecimento sobre o sistema neuromuscular e promover ganhos de força muscular (KRAEMER et al., 1999; HÄKKINEN et al., 2001; IZQUIERDO et al., 2001a; CANNON et al., 2007; HÄKKINEN et al., 2000; CADORE et al., 2011).

2.2. TREINAMENTO DE FORÇA NO MEIO AQUÁTICO

Há séculos o meio aquático vem sendo utilizado como ambiente para prática de hidroterapia, exercícios recreacionais e hidroginástica. No entanto, a utilização deste meio para a prática do treinamento de força é recente, de modo que os primeiros estudos datam do final da década de 90 e início dos anos 2000.

As investigações com TFA encontradas na literatura apresentam uma metodologia de prescrição de treinamento bastante divergente entre si (Quadro 2). Alguns estudos, principalmente os primeiros realizados, prescreveram o TFA por número de repetições, na tentativa de reproduzir o modelo tradicional de treinamento de força do meio terrestre. Essa estratégia de treinamento foi utilizada em estudos com população jovem a idosa. Nesse sentido, Petrick et al. (2001) compararam o treinamento de força realizado no meio terrestre e aquático sobre a força muscular de quadríceps de mulheres jovens. Em ambos os treinamentos, os sujeitos realizaram duas séries de 10 repetições, e a carga de treinamento progrediu de 50 a 100% de 10RM. Durante toda a intervenção, os sujeitos deveriam realizar o movimento de flexão e extensão de joelho a $60^{\circ}.s^{-1}$. Para garantir essa velocidade de execução, o exercício era realizado em uma cadência de 40 bpm em uma amplitude de 90° . Os treinamentos foram realizados durante oito semanas e apresentaram uma frequência semanal de cinco sessões. A cada semana, a dor induzida pelo treinamento era avaliada por meio de uma escala análoga visual. Como resultado, os autores constataram que o treinamento de força realizado em meio terrestre e em meio aquático promove um aumento de similar

magnitude da força de quadríceps no teste de 10RM (36 e 49%, respectivamente). Esses ganhos, porém, foram alcançados com uma significativa menor sensação de dor no treinamento em meio aquático. Contudo, não foram observadas melhoras na força muscular avaliada no teste isocinético.

Pöyhönen et al. (2002) também propuseram um TFA prescrito por número de repetições para mulheres jovens. O treinamento teve a duração de 10 semanas, durante as quais houve um aumento no número de sessões semanais de duas para três. O treinamento apresentou um aumento no número de séries (de duas para três) e uma redução no número de repetições (de 20-25 para 12-15) ao longo da intervenção. Os exercícios foram realizados em máxima velocidade de execução, e foi dada ênfase ao movimento de flexão e extensão de joelho. Além disso, houve um aumento progressivo no tamanho do equipamento resistido de membros inferiores, a fim de ampliar a área projetada e maximizar a força necessária para realizar os exercícios. Após a intervenção, foi observado um incremento significativo no torque isométrico de flexores e extensores de joelho (10,9 e 8,2%, respectivamente), bem como na atividade neuromuscular máxima durante a contração isométrica dos músculos semitendinoso e bíceps femoral (10%) e vasto lateral e vasto medial (26,4%). Além disso, também foi observado um aumento no torque isocinético de flexores e extensores de joelho a $60^{\circ}.s^{-1}$ (19,9 e 27,7%, respectivamente) e a $180^{\circ}.s^{-1}$ (10,2 e 19,2%, respectivamente). A atividade neuromuscular máxima dos músculos flexores (semitendinoso e bíceps femoral) e extensores de joelho (vasto lateral e vasto medial) avaliada durante estas contrações também apresentou um incremento significativo (flexores de joelho: $60^{\circ}.s^{-1}$: 19,9%, $180^{\circ}.s^{-1}$: 10,2%; extensores de joelho: $60^{\circ}.s^{-1}$: 27,7% $180^{\circ}.s^{-1}$: 19,2%). Além de melhoras em parâmetros neuromusculares, foi verificado um aumento significativo na área de secção transversa de isquiotibiais e quadríceps após a intervenção (4,8 e 3,6%, respectivamente).

Uma metodologia interessante de prescrição de treinamento por repetições máximas foi proposta por Colado et al. (2009) para homens jovens. Para isso, em uma sessão de teste, foi verificada a cadência de movimento em que cada sujeito atingia a fadiga muscular dentro da zona de repetições desejada para cada exercício. Essa cadência foi posteriormente reproduzida para controlar o ritmo de execução durante o treinamento. Homens fisicamente ativos realizaram o treinamento de força em três sessões semanais durante oito semanas. Ao longo da intervenção, ocorreu uma variação no número de séries, três a cinco, e no número de repetições, 8-12 ou 15 repetições máximas. Como resultados, os autores encontraram um

aumento significativo da força dinâmica máxima nos exercícios supino (5,1%), elevação lateral (9,7%) e remada alta (10,9%), bem como uma melhora da potência muscular (3%).

O estudo de Krueger et al. (2005) também investigou os efeitos de equipamentos durante o TFA com mulheres de meia-idade e idosas. Mulheres de 38 a 67 anos foram divididas em quatro grupos experimentais: grupo com equipamento resistido em membros inferiores, grupo sem equipamento em membros inferiores, grupo com equipamento resistido em membros superiores e grupo sem equipamentos em membros superiores. O treinamento de força progrediu de três séries de 15 repetições para cinco séries de 10 repetições. Os exercícios (adução/abdução de quadril e flexão/extensão de cotovelos) foram realizados em velocidade máxima de execução. Além dos exercícios de força, em cada sessão de treino, foram realizados 20 minutos de exercícios aeróbios em baixa intensidade. Após 11 semanas de intervenção, verificou-se que o grupo que realizou o treinamento sem equipamento resistido em membros inferiores apresentou aumentos semelhantes na força máxima de adução de quadril quando comparado ao grupo que utilizou equipamento resistido (12,37 e 10,70%, respectivamente). Da mesma forma, o grupo que não utilizou equipamento resistido em membros superiores e o que utilizou incrementaram a força máxima de flexão (12,61 e 14,21%, respectivamente) e extensão (28,76 e 20,71%, respectivamente) de cotovelo na mesma magnitude.

Araújo et al. (2015) realizaram um estudo inovador comparando a prática do TFA com e sem restrição de fluxo sanguíneo. Mulheres pós-menopáusicas foram divididas no grupo que realizou o TFA sem restrição de fluxo sanguíneo e no grupo que realizou o TFA com restrição (80% da oclusão total de fluxo) de fluxo sanguíneo para os membros inferiores. Ambos os treinamentos tiveram a duração de oito semanas e foram realizadas três sessões semanais. Os exercícios de força para membros inferiores foram realizados em uma série de 30 repetições seguidos de três séries de 15 repetições na intensidade correspondente aos índices 9-11 da Escala de Percepção de Esforço de Borg (6-20). Além disso, ocorreu um incremento da sobrecarga por meio do acréscimo de uma caneleira (acrécimo de um quilo na caneleira a cada seis sessões). Os autores observaram que apenas o grupo que realizou o TFA com restrição de fluxo sanguíneo apresentou aumento significativo na força dinâmica máxima de extensão de joelho (6,7%).

O TFA prescrito por número de repetições também tem sido aplicado na população idosa. Takeshima et al. (2002) investigaram os efeitos de 12 semanas de treinamento, com frequência semanal de três sessões, em mulheres idosas. O treinamento foi composto por

exercícios aeróbios (30 minutos na frequência cardíaca correspondente ao limiar anaeróbio) e exercícios de força. A prescrição do treino de força foi mantida em uma série de 10 a 15 repetições executadas em velocidade máxima de movimento. Foram utilizados equipamentos resistidos para membros superiores e inferiores, a fim de maximizar a resistência ao avanço. O pico de torque de vários exercícios foi avaliado em uma máquina de resistência hidráulica, na qual é possível manipular a resistência imposta pelo equipamento. O pico de torque foi avaliado em três situações: resistência leve, resistência moderada e resistência alta. Além disso, a altura de salto vertical também foi analisada. Os autores observaram um aumento significativo no pico de torque nos exercícios extensão de joelho (8-27%, dependendo da resistência utilizada), flexão de joelho (13-40%, dependendo da resistência utilizada), supino (11%), puxada baixa (7-11%), flexão de coluna (3%), extensão de coluna (6-7%), puxada alta (6-15%) e desenvolvimento de ombros (5%). Também foi observado um aumento significativo na altura de salto após o treinamento (9%).

Resultados positivos após um treinamento em meio aquático na população idosa também foram observados por Tsourlou et al. (2006). Os autores propuseram um treinamento de 24 semanas de duração e frequência semanal de três sessões. Cada sessão de treino foi composta por exercícios aeróbios (20 minutos de 65 a 80% da frequência cardíaca máxima) e por exercícios de força. O treino de força progrediu de duas para três séries de 12-15 repetições e a cadência de execução aumentou 60 a 120 bpm. Além disso, os exercícios foram realizados com equipamentos resistidos. Após o treinamento, verificou-se um aumento significativo do pico de torque isométrico de flexão e extensão de joelho (13,4 e 10,5%, respectivamente) e na força de prensão manual (12,8%). Também foi observado um aumento da força dinâmica, avaliada no teste de 3 RM, nos exercícios *leg press*, extensão de joelho e supino (29,5, 29,4 e 25,7%, respectivamente) e na altura do salto vertical (24,6%).

O estudo de Graef et al. (2010) comparou, em mulheres idosas, o TFA com e sem controle da intensidade. Cada sessão de treinamento foi composta por exercícios aeróbios (11-13 da Escala de Percepção de Esforço de Borg) e exercícios de força. Para o grupo TFA com controle da intensidade, o treinamento de força progrediu de quatro séries de 15 repetições a cinco séries de oito repetições, sendo os exercícios sempre realizados em velocidade máxima de execução e com o uso de equipamentos resistidos. O TFA sem controle da intensidade não apresentou periodização e não foi realizado controle da intensidade durante as sessões. Após o treinamento, apenas o grupo TFA com controle da intensidade apresentou um incremento

significativo na força máxima de flexores horizontais de ombro (10,89%), demonstrando a fundamental importância de uma prescrição adequada para gerar ganhos de força muscular.

Mesmo com resultados positivos de aumento de força após um TFA prescrito por número de repetições, pesquisas recentes têm optado por prescrever o treinamento com base nos princípios das rotas metabólicas (TORMEN, 2007; SOUZA et al., 2010; AMBROSINI et al., 2010; BUTTELLI et al., 2015; SCHOENELL et al., 2016; BENTO et al., 2012; MOREIRA et al., 2013; LIEDTKE, 2014; ZAFFARI, 2014; PINTO et al., 2014; PINTO et al., 2015; KANITZ et al., 2015). O treinamento de força está relacionado ao sistema anaeróbio, composto pelas rotas metabólicas ATP-CP e glicolítica (GASTIN, 2011). A rota metabólica ATP-CP está relacionada a atividades de alta intensidade e de curta duração, operando predominantemente por até 10 segundos da atividade, enquanto de 10 a 30 segundos há uma transição entre esta rota e o sistema glicolítico (BACURAU, 2005; GOMES, 2009). Dessa maneira, para utilizar estas rotas metabólicas no treinamento de força no meio terrestre, são priorizadas séries com baixo número de repetições e carga elevada. No entanto, no meio aquático, o tempo de execução de uma repetição pode variar do tempo de repetição do meio terrestre, dificultando o controle sobre a rota metabólica que está sendo prioritariamente utilizada. A fim de obter um controle mais preciso sobre a utilização da rota metabólica ATP-CP e glicolítica, autores têm optado por prescrever o TFA por meio do tempo de execução de série e em máxima intensidade. Dessa forma, são priorizados tempos de séries de 10 a 30 segundos (94 e 73% de contribuição do sistema anaeróbio, respectivamente) (GASTIN, 2011), e os exercícios são realizados em máxima velocidade de execução. Opta-se por prescrever o exercício em máxima velocidade, visto que, segundo a equação geral dos fluídos ($R = 0,5 \rho A v^2 C_d$, em que R é a resistência ao avanço, ρ é a densidade do fluído, A é a área projetada, v é a velocidade e C_d o coeficiente de arrasto) (ALEXANDER, 1977), a velocidade é o principal fator responsável por determinar a resistência ao avanço e, conseqüentemente, a intensidade do exercício. Treinamentos prescritos por tempo de execução de série também têm sido realizados com a população jovem a idosa.

Investigando os efeitos do TFA prescrito por meio de tempo de série, Buttelli et al. (2015) compararam os efeitos do treinamento série simples (SS) e séries múltiplas (SM) em homens jovens. O tempo de série foi mantido em 30 segundos, e os exercícios para membros superiores e inferiores foram realizados em máxima velocidade de execução em formato de circuito. O treinamento teve a duração de 10 semanas e frequência semanal de duas sessões. Os resultados do estudo demonstraram que o treinamento série simples promoveu

incrementos na força dinâmica máxima na mesma magnitude que o treinamento séries múltiplas, tanto em membros superiores (flexão de cotovelo: SS: 5,1% e SM: 4,8%; extensão de cotovelo: SS: 4,8% e 3S: 8%; voador: SM: 3,4% e 3S: 5,6%; voador invertido: SS: 7,8% e SM: 6,5%) quanto em membros inferiores (flexão de joelho: SS: 12,3% e SM: 11%; extensão de joelho: SS: 9,6% e SM: 9,5%).

Schoenell (2012) também investigou os efeitos do treinamento série simples e séries múltiplas de 30 segundos, no entanto, com mulheres jovens e em um treinamento de maior duração. A intervenção teve duração de 20 semanas e frequência semanal de duas sessões. Dois grupos iniciaram o estudo: um grupo realizou apenas uma série de 30 segundos, outro grupo realizou três séries de 30 segundos. Após 10 semanas de treinamento, foi observado que ambos os grupos apresentaram um aumento significativo – e sem diferença entre eles – da força dinâmica máxima (supino: SS: 12,9% e SM: 14%; flexão de cotovelos: SS: 15,3% e SM: 14,8%; flexão de joelhos: SS: 9,9% e SM: 10,4%; extensão de joelhos: SS: 17,5% e SM: 17%), da força resistente (supino: SS: 25,2% e SM: 36,4%; flexão de cotovelos: SS: 33,4% e SM: 33,6%; flexão de joelhos: SS: 19,8% e SM: 33,3%; extensão de joelhos: SS: 13,7% e SM: 9,1%) e da altura de salto *squat jump* (SS: 8,3% e SM: 8,3%) e *counter movement jump* (SS: 14,2% e SM: 7,1%). Após a avaliação, cada grupo foi dividido em mais dois grupos para mais 10 semanas de treinamento. Desse modo, completaram o treinamento de 20 semanas quatro grupos: grupo que treinou série simples durante 20 semanas (SSS); grupo que treinou série simples nas primeiras 10 semanas e séries múltiplas nas últimas 10 (SSM); grupo que treinou séries múltiplas no decorrer das 20 semanas (SMM); e grupo que treinou séries múltiplas nas 10 semanas iniciais e série simples nas 10 finais (SMS). As avaliações após 20 semanas, em comparação com a semana 10, demonstraram um aumento significativo da força muscular dinâmica máxima em todos os grupos, sem diferença entre eles, no exercício supino (SSS: 4,2%; SSM: 3,2%; SMM: 5,1%; SMS: 1,8%), flexão de cotovelo (SSS: 8%; SSM: 7,7%; SMM: 7,4%; SMS: 7,4%), flexão de joelho (SSS: 6,3%; SSM: 6,5%; SMM: 7,3%; SMS: 7,2%) e extensão de joelho (SSS: 10%; SSM: 6,8%; SMM: 6,2%; SMS: 8,4%). No entanto, a força resistente e a altura dos saltos apresentou uma manutenção da semana 10 para a semana 20. Nesse estudo, a autora também avaliou de forma qualitativa o número de repetições realizadas nos exercícios de hidroginástica de flexão/extensão de joelho e de cotovelo. Como resultado, foi observado que o número de repetições apresentou um aumento no decorrer das 20 semanas de treinamento, sugerindo um aumento da velocidade de movimento.

Ainda com mulheres jovens, Souza et al. (2010) propuseram um TFA com progressão da prescrição de treino. O treinamento progrediu de duas séries de 30 segundos para duas vezes três séries de 10 segundos, e os exercícios foram realizados sempre na intensidade correspondente ao índice 19 (máximo esforço) da Escala de Percepção de Esforço de Borg (6-20). A intervenção teve a duração de 11 semanas e frequência semanal de duas sessões. Como resultados, observou-se um aumento significativo da força muscular dinâmica máxima de membros superiores (supino: 22,8%; remada: 12%; elevação lateral de ombros: 12,2%) e inferiores (extensão de joelho: 15,5%; flexão de joelho: 16,2%; adução de quadril: 14,7%; abdução de quadril: 12%).

O treinamento aplicado por Pinto et al. (2014) em mulheres jovens teve como objetivo comparar os efeitos da ordem intrassessão de um treinamento combinado (aeróbico e força) na hidroginástica. Para tanto, os sujeitos foram divididos em dois grupos: um grupo treinou na ordem força-aeróbico (FA), e outro na ordem aeróbico-força (AF). O treinamento aeróbico foi realizado na frequência cardíaca correspondente ao segundo limiar ventilatório e progrediu de 18 para 36 minutos. Já o treinamento de força progrediu de três séries de 20 segundos para duas vezes três séries de 10 segundos, com os exercícios sendo realizados em máxima velocidade de execução. O treinamento teve a duração de 12 semanas e frequência semanal de duas sessões. Os autores verificaram que o grupo que realizou o treinamento de força anteriormente ao treino aeróbico obteve um maior incremento na força muscular dinâmica máxima de extensores de joelho (FA: 43%; AF: 27%) e na espessura muscular de extensores de joelho (FA: 10%; AF: 6%), demonstrando que um treinamento aeróbico de alta intensidade realizado anteriormente ao treinamento de força interfere negativamente nos ganhos neuromusculares. Além disso, ambos os grupos apresentaram um aumento significativo, sem diferença entre eles, na força muscular isométrica máxima de flexores de cotovelo e extensores de joelho (FA: 4 e 6%, respectivamente; AF: 3 e 11%, respectivamente), na força muscular dinâmica máxima de flexores de cotovelo (FA: 13%; AF: 13%) e na espessura muscular de flexor de cotovelo (FA: 5; AF: 3%). Também observou-se um incremento similar nos dois grupos na atividade neuromuscular máxima dos músculos bíceps braquial (FA: 9%; AF: 26%) e na soma da atividade neuromuscular de vasto lateral e reto femoral (FA: 19%; AF: 15%). Aumentos similares em ambos os grupos também foram observados na taxa de produção de força máxima de extensão de joelho (AF: 30%; FA: 19%), na altura de salto (AF: 6%; FA: 5%) e na economia neuromuscular dos músculos vasto lateral e reto femoral (AF: -20% e FA: -13%; AF: -7%; FA: -17%, respectivamente) (PINTO et al., 2015).

Os efeitos de um TFA juntamente com exercícios aeróbios também foram investigados em mulheres de meia-idade. No estudo de Tormen (2007), mulheres pré-menopáusicas foram divididas em um grupo que realizou um treinamento combinado durante 20 semanas seguidas de 20 semanas de destreino (GTD), e em outro grupo que realizou 20 semanas de treinamento combinado seguidas de 20 semanas de treinamento não-periodizado (GTNP). Durante as 20 primeiras semanas, o treinamento aeróbio apresentou intensidade correspondente a 70-80% da frequência cardíaca máxima e foi reduzido de 21 para três minutos. Já os exercícios de força progrediram de duas séries de 30 segundos para duas vezes de três séries de 10 segundos e foram realizados em máxima velocidade de execução. Após as 20 semanas de treinamento, foram observados aumentos significativos na força dinâmica máxima de extensão de joelho (GTD: 85,2%; GTNP: 78,6%), extensão horizontal de ombros (GTD: 53,8%; GTNP: 47,6%) e flexão horizontal de ombros (GTD: 61,6%; GTNP: 51,8%). Após as 20 semanas de destreino e treinamento não-periodizado, os dois grupos retornaram aos seus níveis iniciais de força, demonstrando a importância de um treinamento

Ainda com mulheres de meia-idade, Ambrosini et al. (2010) compararam os efeitos de um treinamento de força com e sem equipamento resistido em membros superiores e inferiores. O treinamento progrediu de duas séries de 30 segundos para duas vezes três séries de 10 segundos, e os exercícios foram realizados na intensidade correspondente ao índice 19 (máximo esforço) da Escala de Percepção de Esforço de Borg (6-20). Após 12 semanas de treinamento, verificou-se que ambos os grupos, sem diferença entre eles, aumentaram significativamente a força dinâmica máxima de flexores horizontais de ombros (sem equipamento: 17,10%; com equipamento: 18,49%), extensores horizontais de ombros (sem equipamento: 22,91%; com equipamento: 9,82%) e de extensores de quadril (sem equipamento: 41,60%; com equipamento: 34,29%).

O mesmo protocolo de treinamento comparando a ordem intrassessão do treinamento combinado do estudo de Pinto et al. (2014) foi realizado com mulheres pós-menopáusicas (PINTO et al., 2015). Corroborando o achado do estudo com o de mulheres jovens, foi observado que o grupo que realizou o treinamento de força anteriormente ao treinamento aeróbio obteve maiores incrementos na força muscular dinâmica máxima de extensão de joelho (AF: 14%; FA: 35%). Além disso, ambos os grupos, sem diferença entre eles, aumentaram significativamente a força muscular dinâmica máxima de flexão de cotovelo (AF: 7%; FA: 12%) e o pico de torque de extensão de joelho (AF: 6%; FA: 7%). Ainda foram observados aumentos significativos nos dois grupos na atividade neuromuscular máxima do

músculo vasto lateral (AF: 11%;FA: 12%) e reto femoral (AF: 33%; FA: 28%), bem como uma melhora da economia neuromuscular desta mesma musculatura (vasto lateral: AF: 6%; FA: 5% e reto femoral: AF: 12%; FA:17%). Por fim, ambos os grupos apresentaram um incremento significativo na espessura muscular do vasto lateral (AF: 4%; FA: 4%) e bíceps braquial (AF: 7%; FA: 5%).

Melhoras na força muscular de mulheres pós-menopáusicas também foram observadas no estudo de Moreira et al. (2013). O treinamento teve a duração de 24 semanas com três sessões semanais. O TFA progrediu de duas séries de 30 segundos para cinco séries de 10 segundos, e os exercícios foram realizados em máximo esforço. Como resultados, houve um aumento da força máxima isométrica de extensores de joelho (7,7%) e flexores de quadril (18,5%).

Bento et al. (2012) propuseram um TFA prescrito por tempo de série em idosos. A intervenção teve a duração de 12 semanas e três sessões semanais e foi realizada com homens e mulheres idosos. Foram realizados exercícios aeróbios (índices 12-16 da Escala de Percepção de Esforço de Borg (6-20) e exercícios de força. Os exercícios de força foram realizados em uma série de 40 segundos durante todo o treinamento, e a intensidade progrediu do índice 12 ao 16 da Escala de Percepção de Esforço de Borg (6-20). Como resultados, observou-se um aumento significativo da força muscular isométrica máxima de extensão e flexão de quadril (40 e 18%, respectivamente) e flexão plantar de tornozelo (42%). Além disso, ocorreu um incremento significativo da taxa de desenvolvimento de torque de extensão de quadril e de joelho e de flexão plantar de tornozelo (10, 11 e 27%, respectivamente).

O mesmo TFA foi aplicado somente em mulheres idosas pelos mesmos autores (BENTO et al., 2015). Nesse estudo, o TFA foi comparado a um treinamento de força no meio terrestre, o qual progrediu de duas séries de 8-12 repetições máximas a três séries de oito repetições máximas. Após o TFA, os autores verificaram aumentos significativos na força muscular dinâmica máxima nos exercícios de extensão e flexão de joelho (11,6 e 13,2%, respectivamente) e *leg press* (16,9%). Ainda, o pico de torque isométrico de extensão de quadril (42%), flexão plantar (50%) e a taxa de desenvolvimento de torque de extensão de quadril (53%) apresentaram um incremento significativo após o treinamento. Salienta-se que os incrementos observados na força muscular dinâmica máxima após o treinamento em meio aquático foram similares aos verificados após o treinamento de força em meio terrestre e incrementos no torque isométrico de quadril e tornozelo, bem como a taxa de desenvolvimento de torque, foram observados somente após a intervenção em meio aquático.

Liedtke (2014) propôs um TFA para mulheres idosas com progressão na sua prescrição. O treinamento apresentou uma progressão de três séries de 20 segundos para duas vezes três séries de 10 segundos, e os exercícios foram realizados em máxima velocidade de execução. Após 12 semanas de treinamento, foram observados aumentos significativos na força muscular dinâmica máxima de extensão de joelho (30%) e nos testes funcionais flexão de cotovelo (51%) e sentar e levantar (38%).

O treinamento proposto por Zaffari (2014) progrediu de duas séries de 30 segundos para quatro séries de 10 segundos. A intervenção foi realizada com mulheres idosas e teve a duração de 12 semanas com duas sessões semanais. Constatou-se que a força muscular dinâmica máxima de extensão e flexão de joelho apresentou um aumento significativo (7 e 13%, respectivamente), bem como a força isométrica máxima extensão de joelho (96%). Além disso, também foi verificada melhora significativa no teste funcional sentar e levantar (36%).

Aumentos da força muscular em idosas também foram constatados no estudo de Kanitz (2015). A autora prescreveu um TFA progredindo de quatro séries de 20 segundos para seis séries de 10 segundos, sendo os exercícios realizados em máxima velocidade de execução. A intervenção teve a duração de 10 semanas e contou com duas sessões semanais. Foram observados incrementos significativos de extensão e flexão de joelho (8 e 18%, respectivamente). O mesmo treinamento foi utilizado no estudo de Costa (2015) com mulheres idosas e dislipidêmicas. Como resultados, observou-se um aumento da força dinâmica máxima de extensão e flexão de joelhos (13 e 14%, respectivamente). No entanto, não foi observada alteração na força de flexores horizontais de ombros, avaliada no aparelho voador, nesses dois estudos.

A partir dos estudos apresentados, percebe-se que ainda faltam dados que elucidem os efeitos do treinamento de força no meio aquático em idosos. Além disso, há uma carência de estudos que avaliem diferentes estratégias de treinamento, resultando em dificuldades de realizar uma prescrição adequada de um treinamento de força no meio aquático para a população idosa.

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

Estudo	Sujeitos	Duração e frequência de treinamento	Protocolo de treinamento	Principais resultados
Petrick et al. (2010)	Mulheres jovens Grupo TF meio aquático (TFA) vs. Grupo TF meio terrestre (TFT)	8 semanas 5x/semana	<u>Treinamento de força</u> •2x 50% 10RM •2x 75% 10RM •2x 100% 10RM	<u>10 RM Extensão de joelho</u> TFA: ↑49%; TFT: ↑36%
Pöyhönen et al. (2002)	Mulheres jovens Grupo intervenção vs. Grupo controle	10 semanas 2→3x/semana	<u>Treinamento de força</u> •2x20-25 repetições •2x14-20 repetições •3x14-20 repetições •3x12-15 repetições Equipamento resistido pequeno → equipamento resistido grande Intensidade: máximo esforço	<u>PT isométrico</u> Extensão de joelho: ↑8,2% Flexão de joelho: ↑10,9% <u>EMG isométrico</u> VL + VM: ↑26,4% BF + ST: ↑10% <u>PT isocinético</u> Extensão de joelho 60°.s ⁻¹ : ↑27,7% Extensão de joelho 180°.s ⁻¹ : ↑19,2% Flexão de joelho 60°.s ⁻¹ : ↑19,9% Flexão de joelho 180°.s ⁻¹ : ↑10,2% <u>EMG isocinético</u> VL + VM 60°.s ⁻¹ : ↑27,7% VL + VM 180°.s ⁻¹ : ↑19,2% BF + ST 60°.s ⁻¹ : ↑19,9% BF + ST 180°.s ⁻¹ : ↑10,2% <u>Massa muscular</u> Quadríceps: ↑4% Isquiotibiais: ↑5,3%

Colado et al. (2009)	Homens jovens Grupo intervenção vs. Grupo controle	8 semanas 3x/semana	<u>Treinamento de força</u> 3 a 5 séries de 8 a 15 RM	<u>1RM estimado</u> Supino: ↑5,1% Elevação lateral: ↑9,7% Remada alta: ↑10,9% <u>Potência muscular (Squat Jump):</u> ↑3%
Kruel et al. (2005)	Mulheres de meia-idade e idosas Grupo TF em MIs sem equipamento resistido (MIS) vs. Grupo TF em MIs com equipamento resistido (MIC); Grupo TF em MSs sem equipamento resistido (MSS) vs. Grupo TF em MSs com equipamento resistido (MSC)	11 semanas 2x/semana	<u>Treinamento aeróbio</u> Exercícios de baixa intensidade <u>Treinamento de força</u> •3x15 repetições •4x12 repetições •5x10 repetições Intensidade: máxima velocidade	<u>1RM adução de quadril</u> MIS: ↑12,37%; MIC: ↑10,70% <u>1RM flexão de cotovelo</u> MSS: ↑12,61%; MSC: ↑14,21% <u>1RM extensão de cotovelo</u> MSS: ↑28,76%; MSC: ↑20,71%
Araújo et al (2015)	Mulheres pós-menopáusicas Grupo TF no meio aquático vs. Grupo TF no meio aquático com restrição de fluxo vs. Grupo controle	8 semanas 3x/semana	<u>Treinamento de força</u> 1x30 repetições + 3x15 repetições Acréscimo de 1 kg na caneleira a cada 6 sessões de treino. Intensidade: 9-11 Borg (6-20)	<u>1 RM extensão de joelho</u> Grupo TF no meio aquático com restrição de fluxo: ↑6,7%
Takehima et al. (2002)	Mulheres idosas Grupo intervenção vs. Grupo controle	12 semanas 3x/semana	<u>Treinamento aeróbio</u> Intensidade: FC no limiar anaeróbio <u>Treinamento de força</u> 1x10-15 repetições	<u>PT</u> Extensão de joelho (baixa intensidade): ↑27% Extensão de joelho (moderada intensidade): ↑16% Extensão de joelho (alta intensidade): ↑8% Flexão de joelho (baixa intensidade): ↑40%

			Intensidade: velocidade máxima	<p>Flexão de joelho (moderada intensidade): ↑22%</p> <p>Flexão de joelho (alta intensidade): ↑13%</p> <p>Supino (baixa intensidade): ↑11%</p> <p>Puxada baixa (moderada intensidade): ↑7%</p> <p>Puxada baixa (alta intensidade): ↑11%</p> <p>Flexão de coluna (moderada intensidade): ↑3%</p> <p>Extensão de coluna (moderada intensidade): ↑7%</p> <p>Extensão de coluna (alta intensidade): ↑6%</p> <p>Puxada alta (moderada intensidade): ↑15%</p> <p>Puxada alta (alta intensidade): ↑6%</p> <p>Desenvolvimento de ombros (moderada intensidade): ↑5%</p> <p>Desenvolvimento de ombros (alta intensidade): ↑5%</p> <p>Altura de salto: ↑9%</p>
Tsourlou et al. (2006)	Mulheres idosas Grupo intervenção vs. Grupo controle	24 semanas 3x/semana	<p><u>Treinamento aeróbio</u></p> <p>Intensidade: 65 → 80% FC_{max}</p> <p><u>Treinamento de força</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •2x12-15 repetições •3x12-15 repetições <p>Intensidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> •60 bpm •80 bpm •100 bpm •120 bpm <p>Uso de equipamento resistido a</p>	<p><u>PT isométrico</u></p> <p>Extensão de joelho: ↑10,5%</p> <p>Flexão de joelho: ↑13,4%</p> <p>Força de preensão palmar: ↑12,8%</p> <p><u>Altura de salto</u>: ↑24,6%</p> <p><u>3 RM</u></p> <p>Extensão de joelho: ↑29,4%</p> <p><i>Leg press</i>: ↑29,5%</p> <p>Supino: ↑25,7%</p>

			partir da semana 3	
Graef et al. (2010)	Mulheres idosas Grupo TF com controle da intensidade vs. Grupo TF sem controle da intensidade	12 semanas 2x/semana	<u>Treinamento aeróbio</u> Intensidade: 11-13 de Borg (6-20) <u>Treinamento de força</u> Grupo TF com controle da intensidade: Exercícios de força: •4x15 repetições •4x12 repetições •5x10 repetições •5x8 repetições Intensidade: máxima velocidade	<u>1 RM Flexão horizontal de ombros</u> Grupo TF com controle da intensidade: ↑10,39%
Buttelli et al. (2015)	Homens jovens Grupo TF série simples (SS) Vs. Grupo TF séries múltiplas (SM)	10 semanas 2x/semana	<u>Treinamento de força</u> SS 1x30s SM 3x30s Intensidade: máximo esforço	<u>1RM Flexão de cotovelos</u> SS: ↑5,1%; SM: ↑4,8% <u>1RM Extensão de cotovelos</u> SS: ↑4,8%; SM: ↑8% <u>1RM Voador</u> SS: ↑3,4%; SM: ↑5,6% <u>1RM Voador invertido</u> SS: ↑7,8%; SM: ↑6,5% <u>1RM Flexão de joelhos</u> SS: ↑12,3%; SM: ↑11% <u>1RM Extensão de joelhos</u> SS: ↑9,6%; SM: ↑9,5%
Schoenell	Mulheres jovens	20 semanas	<u>Treinamento de força</u>	Pós 10 semanas:

<p>et al. (2016) Schoenell (2012)</p>	<p>Pós 10 semanas: Grupo treinamento série simples (SS) vs. Grupo treinamento séries múltiplas (SM) Pós 20 semanas: Grupo série simples-série simples (SSS) vs. Grupo série simples-séries múltiplas (SSM) vs. Grupo séries múltiplas-séries múltiplas (SMM) vs. Grupo séries múltiplas-série simples (SMS)</p>	<p>2 x/semana</p>	<p><u>Pós 10 semanas:</u> SS 1x30s SM 3x30s <u>Pós 10 semanas:</u> SSS 1x30s → 1x30s SSM 1x30s → 3x30s SMM 3x30s → 3x30s SMS 3x30s → 1x30s</p>	<p><u>1RM Supino</u> SS: ↑12,9%; SM: ↑14% <u>1RM Flexão de cotovelos</u> SS: ↑15,3%; SM: ↑14,8% <u>1RM Flexão de joelhos</u> SS: ↑9,9%; SM: ↑10,4% <u>1RM Extensão de joelhos</u> SS: ↑17,5%; SM: ↑17% <u>RML Supino</u> SS: ↑25,2%; SM: ↑36,4% <u>RML Flexão de cotovelos</u> SS: ↑33,4%; SM: ↑33,6% <u>RML Flexão de joelhos</u> SS: ↑19,8%; SM: ↑33,3% <u>RML Extensão de joelhos</u> SS: ↑13,7%; SM: ↑9,1% <u>Altura de salto squat jump</u> SS: ↑8,3%; SM: ↑8,3% <u>Altura counter movement jump</u> SS: ↑14,2%; SM: ↑7,1% Pós 20 semanas: <u>1RM Supino</u> SSS: ↑4,2%; SSM: ↑3,2%; SMM: ↑5,1%; SMS: ↑1,8% <u>1RM Flexão de cotovelo</u> SSS: ↑8%; SSM: ↑7,7%; SMM: ↑7,4%; SMS: ↑7,4%</p>
---	---	-------------------	--	--

				<u>1RM Flexão de joelho</u> SSS: ↑6,3%; SSM: ↑6,5%; SMM: ↑7,3%; SMS: ↑7,2% <u>1RM Extensão de joelho</u> SSS: ↑10%; SSM: ↑6,8%; SMM: ↑6,2%; SMS: ↑8,4%
Souza et al. (2010)	Mulheres jovens Grupo intervenção vs. Grupo controle	11 semanas 2x/semana	<u>Treinamento de força</u> •2x30s •3x20s •4x15s •2x3x10s Intensidade: máxima velocidade	<u>1 RM</u> Supino: ↑22,8% Remada: ↑12% Elevação lateral de ombros: ↑12,2% Extensão de joelho: ↑15,5% Flexão de joelho: ↑16,2% Adução de quadril: ↑14,7% Abdução de quadril: ↑12%
Pinto et al. (2014)	Mulheres jovens Grupo aeróbio-força (AF) vs. Grupo força-aeróbio (FA)	12 semanas 2 x/semana	<u>Treinamento aeróbio</u> 18 min → 36 min Intensidade: FC _{LV2} <u>Treinamento de força</u> •3x20s •4x15s •2x3x10s Intensidade: máximo esforço	<u>1 RM Extensão joelho</u> AF: ↑27% ; FA: ↑43%* <u>1RM flexão cotovelo</u> AF: ↑13%; FA: ↑13% <u>PT isométrico extensão joelho</u> AF: ↑10%; FA: ↑6% <u>PT isométrico flexão de cotovelo</u> AF: ↑3%; FA: ↑4% <u>EMG bíceps braquial</u> AF: ↑25%; FA: ↑9% <u>EMG VL+RF</u> AF: ↑15%; FA: ↑19% <u>Espessura muscular extensão de joelho</u>

				AF: ↑5%; FA: ↑10%* <u>Espessura muscular flexão de cotovelo</u> AF: ↑3%; FA: ↑5%*
Pinto et al. (2015)	Mulheres jovens Grupo aeróbio-força (AF) vs. Grupo força-aeróbio (FA)	12 semanas 2 x/semana	<u>Treinamento aeróbio</u> 18 min → 36 min Intensidade: FC _{LV2} <u>Treinamento de força</u> •3x20s •4x15s •2x3x10s Intensidade: máximo esforço	<u>TPF máxima extensão de joelho</u> AF: ↑30%; FA: ↑19% <u>Altura salto CMJ</u> AF: ↑6%; FA: ↑5% <u>Economia neuromuscular VL</u> AF: ↓20%; FA: ↓13% <u>Economia neuromuscular RF</u> AF: ↓7%; FA: ↓17%
Tormen (2007)	Mulheres de meia-idade Grupo treinamento e após destreino (GTD) vs. Grupo treinamento e após aula de hidroginástica não periodizada (GTNP)	20 semanas 2x/semana	<u>Treinamento aeróbio</u> 21 min → 3 min Intensidade: 70-80% FC _{max} <u>Treinamento de força</u> •2x30s •3x20s •4x15s •2x3x10s Intensidade: máxima velocidade	<u>1RM Extensão de joelho</u> GTD: ↑85,2%; GTNP: ↑78,6% <u>1RM Extensão horizontal de ombro</u> GTD: ↑53,8%; GTNP: ↑47,6% <u>1RM Flexão horizontal de ombro</u> GTD: ↑61,6%; GTNP: ↑51,8%
Ambrosini et al. (2010)	Mulheres de meia-idade Grupo TF sem equipamento resistido (GSE) vs. Grupo TF	12 semanas 2x/semana	<u>Treinamento de força</u> •2x30s •3x20s	<u>1 RM Flexão horizontal de ombros</u> GSE: ↑17,10%; GCE: ↑18,49% <u>1 RM Extensão horizontal de ombros</u>

	com equipamento resistido (GCE)		<ul style="list-style-type: none"> •4x15s •2x3x10s Intensidade: <ul style="list-style-type: none"> •12-15 de Borg (6-20) •16-19 de Borg (6-20) 	GSE: ↑22,91%; GCE: ↑9,82% <u>1 RM Extensão de quadril</u> GSE: ↑41,60%; GCE: ↑34,29%
Pinto et al. (2015)	Mulheres pós-menopáusicas Grupo aeróbio-força (AF) vs. Grupo força-aeróbio (FA)	12 semanas 2x/semana	<u>Treinamento aeróbio</u> 18 min → 36 min Intensidade: FC _{LV2} <u>Treinamento de força</u> <ul style="list-style-type: none"> •3x20s •4x15s •2x3x10s Intensidade: máximo esforço	<u>1 RM flexão de cotovelo</u> AF: ↑7%; FA: ↑12% <u>1RM extensão de joelho</u> AF: ↑14%; FA: ↑35%* <u>PT isométrico extensão joelho</u> AF: ↑6%; FA: ↑7% <u>EMG VL</u> AF: ↑11%; FA: ↑12% <u>EMG RF</u> AF: ↑33%; FA: ↑28% <u>Economia neuromuscular VL</u> AF: ↓6%; FA: ↓5% <u>Economia neuromuscular RF</u> AF: ↓12%; FA: ↓17% <u>Espessura muscular VL</u> AF: ↑4%; FA: ↑4% <u>Espessura muscular BB</u> AF: ↑7%; FA: ↑5%

Moreira et al. (2013)	Mulheres pós-menopáusicas Grupo intervenção vs. Grupo controle	24 semanas 3x/semana	<u>Treinamento aeróbio</u> Intensidade: 5 de Borg (0-10) 9 de Borg (0-10) <u>Treinamento de força</u> •2x30s •3x20s •4x15s •5x10s Intensidade: máximo esforço	<u>Força máxima isométrica flexão de quadril</u> : ↑18,5% <u>Força máxima isométrica extensão de joelho</u> : ↑7,7% <u>Força máxima isométrica de preensão palmar</u> : ↑13,4%
Bento et al. (2012)	Homens e mulheres idosos Grupo intervenção vs. Grupo controle	12 semanas 3x/semana	<u>Treinamento aeróbio</u> Intensidade: 12-16 de Borg (6-20) <u>Treinamento de força</u> 1x40s Intensidade: •12 de Borg (velocidade moderada) •12-14 de Borg (velocidade acima da moderada) •14-16 de Borg (velocidade máxima de movimento)	<u>PT isométrico</u> Extensão de quadril: ↑40% Flexão de quadril: ↑18% Flexão plantar: ↑42% <u>Taxa de desenvolvimento de torque</u> Extensão de quadril: ↑10% Extensão de joelho: ↑11% Flexão plantar: ↑27%
Bento et al. (2015)	Mulheres idosas Grupo intervenção em meio aquático vs. Grupo intervenção em meio terrestre	12 semanas 3x/semana	<u>Treinamento aeróbio</u> Intensidade: 12-16 de Borg (6-20) <u>Treinamento de força</u> 1x40s	<u>1RM</u> Extensão de joelho: ↑11,6% Flexão de joelho: ↑13,2% <i>Leg press</i> : ↑16,9%

	vs. Grupo controle		<p>Intensidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> •12 de Borg (velocidade moderada) •12-14 de Borg (velocidade acima da moderada) •14-16 de Borg (velocidade máxima de movimento) 	<p><u>PT isométrico</u></p> <p>Extensão de quadril: ↑42%</p> <p>Flexão plantar: ↑50%</p> <p><u>Taxa de desenvolvimento de torque</u></p> <p>Extensão de quadril: ↑53%</p>
Liedtke (2014)	Mulheres idosas Grupo TF em meio aquático vs. Treinamento aeróbio na hidroginástica vs. Treinamento de equilíbrio no meio aquático	12 semanas 2x/semana	<p><u>Treinamento de força</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •3x20s •4x15s •2x3x10s <p>Intensidade: máxima velocidade de movimento</p>	<p><u>1RM</u></p> <p>Extensão de joelho: ↑30%</p> <p><u>Teste funcional</u></p> <p>Flexão de cotovelo: ↑51%</p> <p>Sentar e levantar : ↑38%</p>
Zaffari (2014)	Mulheres idosas Grupo TF no meio aquático vs. Grupo treinamento aeróbio de hidroginástica vs. Grupo treinamento combinado na hidroginástica	12 semanas 2x/semana	<p><u>Treinamento de força</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •2x30s •3x20s •4x10s <p>Intensidade: máxima velocidade</p>	<p><u>1RM</u></p> <p>Extensão de joelho: ↑7%</p> <p>Flexão de joelho: ↑13%</p> <p><u>RML</u></p> <p>Extensão de joelho: ↑17%</p> <p>Flexão de joelho: ↑13%</p> <p><u>Força isométrica máxima extensão de joelho: ↑96%</u></p> <p><u>Teste funcional sentar e levantar: ↑36%</u></p>
Kanitz (2015)	Mulheres idosas Grupo TF no meio aquático vs. Treinamento aeróbio na hidroginástica vs. Grupo	10 semanas 2x/semana	<p><u>Treinamento de força</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •4x20s •6x10s <p>Intensidade: máxima velocidade de</p>	<p><u>1RM</u></p> <p>Extensão de joelho: ↑8%</p> <p>Flexão de joelho: ↑18%</p>

	controle		movimento	
Costa (2015)	Mulheres idosas dislipidêmicas Grupo TF no meio aquático vs. Treinamento aeróbio na hidroginástica vs. Grupo controle	10 semanas 2x/semana	<u>Treinamento de força</u> •4x20s •6x10s Intensidade: máxima velocidade de movimento	<u>1RM</u> Extensão de joelho: ↑13% Flexão de joelho: ↑14%

↑: aumento; ↓diminuição; RM: repetição máxima; PT: pico de torque; MSs: membros superiores; MIs: membros inferiores; VL: vasto lateral; VM: vasto medial; BF: bíceps braquial; ST: semitendinoso; EMG: atividade neuromuscular máxima; TF: treinamento de força; FC_{max}: frequência cardíaca máxima; bpm: batidas por minuto; FC_{LV2}: frequência cardíaca referente ao segundo limiar ventilatório. * indica diferença significativa entre os grupos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Esse estudo caracterizou-se como sendo do tipo quase-experimental, no modelo comparativo, visando à análise de três modelos de treinamento (THOMAS & NELSON, 2002).

3.2. POPULAÇÃO E AMOSTRA

3.2.1. População

A população do estudo envolveu mulheres com idade entre 60 e 75 anos, aptas a realizar o treinamento físico proposto e que não estivessem praticando exercícios físicos há no mínimo três meses, de forma regular e sistemática (tempo igual ou superior a 20 minutos, três vezes por semana). Além disso, os sujeitos não deveriam apresentar problemas osteoarticulares que limitassem a prática de atividade física, não poderiam ser fumantes e não deveriam possuir nenhum tipo de trauma relacionado ao meio aquático. Para a participação no estudo, os indivíduos deveriam apresentar um eletrocardiograma de esforço para avaliação da condição física.

3.2.2. Amostra

A amostra foi selecionada de forma não aleatória, por voluntariedade. O projeto foi anunciado via internet, em jornal de grande circulação, através de cartazes e da secretária de extensão da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID-UFRGS). Os indivíduos interessados entraram em contato por telefone e foi realizada uma breve entrevista. Estando de acordo com os critérios de inclusão do presente estudo, compareceram em data e horários pré-estabelecidos para as demais sessões.

O tamanho da amostra foi determinado através do cálculo do tamanho amostral baseado em estudos prévios (KANITZ et al., 2015, TSOURLOU et al., 2006 e GRAEF et al., 2010), os quais foram escolhidos devido à semelhança com as avaliações e amostra do presente estudo. O cálculo foi realizado no programa GPower versão 3.1., no qual se adotou um nível de significância de 0,05, um poder de 90% e um coeficiente de correlação de 0,8 para todas as variáveis. Foi adotado para o tamanho amostral o número de maior valor entre

as variáveis: 33 sujeitos (11 para cada grupo). No entanto, a fim de administrar uma possível perda amostral, foi acrescentado um percentual de 30% sobre o valor estimado. Dessa forma, adotou-se um “n” de 45 sujeitos (15 para cada grupo). Os detalhes do cálculo amostral podem ser visualizados no APÊNDICE 1.

Os 45 indivíduos foram distribuídos entre os três grupos de treinamento por randomização estratificada com base nos valores de força dinâmica máxima (1RM) de extensão de joelho. De acordo com valores de 1RM, foi estabelecido um ponto de corte e os indivíduos foram divididos em tercís. Após isso, os indivíduos de cada tercil foram distribuídos aleatoriamente entre os três grupos do estudo. A randomização foi realizada pelo site <http://www.randomization.com>.

Após o treinamento, foram excluídos os dados das amostras que não obtiveram, no mínimo, 80% de frequência nas aulas ou daquelas que acumularam duas faltas consecutivas. Os indivíduos foram informados de todos os procedimentos metodológicos do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE 2). O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEP-UFRGS 675.861).

3.3. VARIÁVEIS

3.3.1. Variáveis dependentes

3.3.1.1. Variáveis dependentes principais

- Força muscular dinâmica máxima de extensão de joelho;
- Força muscular dinâmica máxima de flexão de joelho;
- Força muscular dinâmica máxima de flexão horizontal de ombro;
- Força muscular dinâmica máxima de flexão de cotovelo;
- Força resistente de extensão de joelho;
- Força resistente de flexão de joelho;
- Força resistente de flexão horizontal de ombro;
- Força resistente de flexão de cotovelo;
- Força isométrica máxima de extensão de joelho;
- Força isométrica máxima de flexão de joelho;
- Taxa de produção de força em 50ms de extensão de joelho;
- Taxa de produção de força em 50ms de flexão de joelho;

- Taxa de produção de força em 100ms de extensão de joelho;
- Taxa de produção de força em 100ms de flexão de joelho;
- Taxa de produção de força em 250ms de extensão de joelho;
- Taxa de produção de força em 250ms de flexão de joelho;
- Taxa máxima de produção de força de extensão de joelho;
- Taxa máxima de produção de força de flexão de joelho;
- Amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico dos músculos flexores de joelho;
- Amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico dos músculos extensores de joelho;

3.3.1.2. Variáveis dependentes secundárias

- Número de repetições no meio aquático realizadas pelo grupo 1x30s no exercício de flexão/extensão de cotovelo executado durante 30s;
- Número de repetições no meio aquático realizadas pelo grupo 1x30s no exercício de flexão/extensão de joelho executado durante 30s;
- Número de repetições no meio aquático realizadas pelo grupo 1x30s no exercício de flexão/extensão horizontal de ombros executado durante 30s;
- Somatório do número de repetições no meio aquático realizadas nas três séries pelo grupo 3x10s no exercício de flexão/extensão de cotovelo;
- Somatório do número de repetições no meio aquático realizadas nas três séries pelo grupo 3x10s no exercício de flexão/extensão de joelho;
- Somatório do número de repetições no meio aquático realizadas nas três séries pelo grupo 3x10s no exercício de flexão/extensão horizontal de ombros;
- Número de repetições no meio aquático realizadas na primeira série pelo grupo 3x10s no exercício de flexão/extensão de cotovelo;
- Número de repetições no meio aquático realizadas na primeira série pelo grupo 3x10s no exercício de flexão/extensão de joelho;
- Número de repetições no meio aquático realizadas na primeira série pelo grupo 3x10s no exercício de flexão/extensão horizontal de ombros;
- Número de repetições no meio aquático realizadas em cada série pelo grupo 3x10s no exercício de flexão/extensão de cotovelo;

- Número de repetições no meio aquático realizadas em cada série pelo grupo 3x10s no exercício de flexão/extensão de joelho;
- Número de repetições no meio aquático realizadas em cada série pelo grupo 3x10s no exercício de flexão/extensão horizontal de ombros;
- Número de repetições no meio aquático realizadas pelo grupo 1x10s no exercício de flexão/extensão de cotovelo executado durante 10s;
- Número de repetições no meio aquático realizadas pelo grupo 1x10s no exercício de flexão/extensão de joelho executado durante 10s;
- Número de repetições no meio aquático realizadas pelo grupo 1x10s no exercício de flexão/extensão horizontal de ombros executado durante 10s.

3.3.2. Variáveis independentes

Treinamento:

- Treinamento série simples de 30 segundos (1x30s);
- Treinamento série simples de 10 segundos (1x10s);
- Treinamento séries múltiplas de 10 segundos (3x10s).

3.3.3. Variáveis de controle

- Temperatura da água: foi mantida entre 30 e 32°C.
- Profundidade de imersão: entre processo xifóide e ombros

3.3.4. Variáveis de caracterização da amostra

- Idade;
- Estatura;
- Massa corporal;
- Percentual de gordura;
- Índice de Massa Corporal (IMC).

3.4. PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

As coletas de dados foram realizadas no Centro Natatório da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Foram realizadas avaliações de composição corporal, força dinâmica, força isométrica e do número de repetições realizadas dos exercícios de hidroginástica. Durante as avaliações pós-treinamento, os avaliadores não possuíam acesso aos valores pré-treinamento.

Após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética da UFRGS, iniciou-se o recrutamento dos sujeitos pelos meios já expostos. Em encontros individuais, os sujeitos foram informados acerca dos objetivos, riscos e procedimentos envolvidos na pesquisa, além de assinarem um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Na semana subsequente, foram realizadas as familiarizações dos indivíduos com avaliações e com o treinamento de hidroginástica (exercícios de força e Escala de Percepção de Esforço de Borg). Após a familiarização, 15 indivíduos (os 15 primeiros a serem incluídos no estudo) foram selecionados para realizar o período controle (quatro semanas). Após esse período, todos os indivíduos realizaram as avaliações pré-treinamento e foram randomizados entre os três grupos de treinamento. Finalmente, dois dias após o término do período de treinamento, a bateria de avaliações foi repetida. Em todas as etapas do projeto, as avaliações foram realizadas em três encontros, com intervalo mínimo de 48h entre elas: 1) teste de força dinâmica máxima e força resistente; 2) teste de força máxima isométrica e; 3) teste do número de repetições realizadas em meio aquático. A seguir, apresenta-se o fluxograma de delineamento do experimento (Figura 1).

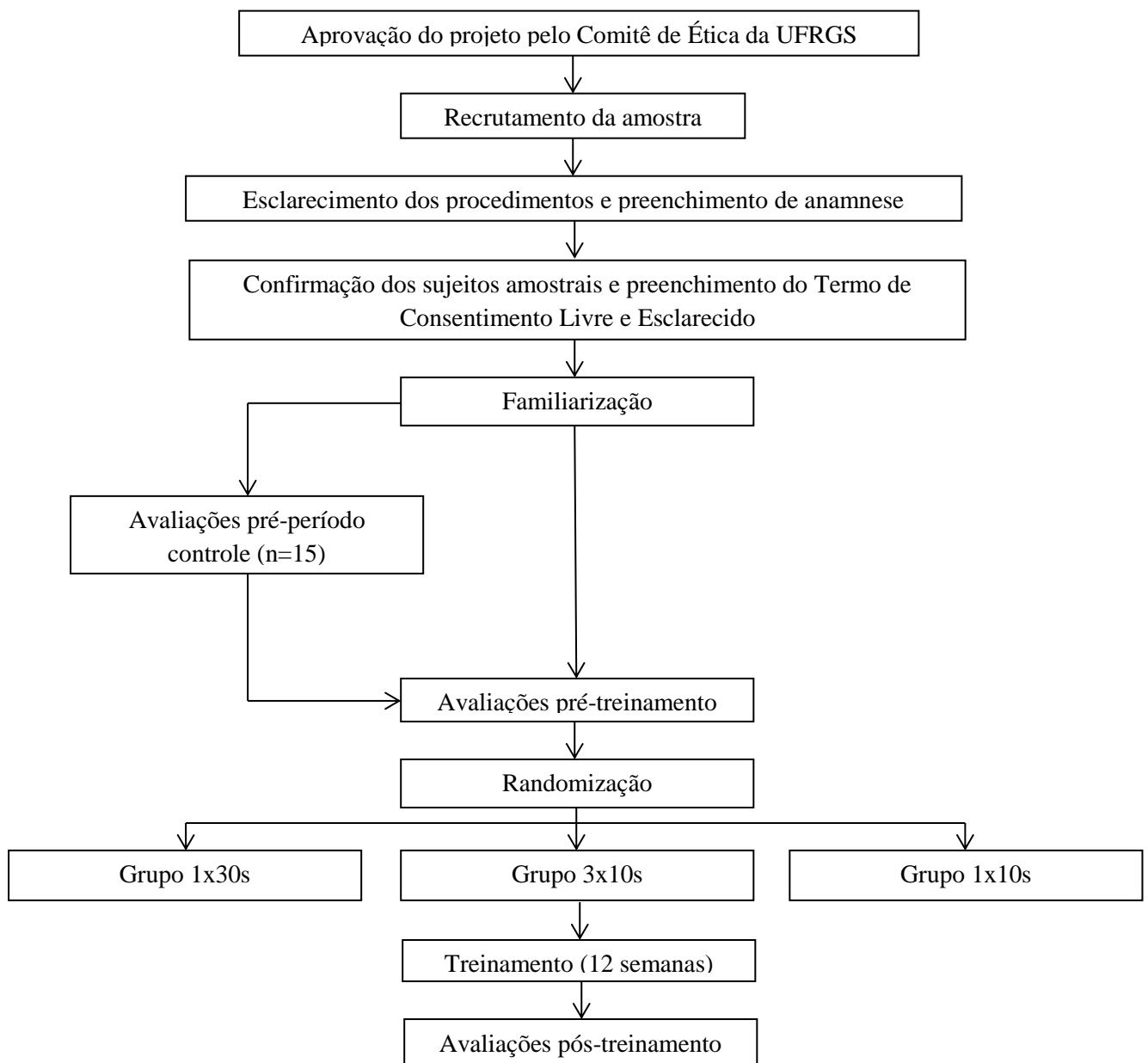


Figura 1. Fluxograma representativo do delineamento experimental.

3.5. TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

O presente estudo consistiu em três treinamentos de força distintos, no meio aquático, com a duração de 12 semanas. Todos os grupos realizaram os seus respectivos treinamentos duas vezes por semana, em dias alternados. O mesmo professor e monitor, ambos experientes na prática de hidroginástica, ministraram os treinamentos. As aulas ocorreram no Centro Natatório da ESEFID – UFRGS.

Anteriormente ao período de treinamento, foi realizado um período controle com duração de quatro semanas. Antes e após esse período, uma subamostra das mulheres idosas (n=15) realizou as avaliações a fim de verificar o comportamento das variáveis dependentes sem a prática do treinamento. Esse procedimento é adotado na falta de um grupo controle (HÄKKINEN et al., 2000). Precedendo o período controle, foi realizada a familiarização dos indivíduos com a avaliação da força dinâmica máxima e da força isométrica máxima, bem como com os exercícios de hidroginástica e a Escala de Percepção de Esforço de Borg (6-20). O quadro 3 apresenta o cronograma das avaliações, período controle e de treinamento.

Quadro 3. Cronograma das avaliações, período controle e treinamento.

Semana -6	Semana -5	Semana -4 a -1	Semana 0	Semana 1 a 12	Semana 13
Familiarização com as avaliações e treinamento	Avaliação das variáveis dependentes	Período Controle	Avaliação das variáveis dependentes	Período de treinamento	Avaliação das variáveis dependentes

3.6. PROTOCOLO DE TREINAMENTO

As aulas foram compostas por aquecimento, parte principal e volta à calma. O aquecimento teve a duração de sete minutos e consistiu de aquecimento articular e deslocamentos pela piscina. A parte principal foi composta pelos exercícios de força (Quadro 4). Os exercícios foram realizados em formato de circuito, composto por quatro estações de três exercícios cada uma (Quadro 5). A volta à calma consistiu de alongamento durante 10 minutos e, para os dois grupos de treinamento série simples, foi realizado ainda um relaxamento (15 minutos para o grupo 1x30s e 19 minutos para o grupo 1x10s), a fim de equalizar o tempo total da sessão de 45 minutos para os três grupos. O relaxamento abrangeu exercícios da técnica de *ai chi*, que consiste em realizar movimentos lentos controlando a respiração, e relaxamento com aquatubos.

Quadro 4. Descrição dos exercícios de força.

Ordem	Exercícios	Descrição Cinesiológica
1	Chute alto frontal com deslize para trás/perna direita	Flexão do quadril direito com extensão de joelho e extensão do quadril com joelho estendido
2	Chute alto frontal com deslize para trás/perna esquerda	Flexão do quadril esquerdo com extensão de joelho e extensão do quadril com joelho estendido
3	Flexão e extensão horizontal de ombros	Flexão e extensão horizontal de ombros com cotovelos estendidos
4	Deslize lateral	Adução e abdução de quadril simultâneo dos dois membros
5	Flexão e extensão do cotovelo direito	Flexão e extensão do cotovelo direito
6	Flexão e extensão do cotovelo esquerdo	Flexão e extensão do cotovelo esquerdo
7	Flexão e extensão do joelho direito	Flexão do quadril direito a 90°, flexão e extensão do joelho direito
8	Flexão e extensão do joelho esquerdo	Flexão do quadril esquerdo a 90°, flexão e extensão do joelho esquerdo
9	Flexão e extensão de ombros	Flexão e extensão de ombros simultâneo
10	Adução e abdução de quadril direito	Adução e abdução de quadril direito
11	Adução e abdução de quadril esquerdo	Adução e abdução de quadril esquerdo
12	Flexão e extensão de cotovelos com ombros abduzidos a 90°	Ombros abduzidos a 90°, flexão e extensão de cotovelos

Quadro 5. 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

3.6.1. Treinamento série simples de 30 segundos (1x30s)

Os exercícios de cada estação foram realizados durante 30 segundos em máxima velocidade de execução, o que foi controlado através do índice de esforço percebido 19 (extremamente intenso) da Escala de Percepção de Esforço de Borg. Para um melhor acompanhamento da intensidade do exercício, a escala foi posicionada na borda piscina em todas as sessões. Foi adotado um intervalo de cinco segundos na transição entre os exercícios dentro de cada estação. A cada troca de estação, um intervalo passivo de dois minutos foi controlado a fim de oportunizar um período de recuperação, minimizando o efeito da fadiga muscular. Os sujeitos foram orientados a iniciar o treinamento em uma nova estação a cada sessão. O volume do treinamento de força foi de seis minutos, enquanto que o tempo de duração, de 13 minutos.

3.6.2. Treinamento séries múltiplas de 10 segundos (3x10s)

Em cada estação, os exercícios foram realizados por 10 segundos na máxima velocidade de execução, o que foi controlado pelo índice de esforço percebido 19 (extremamente intenso) da Escala de Percepção de Esforço de Borg. Para um melhor acompanhamento da intensidade do exercício, a escala foi posicionada na borda piscina em todas as sessões. Na transição entre os exercícios de cada estação foi adotado um intervalo de cinco segundos. Após a finalização de uma série, um intervalo passivo de dois minutos foi controlado a fim de oportunizar um período de recuperação para o grupo muscular. Após o intervalo, os indivíduos deveriam repetir os exercícios por mais duas vezes. A cada troca de estação, um intervalo passivo de dois minutos foi controlado para oportunizar um período de recuperação, minimizando o efeito da fadiga muscular. Os sujeitos foram orientados a iniciar o treinamento em uma nova estação a cada sessão. O volume do treinamento de força foi de seis minutos e o tempo de duração de 28 minutos.

3.6.3. Treinamento séries simples de 10 segundos (1x10s)

Em cada estação, os sujeitos realizaram os exercícios por 10 segundos na máxima velocidade de execução, controlado a partir do índice de esforço percebido 19 (extremamente intenso) da Escala de Percepção de Esforço de Borg. Para um melhor acompanhamento da intensidade do exercício, a escala foi posicionada na borda piscina em todas as sessões. Foi adotado um intervalo de cinco segundos na transição entre os exercícios dentro de cada

estação. A cada troca de estação, um intervalo passivo de dois minutos foi controlado a fim de oportunizar um período de recuperação, minimizando o efeito da fadiga muscular. Os sujeitos foram orientados a iniciar o treinamento em uma nova estação a cada sessão. O volume do treinamento de força foi de dois minutos, enquanto que a duração, de nove minutos.

3.7. INSTRUMENTOS DE MEDIDA E PROTOCOLO DE TESTES

3.7.1. Composição corporal

Medidas de composição corporal foram realizadas para fins de caracterização da amostra. As medidas de massa corporal e estatura foram realizadas em uma balança FILIZOLA (resolução de 100g) e em um estadiômetro FILIZOLA (resolução de 1mm), respectivamente. A densidade corporal foi estimada por meio do protocolo de dobras cutâneas proposto por Petroski (1995). Para tal, mensuraram-se as dobras cutâneas axilar-média, supra-iliaca, coxa e perna (plicômetro LANGE, resolução de 1mm), em formato de circuito, totalizando, no máximo, três medidas de cada dobra cutânea. O percentual de gordura foi estimado por meio da fórmula de Siri (1993).

3.7.2. Força muscular dinâmica máxima (1RM)

A força muscular dinâmica máxima foi avaliada por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) nos seguintes exercícios: flexão (KÖNNENGYM, resolução de 1kg) e extensão de joelho (WORLD, resolução de 1kg), realizados de forma bilateral; supino e rosca direta, realizados de forma bilateral utilizando barra com pesos livres. Para cada um dos exercícios, foi selecionada uma carga, por tentativa e erro, a fim de que o sujeito não realizasse mais do que 10 repetições. A partir do número de repetições executadas, a carga foi redimensionada através dos valores propostos por Lombardi (1989). Foram realizadas no máximo cinco tentativas, com intervalo de cinco minutos entre elas. O ritmo de execução adotado foi de dois segundos para a fase concêntrica e dois segundos para a fase excêntrica, controlado com o auxílio de um metrônomo (QUARTZ, CA, USA). A ordem dos exercícios foi randomizada, alternando-se membro superior e inferior. Anteriormente ao teste, os indivíduos realizaram um aquecimento de cinco minutos em cicloergômetro seguido de 10 repetições com carga leve nos exercícios específicos. Todos os indivíduos da amostra foram familiarizados em duas ocasiões anteriormente ao teste.

3.7.3. Força resistente

A força resistente foi avaliada nos seguintes exercícios: flexão (KÖNNENGYM, resolução de 1kg) e extensão de joelho (WORLD, resolução de 1kg), realizados de forma bilateral; supino e rosca direta, realizados de forma bilateral utilizando barra com pesos livres. Nesse teste, o indivíduo teve que realizar o maior número possível de repetições com a carga correspondente a 60% de 1RM dos respectivos exercícios. O ritmo de execução foi controlado através de um metrônomo (QUARTZ, CA, USA), adotando-se dois segundos para a fase concêntrica e dois segundos para a excêntrica. Na avaliação pós-treinamento, foi utilizada a mesma carga absoluta referente à primeira avaliação. A ordem dos exercícios foi a mesma utilizada no teste de 1RM.

3.7.4. Força isométrica máxima e taxa de produção de força de flexores e extensores de joelho

A força isométrica máxima foi avaliada para os exercícios de extensão e flexão de joelho. Os indivíduos realizaram um aquecimento de cinco minutos em cicloergômetro e foram então posicionados em uma cadeira extensora (TAURUS, Brasil) com 90° de flexão de quadril e 60° de flexão de joelho do membro dominante. Os ângulos foram medidos com um goniômetro. Os indivíduos foram instruídos a exercer a máxima força possível o mais rápido possível. Durante o teste, foi realizado um encorajamento verbal a fim de motivar os sujeitos a realizarem o seu máximo esforço. Para cada exercício, foram realizadas três tentativas de cinco segundos, com um intervalo de três minutos entre elas. Para a quantificação da força, foi utilizada uma célula de carga (Figura 2) ligada a um conversor análogo digital (A/D) Miotool (marca MIOTEC). A contração voluntária de maior valor foi utilizada para análise.

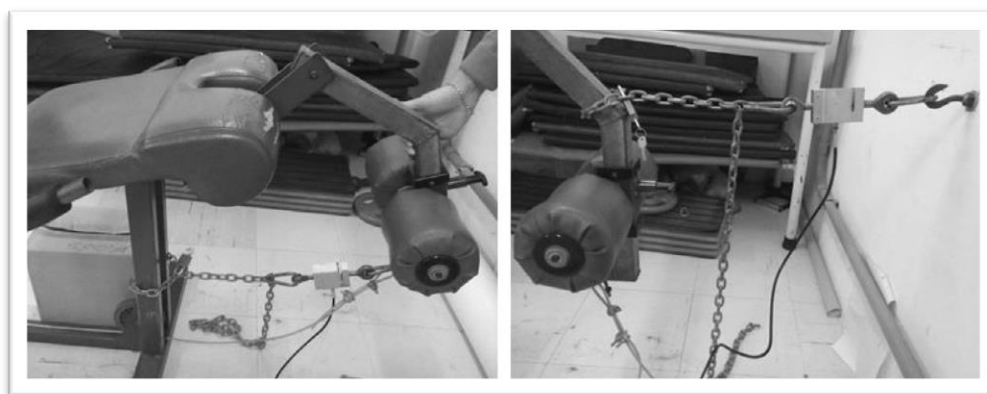


Figura 2. Posicionamento da célula de carga para o exercício extensão e flexão de joelho.

3.7.5. Amplitude máxima do sinal eletromiográfico nas contrações isométricas máximas

Juntamente com a aquisição da força isométrica máxima, a atividade neuromuscular máxima dos músculos extensores do joelho (reto femoral e vasto lateral) e flexores de joelho (bíceps femoral e semitendinoso) foi mensurada através do sinal eletromiográfico (EMG). Para isso, foi utilizado um eletromiógrafo de quatro canais com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal (Miotool 400, MIOTEC), e o sinal EMG foi coletado no *software MioGraph*.

Anteriormente ao teste, foi realizada uma tricotomia, abrasão e limpeza da pele do local de interesse, com o objetivo de remover possíveis células mortas e diminuir a impedância da pele (Figura 3). Os eletrodos de superfície (Meditrace™ 100) foram posicionados em configuração bipolar, longitudinalmente à direção das fibras musculares, no ventre dos músculos de interesse, próximas à região do ponto motor (LEIS & TRAPANI, 2000). O nível de resistência entre os eletrodos e a pele deveria estar abaixo de 3000 Ohms, a distância entre os eletrodos deveria ser de dois centímetros (BECK et al., 2005) e o eletrodo de referência foi posicionado na tuberosidade da tíbia da perna avaliada.

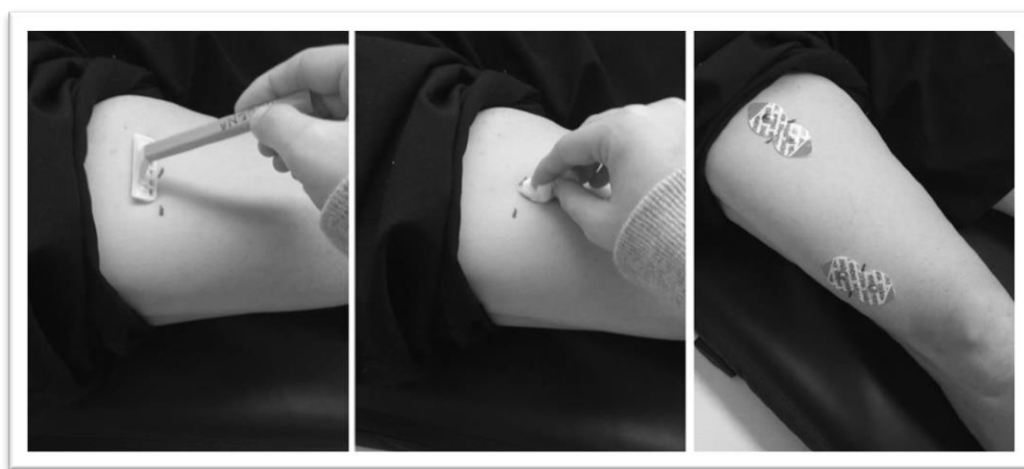


Figura 3. Tricotomia, abrasão e posicionamento dos eletrodos no local de interesse.

Para facilitar o reposicionamento dos eletrodos no período pós-treinamento, foi realizado um mapeamento da posição dos eletrodos (Figura 4). Em uma lâmina transparente posicionada sobre a pele, foi desenhado o posicionamento dos eletrodos referentes a pontos anatômicos e sinais na pele (NARICI et al., 1989).



Figura 4. Mapa para o reposicionamento dos eletrodos.

3.7.6. Número de repetições realizadas dos exercícios de hidroginástica no meio aquático

O número de repetições realizadas nos exercícios de flexão/extensão de cotovelo, flexão/extensão horizontal de ombros e flexão/extensão de joelho foi avaliado através de uma filmagem subaquática (Figura 5) (VPC-WH1, SANYO, Osaka, Japão). Utilizou-se uma frequência de amostragem de 60 Hz, e os vídeos foram gravados em um cartão de memória SD com capacidade de 16GB. Os indivíduos foram posicionados em uma profundidade de imersão entre processo xifóide e ombros distantes a cinco metros em frente à câmera, que foi fixada em uma estrutura externa posicionada na borda da piscina. Os exercícios flexão/extensão de cotovelo e joelho foram filmados em relação ao plano sagital dos sujeitos, enquanto o exercício flexão/extensão horizontal de ombros, ao plano frontal. Os sujeitos foram orientados a realizar os exercícios na máxima velocidade de execução, correspondente ao índice 19 (extremamente intenso) da Escala de Percepção de Esforço de Borg (6-20) em toda a sua amplitude de movimento. Encorajamento verbal foi realizado durante todo o teste para motivar os sujeitos a realizarem o seu máximo esforço. Cada indivíduo realizou os exercícios conforme o seu grupo de treinamento: os indivíduos do grupo 1x30s realizaram cada exercício por 30 segundos, os indivíduos pertencentes ao grupo 1x10s realizaram cada exercício por 10 segundos e os indivíduos do grupo 3x10s realizaram três séries de 10 segundos de cada exercício, com dois minutos de intervalo entre as séries.

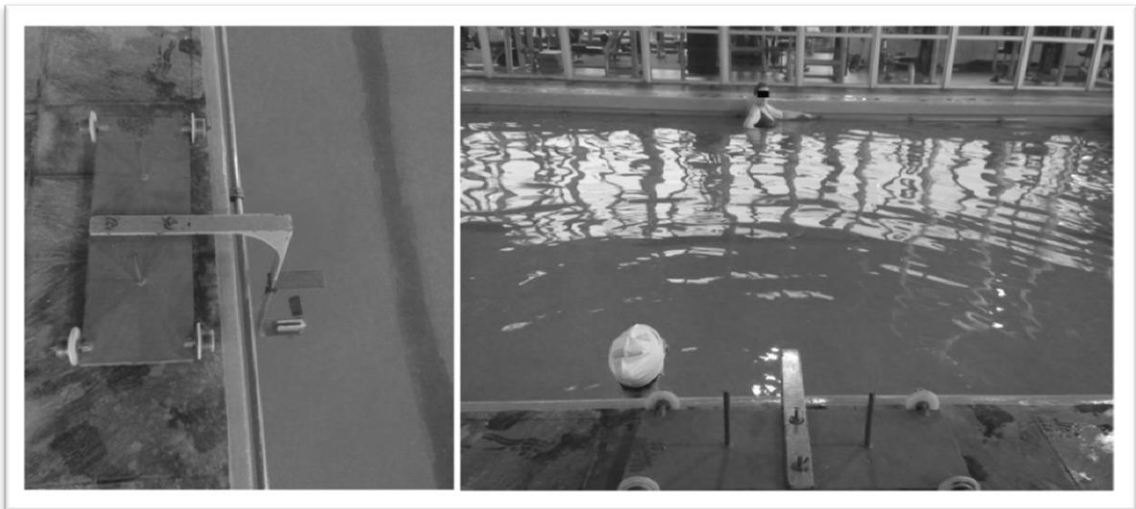


Figura 5. Avaliação do número de repetições realizadas dos exercícios de hidroginástica.

3.8. TRATAMENTO DOS DADOS

3.8.1. Força muscular dinâmica máxima

A força muscular dinâmica máxima foi considerada a máxima carga suportada, em kg, durante a fase concêntrica de uma repetição em cada um dos exercícios.

3.8.2. Força resistente

A força resistente foi considerada o número máximo de repetições realizadas com uma carga correspondente a 60% do teste de uma repetição máxima.

3.8.3. Força muscular isométrica máxima de extensores e flexores de joelho

Os arquivos de força de cada indivíduo foram exportados do sistema de aquisição *Miograph* para o sistema de aquisição de dados SAD32. Neste programa, o sinal de força isométrica foi filtrado com um filtro do tipo passa-baixa *Butterworth* de 5ª ordem com frequência de corte de 9 Hz. Após, foi feito um recorte de 1 segundo da maior força estável no platô da curva de força. A partir desse recorte, foi visualizado o valor médio de força, em kg.

3.8.4. Taxa de produção de força de extensores e flexores de joelho

A taxa de produção de força foi analisada para os exercícios de extensão e flexão de joelho a partir da inclinação ascendente da curva força-tempo ($\Delta\text{força}/\Delta\text{tempo}$). Para isso, foi

criada uma rotina específica no *software* Matlab (versão 5.3), na qual foi determinada a variação de força nos primeiros 50, 100 e 250 ms, bem como a máxima variação de força da curva força-tempo. Para o cálculo da taxa de produção de força máxima, foram realizados janelamentos de 20 ms e considerou-se o de maior valor. As variáveis foram calculadas a partir do início da fase ascendente da curva força-tempo, que foi determinada como o ponto em que a força excedeu 2,5 vezes o desvio padrão da média do sinal de força em repouso.

3.8.5. Atividade neuromuscular máxima de extensores e flexores de joelho

Os sinais EMG foram exportados para análise no *software* SAD32. Foram realizadas a remoção dos componentes contínuos do sinal, a filtragem digital do sinal EMG através do filtro passa-banda *Butterworth* de 5ª ordem com frequência de corte entre 20 e 500Hz e, quando necessária, a filtragem através do filtro remove picos automáticos. As curvas do sinal correspondente às contrações voluntárias máximas, após terem passado pelos procedimentos de filtragem descritos acima, foram recortadas para obtenção do valor *Root Mean Square* (RMS), no janelamento correspondente ao momento em que foi observado o platô na força muscular máxima obtida.

3.8.6. Número de repetições realizadas dos exercícios de hidroginástica no meio aquático

Os vídeos foram analisados no programa VirtualDub 1.10.4. Realizou-se a contagem do número de repetições realizadas em cada exercício durante os 30 segundos de execução do grupo 1x30s e durante os 10 segundos de execução do grupo 1x10s. Para o grupo 3x10s, realizou-se a soma do número de repetições executadas nas três séries e a contagem do número de repetições realizadas na primeira série.

3.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a descrição dos resultados, foi utilizada estatística descritiva com média e erro padrão. A normalidade e a homogeneidade dos dados de caracterização da amostra e do período controle foram testadas por meio dos testes de *Shapiro-Wilk* e Levene, respectivamente. Para comparação das variáveis dependentes durante o período controle (semana -4 a semana 0) foi utilizado o teste T Pareado. Além disso, o teste de coeficiente de correlação intraclasse (ICC) foi utilizado para verificar a reprodutibilidade dessas medidas. Os dados de caracterização da amostra e frequência de treinamento foram analisados utilizando

uma ANOVA *one-way* com *post hoc* de Bonferroni. Para comparação das variáveis dependentes entre os modelos de treinamento e entre os períodos pré e pós-treinamento, foi utilizado o teste Equações de Estimativas Generalizadas com *post hoc* de Bonferroni. Foi realizada uma ANCOVA para as variáveis que apresentaram diferença significativa no momento pré-treinamento. O índice de significância adotado foi de $\alpha = 0,05$. Nos casos em que a interação tempo*grupo foi marginalmente significativa, considerou-se significância estatística quando $\alpha < 0,075$ (MONTGOMERY, 2012). Todos os testes estatísticos foram realizados no programa estatístico SPSS vs 20.0.

4. RESULTADOS

4.1. FLUXOGRAMA DOS PARTICIPANTES

Os três grupos iniciaram o treinamento com 15 participantes. Ao longo da intervenção, não houve perdas amostrais no grupo 1x30s, no entanto três sujeitos foram excluídos da análise: dois por possuírem frequência de treinamento inferior a 80% e um por não realizar as avaliações pós-treinamento devido a um episódio de depressão. O grupo 3x10s apresentou três perdas amostrais: dois sujeitos descontinuaram o treinamento devido a problemas familiares, um devido a uma cirurgia e um por motivo de trabalho. Por fim, no grupo 1x10s, um sujeito descontinuou o treinamento por problemas de saúde e um foi excluído da análise por possuir frequência de treinamento inferior a 80%. A taxa de perda amostral foi de 20% no grupo 1x30s, 26,6% no grupo 3x10s e 13,3% no grupo 1x10s. Dessa forma, foram incluídos na análise estatística 12 sujeitos no grupo 1x30s, 11 sujeitos no grupo 3x10s e 13 sujeitos no grupo 1x10s, atingindo o número necessário de indivíduos determinado pelo cálculo amostral. Na figura 6, pode ser visualizado um fluxograma dos sujeitos ao longo do estudo.

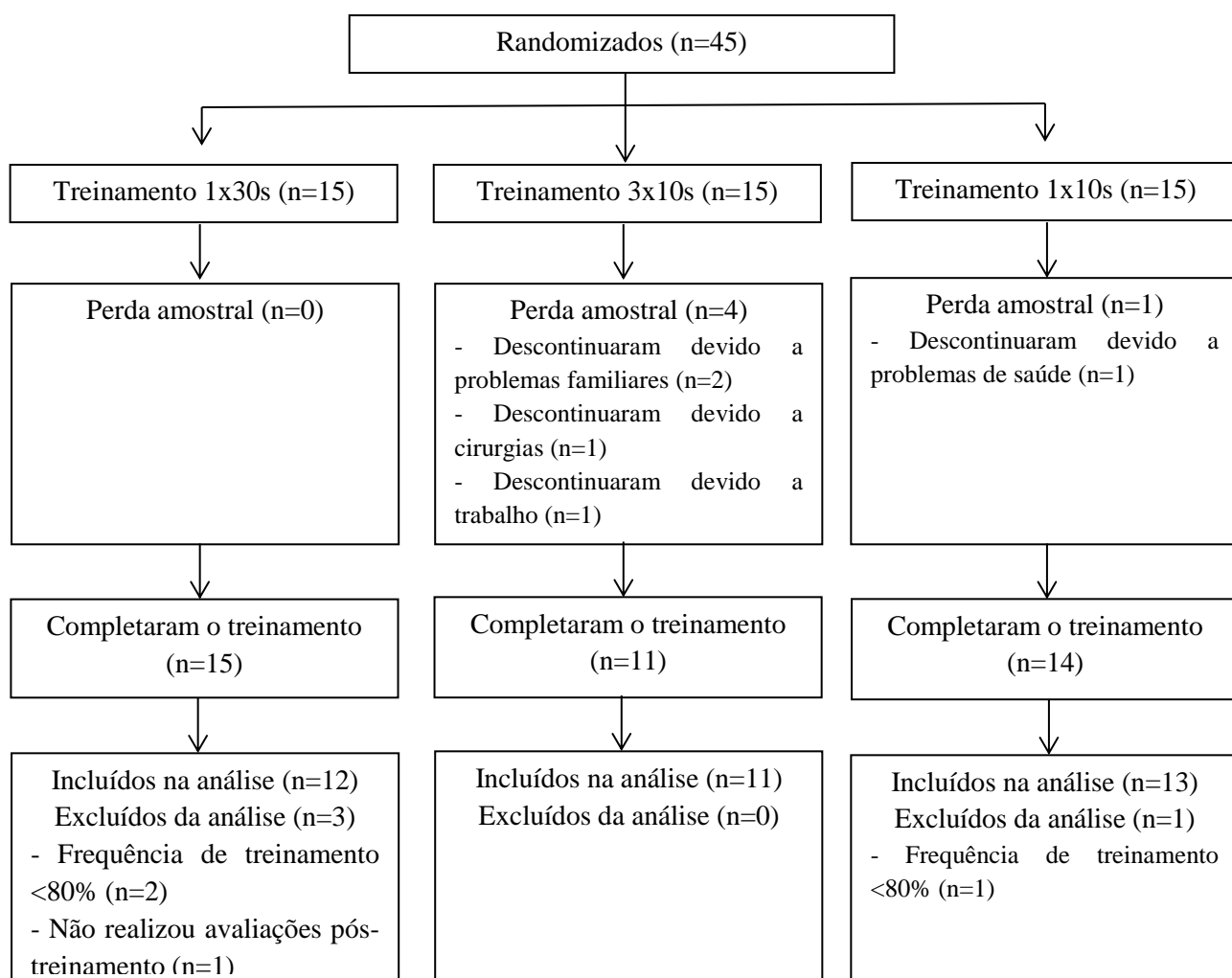


Figura 6. Fluxo de participantes ao longo do estudo.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A caracterização da amostra final (sujeitos analisados) para as variáveis de idade, estatura, massa corporal, índice de massa corporal e percentual de gordura está apresentada na tabela 1. Não foi observada diferença significativa entre os grupos.

Tabela 1. Médias e desvio padrão (DP) da caracterização da amostra.

Variável	Grupo 1x30s (n=12)		Grupo 3x10s (n=11)		Grupo 1x10s (n=13)		p
	Média	±EP	Média	±EP	Média	±EP	
Idade (anos)	66,41	±1,36	66,50	±1,43	65,23	±1,09	0,729
Estatura (m)	1,57	±0,01	1,57	±0,17	±1,62	±0,16	0,063
Massa corporal (kg)	69,83	±2,60	64,46	±3,03	70,50	±3,04	0,316
ÍMC (kg/m ²)	28,32	±1,21	25,89	±1,11	26,67	±1,03	0,321
Gordura corporal (%)	32,22	±1,20	31,66	±0,81	33,08	±1,20	0,640

4.3. FREQUÊNCIA DE TREINAMENTO

Não foi observada diferença significativa na frequência de treinamento entre os grupos ($p=0,062$). De um total de 24 sessões de treinamento, o grupo 1x30s apresentou frequência média de $22,16\pm 0,24$ sessões; o grupo 3x10s, de $22,09\pm 0,51$ sessões; e o grupo 1x10s, de $21,00\pm 0,35$ sessões.

4.4. PERÍODO CONTROLE (SEMANA -4 A 0)

4.4.1. Força dinâmica máxima e força resistente

Os resultados de força dinâmica máxima e força resistente dos exercícios de flexão e extensão de joelhos, supino e flexão de cotovelos referentes ao período controle estão apresentados na tabela 2. Nenhuma das variáveis apresentou diferença significativa entre a semana -4 e 0.

Tabela 2. Valores de média e erro padrão (EP) de força dinâmica máxima (1RM) e força resistente (RML) durante o período controle (semanas -4 a 0).

Variável	Semana -4		Semana 0		p
	Média	±EP	Média	±EP	
1RM EJ (kg)	35,86	2,40	34,93	2,18	0,280
1RM FJ (kg)	32,66	1,86	32,20	1,87	0,587
1RM SUP (kg)	24,00	1,15	23,33	1,29	0,353
1RM FC (kg)	15,86	0,56	15,73	0,51	0,164
RML EJ (rep)	10,53	0,86	9,26	0,95	0,083
RML FJ (rep)	11,26	1,21	9,53	0,85	0,950
RML SUP (rep)	11,13	1,37	11,46	1,40	0,571
RML FC (rep)	11,66	1,14	11,33	1,14	0,711

1RM: 1 repetição máxima; EJ: extensão de joelho; FJ: flexão de joelho; SUP: supino; FC: flexão de cotovelo; RML: resistência muscular localizada; kg: quilograma; rep: número de repetições.

Os valores de ICC do teste-reteste da força dinâmica máxima e resistente podem ser visualizados na tabela 3.

Tabela 3. Coeficiente de correlação intraclasse (ICC) da força dinâmica máxima e da força resistente.

	ICC	p
1RM EJ (kg)	0,93	<0,001
1RM FJ (kg)	0,90	<0,001
1RM SUP (kg)	0,84	<0,001
1RM FC (kg)	0,98	<0,001
RML EJ (rep)	0,72	0,001
RML FJ (rep)	0,57	0,010
RML SUP (rep)	0,91	<0,001
RML FC (rep)	0,70	0,001

1RM: 1 repetição máxima; EJ: extensão de joelho; FJ: flexão de joelho; SUP: supino; FC: flexão de cotovelo; RML: resistência muscular localizada; kg: quilograma; rep: número de repetições

4.4.2. Força isométrica máxima, taxa de produção de força e atividade neuromuscular máxima

A tabela 4 apresenta os resultados da força isométrica máxima, taxa de produção de força e atividade neuromuscular máxima avaliados nos exercícios de extensão e flexão de joelho. Não foi verificada diferença significativa em nenhuma das variáveis após o período controle.

Tabela 4. Valores de média e erro padrão (EP) da força máxima isométrica (CVM), taxa de produção de força (TPF) e atividade neuromuscular máxima (EMG) durante o período controle (semanas -4 a 0).

Variável	Semana -4		Semana 0		p
	Média	±EP	Média	±EP	
CVM EJ (kg)	19,36	2,53	20,98	2,99	0,255
EMG RF (μ V)	105,16	11,01	106,13	11,09	0,815
EMG VL (μ V)	145,16	15,35	164,66	17,95	0,100
TPF 50ms EJ ($N.s^{-1}$)	96,22	35,78	98,18	35,99	0,778
TPF 100ms EJ ($N.s^{-1}$)	187,74	59,45	209,59	57,76	0,339
TPF 250ms EJ ($N.s^{-1}$)	251,60	48,86	290,75	63,22	0,398
TPF máxima EJ ($N.s^{-1}$)	736,15	191,49	680,55	201,60	0,339
CVM FJ (kg)	17,72	1,94	19,24	1,93	0,054
EMG BF (μ V)	116,27	17,23	111,06	14,27	0,579
EMG ST (μ V)	158,23	21,23	135,97	15,37	0,142
TPF 50ms FJ ($N.s^{-1}$)	107,91	22,35	112,29	22,04	0,635
TPF 100ms FJ ($N.s^{-1}$)	211,04	35,34	214,57	34,88	0,701
TPF 250ms FJ ($N.s^{-1}$)	333,00	51,87	329,23	48,60	0,808
TPF máxima FJ ($N.s^{-1}$)	424,87	100,78	509,49	112,40	0,293

CVM: contração voluntária isométrica máxima; TPF: taxa de produção de força; EJ: extensão de joelho; EMG: atividade neuromuscular máxima; RF: reto femoral; VL: vasto lateral; FJ: flexão de joelho; BF: bíceps femoral; ST: semitendinoso; ms: milissegundos; max: máxima.

Os valores de ICC do teste-reteste da força máxima isométrica, taxa de produção de força e atividade neuromuscular podem ser visualizados na tabela 5.

Tabela 5. Coeficiente de correlação intraclassa (ICC) da força isométrica máxima, taxa de produção de força e atividade neuromuscular máxima.

	ICC	p
CVM EJ (kg)	0,88	<0,001
EMG RF (μ V)	0,93	<0,001
EMG VL (μ V)	0,78	<0,001
TPF 50ms EJ ($N.s^{-1}$)	0,98	<0,001
TPF 100ms EJ ($N.s^{-1}$)	0,92	<0,001
TPF 250ms EJ ($N.s^{-1}$)	0,68	0,002
TPF máxima EJ ($N.s^{-1}$)	0,95	<0,001
CVM FJ (kg)	0,93	<0,001
EMG BF (μ V)	0,83	<0,001
EMG ST (μ V)	0,70	0,001
TPF 50ms FJ ($N.s^{-1}$)	0,91	<0,001
TPF 100ms FJ ($N.s^{-1}$)	0,96	<0,001
TPF 250ms FJ ($N.s^{-1}$)	0,95	<0,001
TPF máxima FJ ($N.s^{-1}$)	0,74	0,001

CVM: contração voluntária isométrica máxima; TPF: taxa de produção de força; EJ: extensão de joelho; EMG: atividade neuromuscular máxima; RF: reto femoral; VL: vasto lateral; FJ: flexão de joelho; BF: bíceps femoral; ST: semitendinoso; ms: milissegundos.

4.4.3. Número de repetições realizadas no meio aquático

Os resultados correspondentes ao período controle do número de repetições dos exercícios de hidroginástica realizados durante 30 e 10 segundos e na soma das repetições realizadas nas três séries de 10 segundos estão apresentados na tabela 6. Nenhuma das variáveis apresentou diferença significativa da semana -4 a 0, com exceção do número de repetições de flexão e extensão de joelho em 30 segundos, que apresentou um aumento significativo durante esse período.

Tabela 6. Valores de média e erro padrão (EP) do número de repetições realizadas dos exercícios durante 30 segundos (30s), 10 segundos (10s) e na soma das repetições realizadas nas três séries de 10 segundos (3x10s) durante o período controle (semana -4 a 0).

Variável	Semana -4		Semana 0		p
	Média	±EP	Média	±EP	
Flex/Ext C 30s (rep)	26,93	2,09	28,26	2,16	0,148
Flex/Ext C 10s (rep)	10,06	0,67	10,40	0,53	0,290
Flex/Ext C 3x10s (rep)	30,86	2,06	31,26	1,82	0,563
Flex/Ext J 30s (rep)	28,93	1,56	31,93	2,23	0,033*
Flex/Ext J 10s (rep)	11,00	0,76	11,40	0,78	0,516
Flex/Ext J 3x10s (rep)	32,80	1,83	34,86	2,23	0,072
Flex/Ext Horizontal O 30s (rep)	18,86	1,20	20,60	1,47	0,630
Flex/Ext Horizontal O 10s (rep)	7,06	0,46	7,53	0,47	0,204
Flex/Ext Horizontal O 3x10s (rep)	22,53	1,47	22,66	1,43	0,858

Flex/Ext C: flexão e extensão de cotovelo; Flex/Ext J: flexão e extensão de joelho; Flex/Ext Horizontal O: flexão e extensão horizontal de ombros; kg: quilograma; rep: número de repetições; s: segundos.

A tabela 7 apresenta os valores de ICC do teste-reteste do número de repetições realizadas dos exercícios em meio aquático.

Tabela 7. Coeficiente de correlação intraclassa (ICC) da força isométrica máxima, taxa de produção de força e atividade neuromuscular máxima.

	ICC	p
Flex/Ext C 30s (rep)	0,91	<0,001
Flex/Ext C 10s (rep)	0,87	<0,001
Flex/Ext C 3x10s (rep)	0,94	<0,001
Flex/Ext J 30s (rep)	0,78	<0,001
Flex/Ext J 10s (rep)	0,70	0,001
Flex/Ext J 3x10s (rep)	0,86	<0,001
Flex/Ext Horizontal O 30s (rep)	0,79	<0,001
Flex/Ext Horizontal O 10s (rep)	0,72	<0,001
Flex/Ext Horizontal O 3x10s (rep)	0,87	<0,001

Flex/Ext C: flexão e extensão de cotovelo; Flex/Ext J: flexão e extensão de joelho; Flex/Ext Horizontal O: flexão e extensão horizontal de ombros

4.5. PERÍODO DE TREINAMENTO (SEMANA 1 A 12)

4.5.1. RESULTADOS PRINCIPAIS

4.5.1.1. Força dinâmica máxima e força resistente

Os resultados de força dinâmica máxima e força resistente referentes ao período de treinamento podem ser observados na tabela 8. A força dinâmica máxima de extensão de joelho apresentou interação tempo*grupo significativa. Dessa forma, foi realizado um desdobramento que demonstrou que todos os grupos apresentaram um aumento significativo após o treinamento (1x30s: $p<0,001$; 3x10s: $p=0,008$; 1x10s: $p<0,001$) (Figura 7). Houve um incremento significativo na força dinâmica máxima de flexão de joelhos e de flexão de cotovelos em todos os grupos, sem diferença entre eles, após o treinamento. Para o exercício supino, foi observada uma interação significativa entre tempo e grupo, demonstrando que apenas os grupos 1x30s e 1x10s aumentaram a força dinâmica máxima neste exercício ($p<0,001$ e $p=0,022$, respectivamente) (Figura 8). Em relação à força resistente, todos os grupos, sem diferença entre eles, apresentaram um aumento significativo nos exercícios de extensão e flexão de joelhos e flexão de cotovelos. A força resistente no exercício supino apresentou interação significativa entre tempo e grupo. O desdobramento demonstrou que somente os grupos 1x30s ($p=0,016$) e 3x10s ($p=0,065$) aumentaram significativamente a força resistente nesse exercício. Além disso, que os valores do grupo 1x30s foram superiores aos do grupo 1x10s ($p=0,013$) (Figura 9).

Tabela 8. Valores de média e erro padrão (EP) de força dinâmica máxima e força resistente antes e após o período de treinamento.

Variável	Grupo (n)	Pré-treinamento		Pós-treinamento		$\Delta\%$	Tempo	Grupo	Tempo* Grupo
		Média	\pm EP	Média	\pm EP				
1RM EJ (kg)	1x30s (12)	34,17	\pm 2,78	45,17	\pm 2,53	37,99 \pm 9,62	<0,001*	0,892	0,055*
	3x10s (11)	35,73	\pm 2,45	40,64	\pm 2,89	14,72 \pm 4,93			
	1x10s (13)	35,08	\pm 3,05	44,54	\pm 3,84	27,23 \pm 4,63			
1RM FJ (kg)	1x30s (12)	32,42	\pm 1,65	39,17	\pm 2,44	20,79 \pm 3,86	<0,001*	0,788	0,759
	3x10s (11)	33,64	\pm 2,53	39,45	\pm 2,43	21,00 \pm 7,11			
	1x10s (13)	35,15	\pm 2,45	40,62	\pm 2,30	18,12 \pm 4,73			
1RM SUP (kg)	1x30s (12)	22,00	\pm 1,37	29,36	\pm 1,57	32,70 \pm 6,95	<0,001*	0,944	0,001*
	3x10s (11)	25,09	\pm 1,28	26,73	\pm 1,58	7,72 \pm 5,67			
	1x10s (13)	25,08	\pm 1,23	27,38	\pm 0,94	11,27 \pm 4,67			
1RM FC (kg)	1x30s (12)	16,25	\pm 0,73	19,25	\pm 0,81	19,86 \pm 5,11	<0,001*	0,629	0,786
	3x10s (11)	15,91	\pm 0,60	18,27	\pm 0,68	15,85 \pm 4,48			
	1x10s (13)	16,62	\pm 0,79	19,15	\pm 0,81	17,04 \pm 5,69			
RML EJ (rep)	1x30s (12)	9,42	\pm 0,89	12,17	\pm 1,24	42,31 \pm 20,78	0,001*	0,452	0,603
	3x10s (11)	9,92	\pm 1,05	12,38	\pm 2,63	27,69 \pm 26,78			
	1x10s (13)	10,36	\pm 0,48	15,64	\pm 1,17	57,29 \pm 13,59			
RML FJ (rep)	1x30s (12)	11,08	\pm 2,09	15,50	\pm 1,27	96,57 \pm 39,12	0,009*	0,610	0,578
	3x10s (11)	11,55	\pm 0,84	20,91	\pm 5,53	101,06 \pm 67,48			
	1x10s (13)	12,00	\pm 1,38	15,15	\pm 1,22	40,69 \pm 14,49			
RML SUP (rep)	1x30s (12)	14,45	\pm 1,68	22,27	\pm 2,31	87,55 \pm 41,34	0,002*	0,033*	0,054*
	3x10s (11)	15,55	\pm 2,28	20,27	\pm 3,47	46,23 \pm 27,07			
	1x10s (13)	14,31	\pm 0,92	14,85	\pm 1,22	7,46 \pm 10,24			
RML FC (rep)	1x30s (12)	11,67	\pm 1,15	18,75	\pm 2,99	64,90 \pm 22,98	0,001*	0,753	0,793
	3x10s (11)	13,18	\pm 1,73	19,00	\pm 1,78	93,18 \pm 49,78			
	1x10s (13)	12,15	\pm 1,16	17,15	\pm 1,46	53,95 \pm 16,95			

1RM: 1 repetição máxima; EJ: extensão de joelho; FJ: flexão de joelho; SUP: supino; FC: flexão de cotovelo; RML: resistência muscular localizada; kg: quilograma; rep: número de repetições.

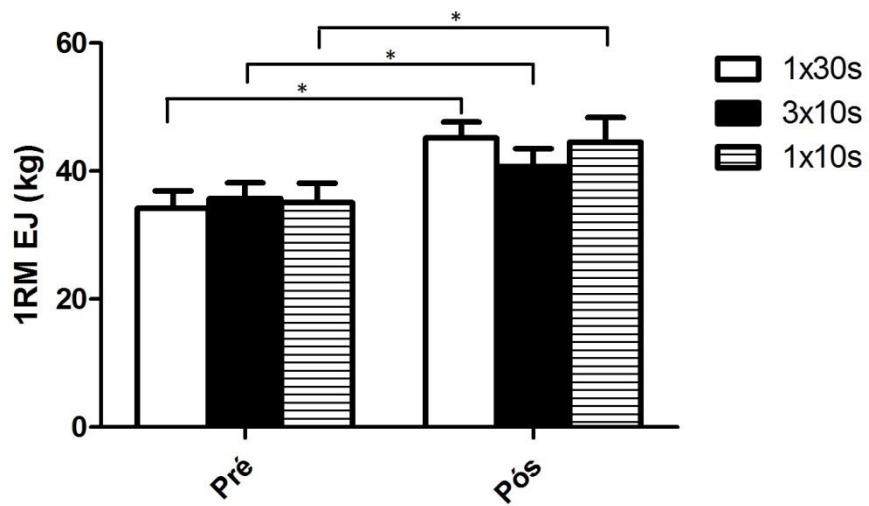


Figura 7. Força dinâmica máxima de extensão de joelho pré e pós-treino. *representa diferença significativa entre os momentos pré e pós-treino.

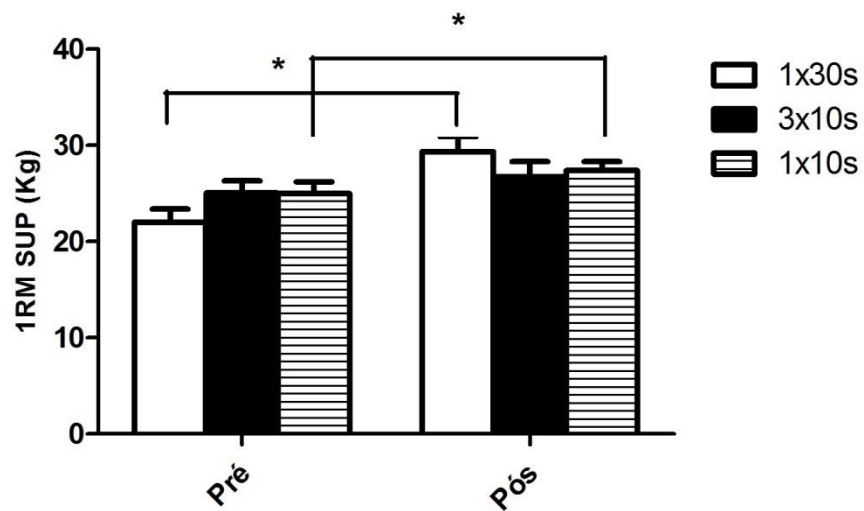


Figura 8. Força dinâmica máxima do exercício supino pré e pós-treino. *representa diferença significativa entre os momentos pré e pós-treino.

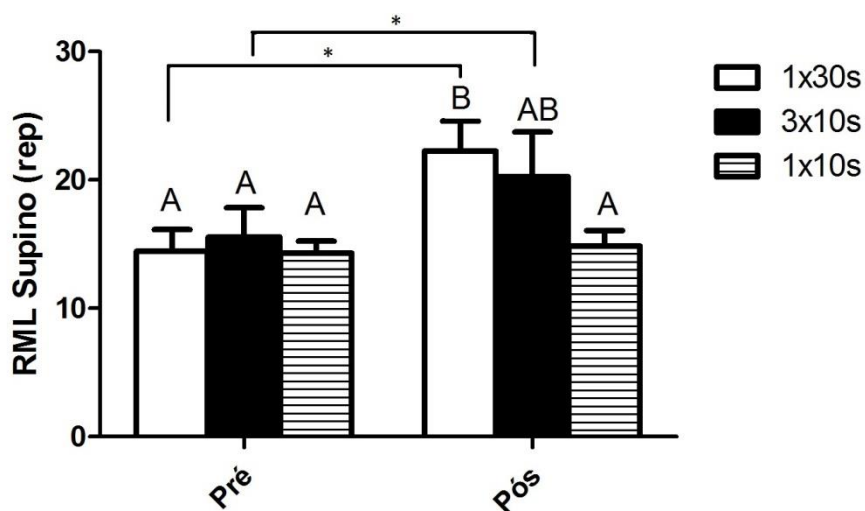


Figura 9. Força resistente do exercício supino pré e pós-treino. Letras diferentes representam diferença entre os grupos. *representa diferença significativa entre os momentos pré e pós-treino.

4.5.1.2. Força isométrica máxima, atividade neuromuscular máxima e taxa de produção de força de extensão de joelho

Os resultados de força isométrica máxima, atividade neuromuscular máxima e taxa de produção de força de extensão de joelho estão apresentados na tabela 9. A força isométrica máxima apresentou interação significativa entre tempo e grupo. Dessa forma, foi realizado um desdobramento que demonstrou que somente o grupo 1x10s apresentou um incremento significativo ($p=0,003$) nessa variável após o treinamento (Figura 10). A atividade neuromuscular máxima do vasto lateral não apresentou significância estatística nos fatores tempo e grupo, demonstrando uma manutenção desta variável ao longo do tempo em todos os grupos. Já a atividade neuromuscular máxima do reto femoral apresentou um aumento significativo após o treinamento em todos os grupos, sem diferença entre eles. A taxa de produção de força em 50 e 100ms apresentou um aumento significativo em todos os grupos, sem diferença entre eles após o treinamento. Da mesma forma, houve um aumento significativo na taxa de produção de força em 250ms. No entanto, nesta variável foi observada uma significância estatística no fator grupo: no momento pré-treino, os valores do grupo 3x10s foram significativamente maiores comparados ao grupo 1x10s ($p=0,020$) e, no pós-treino, os valores do grupo 3x10s foram significativamente maiores em comparação aos grupos 1x30s ($p=0,006$) e 1x10s ($p=0,002$) (Figura 11). A taxa de produção de força máxima não apresentou diferença significativa no fator tempo, no entanto houve significância estatística no fator grupo: no momento pré-treino, o grupo 3x10s apresentou maiores

valores comparado ao grupo 1x10s (p=0,008) e, no pós-treinamento, o grupo 3x10s apresentou maiores valores quando comparado ao grupo 1x30s (p<0,001) e 1x10s (p<0,001) (Figura 12).

Tabela 9. Valores de média e erro padrão (EP) de força isométrica máxima, atividade neuromuscular máxima e taxa de produção de força referentes ao exercício de extensão de joelho antes e após o período de treinamento.

Variável	Grupo (n)	Pré-treinamento		Pós-treinamento		$\Delta\%$	Tempo	Grupo	Tempo* Grupo
		Média	\pm EP	Média	\pm EP				
CVM EJ (kg)	1x30s (12)	23,68	\pm 3,02	21,32	\pm 1,82	-0,70 \pm 10,99	0,365	0,712	0,072*
	3x10s (11)	20,95	\pm 2,61	22,13	\pm 2,51	5,84 \pm 5,28			
	1x10s (13)	17,82	\pm 2,46	22,08	\pm 2,42	29,40 \pm 13,63			
EMG RF (μ V)	1x30s (12)	118,80	\pm 18,12	121,19	\pm 17,03	8,25 \pm 8,76	0,029*	0,087	0,284
	3x10s (11)	115,43	\pm 13,42	136,46	\pm 18,67	17,41 \pm 17,21			
	1x10s (13)	85,09	\pm 7,51	102,49	\pm 10,15	22,13 \pm 13,04			
EMG VL (μ V)	1x30s (12)	156,74	\pm 22,88	154,66	\pm 14,57	6,57 \pm 8,33	0,599	0,553	0,829
	3x10s (11)	170,44	\pm 16,62	157,75	\pm 16,37	-3,66 \pm 9,04			
	1x10s (13)	137,28	\pm 20,65	137,78	\pm 21,62	3,34 \pm 7,85			
TPF 50ms (N.s ⁻¹)	1x30s (12)	97,96	\pm 34,85	275,26	\pm 133,23	1809,66 \pm 1664,15	0,004*	0,568	0,491
	3x10s (11)	137,91	\pm 91,00	562,04	\pm 231,81	946,41 \pm 662,25			
	1x10s (13)	129,06	\pm 42,40	289,09	\pm 77,70	228,35 \pm 120,41			
TPF 100ms (N.s ⁻¹)	1x30s (12)	120,48	\pm 25,75	342,13	\pm 106,31	505,41 \pm 386,47	<0,001*	0,150	0,479
	3x10s (11)	272,19	\pm 114,53	723,16	\pm 191,17	402,13 \pm 158,13			
	1x10s (13)	200,84	\pm 60,14	419,36	\pm 109,83	220,18 \pm 143,02			
TPF 250ms (N.s ⁻¹)	1x30s (12)	287,03	\pm 55,35	354,07	\pm 60,78	54,57 \pm 27,90	0,002*	0,004*	0,398
	3x10s (11)	509,96	\pm 86,25	653,39	\pm 74,60	68,72 \pm 38,08			
	1x10s (13)	253,83	\pm 37,73	326,97	\pm 61,54	31,83 \pm 13,93			
TPFmax (N.s ⁻¹)	1x30s (12)	832,06	\pm 231,11	769,00	\pm 148,18	68,45 \pm 47,48	0,121	<0,001*	0,191
	3x10s (11)	1483,85	\pm 275,98	1957,80	\pm 251,29	108,16 \pm 63,09			
	1x10s (13)	609,58	\pm 95,72	733,78	\pm 141,57	43,09 \pm 22,90			

CVM: contração voluntária isométrica máxima; EJ: extensão de joelho; EMG: atividade neuromuscular máxima; RF: reto femoral; VL: vasto lateral; TPF: taxa de produção de força; ms: milissegundos; max: máxima.

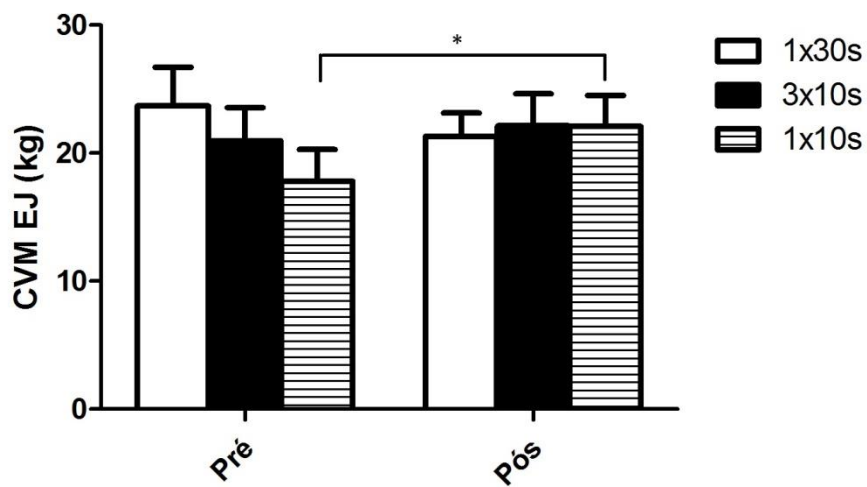


Figura 10. Taxa de produção de força de extensão de joelho em 250 ms. *representa diferença significativa entre os momentos pré e pós-treino.

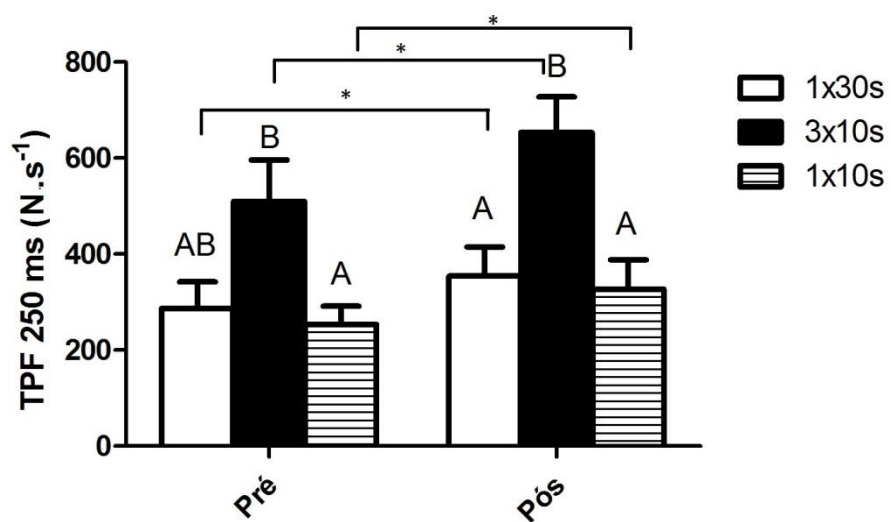


Figura 11. Taxa de produção de força de extensão de joelho em 250 ms. Letras diferentes representam diferença entre os grupos. *representa diferença significativa entre os momentos pré e pós-treino.

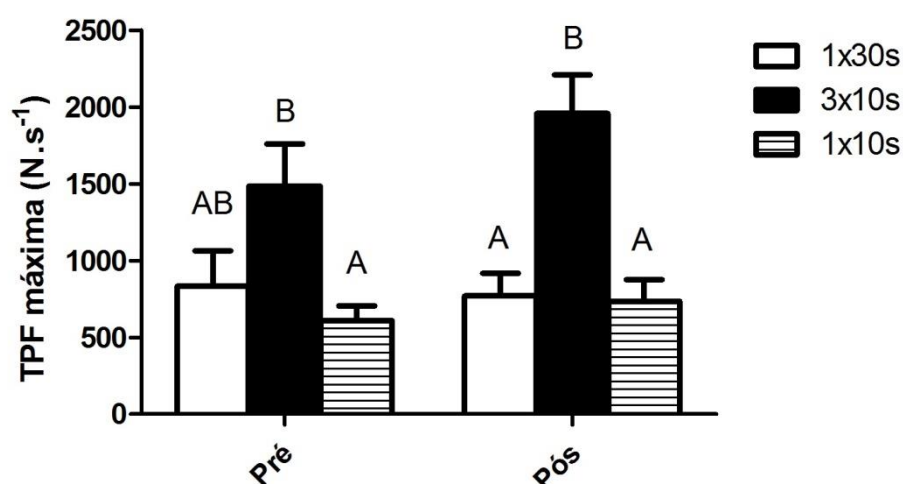


Figura 12. Taxa de produção de força de extensão de joelho em 250 ms. Letras diferentes representam diferença entre os grupos.

A TPF máxima em 250 ms apresentaram diferença significativa no momento pré-treinamento entre os grupos. Em virtude disso, foi realizada uma análise de covariância no intuito de corrigir essa diferença para a variável TPF em 250ms. Para tanto, foram adotadas como variáveis dependentes os valores de TPF no pós-intervenção, como fator foi usado o “grupo” e como covariável os valores das referidas variáveis no pré-intervenção. Os resultados referentes a esta análise podem ser visualizados na tabela 10. Não foi possível realizar a análise de covariância para a variável de TPF máxima visto que seus valores não apresentaram distribuição normal.

Tabela 10. Valores de taxa de produção de força de extensão de joelho em 250 ms nos momentos pré- e pós-intervenção, com média pós-intervenção ajustada pelo valor pré-intervenção.

Grupo	Grupo	Pré		Pós		Grupo	
		Média	±DP	Média ajustada	±DP	P	Poder
TPF	1x30s	287,03	±191,43	354,08	±211,43		
250ms	3x10s	509,96	±286,06	629,81	±230,95	0,371	0,212
(N.s ⁻¹)	1x10s	253,83	±136,04	326,98	±260,82		

4.5.1.3. Força isométrica máxima, atividade neuromuscular máxima e taxa de produção de força de flexão de joelho

Os resultados referentes ao exercício de flexão de joelho estão apresentados na tabela 11. A força isométrica máxima de flexão de joelho, bem como a atividade neuromuscular máxima dos músculos bíceps femoral e semitendinoso não apresentou diferença significativa

nos fatores tempo e grupo, demonstrando uma manutenção destas variáveis. A taxa de produção de força máxima, bem como a dos diferentes janelamentos, apresentou um aumento significativo após o treinamento em todos os grupos, sem diferença entre eles.

Tabela 11. Valores de média e erro padrão (EP) de força isométrica máxima, atividade neuromuscular máxima e taxa de produção de força referentes ao exercício de flexão de joelho antes e após o período de treinamento.

Variável	Grupo (n)	Pré-treinamento		Pós-treinamento		$\Delta\%$	Tempo	Grupo	Tempo* Grupo
		Média	\pm EP	Média	\pm EP				
CVM FJ (kg)	1x30s (12)	21,11	\pm 2,61	22,63	\pm 1,81	20,48 \pm 12,57	0,349	0,776	0,757
	3x10s (11)	21,76	\pm 1,86	23,50	\pm 1,85	13,61 \pm 11,07			
	1x10s (13)	21,07	\pm 1,77	21,11	\pm 1,53	6,29 \pm 8,19			
EMG BF (μ V)	1x30s (12)	151,54	\pm 24,43	193,29	\pm 30,95	31,38 \pm 15,85	0,361	0,094	0,162
	3x10s (11)	127,19	\pm 17,10	128,70	\pm 23,79	2,42 \pm 12,15			
	1x10s (13)	110,41	\pm 27,34	98,77	\pm 11,80	42,08 \pm 30,30			
EMG ST (μ V)	1x30s (12)	159,37	\pm 20,57	179,09	\pm 24,84	15,42 \pm 10,06	0,255	0,102	0,086
	3x10s (11)	140,20	\pm 13,41	166,89	\pm 21,59	13,54 \pm 16,04			
	1x10s (13)	128,29	\pm 18,27	112,79	\pm 11,37	6,37 \pm 13,50			
TPF 50ms (N.s ⁻¹)	1x30s (12)	154,07	\pm 43,85	317,96	\pm 94,17	406,91 \pm 303,23	0,030*	0,694	0,630
	3x10s (11)	214,16	\pm 99,25	342,64	\pm 130,78	113,55 \pm 78,43			
	1x10s (13)	161,81	\pm 33,30	241,80	\pm 50,80	980,11 \pm 833,62			
TPF 100ms (N.s ⁻¹)	1x30s (12)	239,62	\pm 67,55	362,58	\pm 90,98	92,14 \pm 45,66	0,018*	0,738	0,884
	3x10s (11)	284,92	\pm 99,71	471,34	\pm 135,69	82,71 \pm 53,76			
	1x10s (13)	245,36	\pm 51,69	349,33	\pm 72,74	146,25 \pm 65,10			
TPF 250ms (N.s ⁻¹)	1x30s (12)	300,49	\pm 73,51	455,23	\pm 72,39	162,01 \pm 105,90	0,002*	0,118	0,702
	3x10s (11)	476,85	\pm 71,25	573,75	\pm 76,74	65,20 \pm 18,87			
	1x10s (13)	326,59	\pm 47,63	407,82	\pm 48,80	83,76 \pm 47,92			
TPF max (N.s ⁻¹)	1x30s (12)	431,30	\pm 104,93	807,72	\pm 200,14	299,43 \pm 236,11	0,049*	0,053	0,530
	3x10s (11)	886,73	\pm 168,63	1024,78	\pm 165,96	92,37 \pm 33,45			
	1x10s (13)	530,72	\pm 94,57	630,25	\pm 98,01	103,95 \pm 58,28			

CVM: contração voluntária isométrica máxima; FJ: flexão de joelho; BF: bíceps femoral; ST: semitendinoso; TPF: taxa de produção de força; FJ: flexão de joelho; BF: bíceps femoral; ST: semitendinoso; ms: milissegundos; max: máxima.

4.5.2. RESULTADOS SECUNDÁRIOS

4.5.2.1. Número de repetições realizadas no meio aquático

Os resultados do número de repetições realizadas pelo grupo 1x30s e na soma das repetições executadas nas três séries pelo grupo 3x10s é apresentado na tabela 12. O número de repetições do exercício flexão/extensão de cotovelo apresentou um incremento

significativo após o treinamento em ambos os grupos ($p=0,026$), no entanto, os valores do grupo 3x10s foram significativamente superiores no pré e no pós-treinamento ($p<0,001$) (Figura 13). Os valores do exercício flexão/extensão de joelho aumentaram significativamente após o treinamento, sem diferença entre os grupos ($p=0,044$). Os resultados do exercício flexão/extensão horizontal de ombros apresentaram uma manutenção do pré para o pós-treinamento sem diferença entre os grupos.

Tabela 12. Valores de média e erro padrão (EP) do número de repetições dos exercícios de hidroginástica realizados pelos grupos 1x30s e 3x10s (somatório das três séries).

Variável	Grupo (n)	Pré-treinamento		Pós-treinamento		$\Delta\%$	Tempo	Grupo	Tempo* Grupo
		Média	$\pm EP$	Média	$\pm EP$				
Flex/Ext C (rep)	1x30s (12)	30,20	$\pm 2,06$	31,22	$\pm 2,59$	8,24 \pm 8,07	0,026*	0,001*	0,180
	3x10s (11)	36,30	$\pm 1,50$	42,20	$\pm 1,90$	17,29 \pm 9,36			
Flex/Ext J (rep)	1x30s (12)	36,60	$\pm 2,60$	37,55	$\pm 3,01$	8,29 \pm 12,08	0,044*	0,202	0,118
	3x10s (11)	35,90	$\pm 2,25$	44,27	$\pm 2,02$	35,70 \pm 9,84			
Flex/Ext Horizontal O (rep)	1x30s (12)	22,00	$\pm 1,30$	22,11	$\pm 1,34$	2,91 \pm 6,61	0,311	0,222	0,376
	3x10s (11)	23,30	$\pm 1,40$	25,20	$\pm 1,39$	14,47 \pm 7,23			

Flex/Ext C: flexão e extensão de cotovelo; Flex/Ext J: flexão e extensão de joelho; Flex/Ext Horizontal O: flexão e extensão horizontal de ombros; rep: número de repetições; s: segundos.

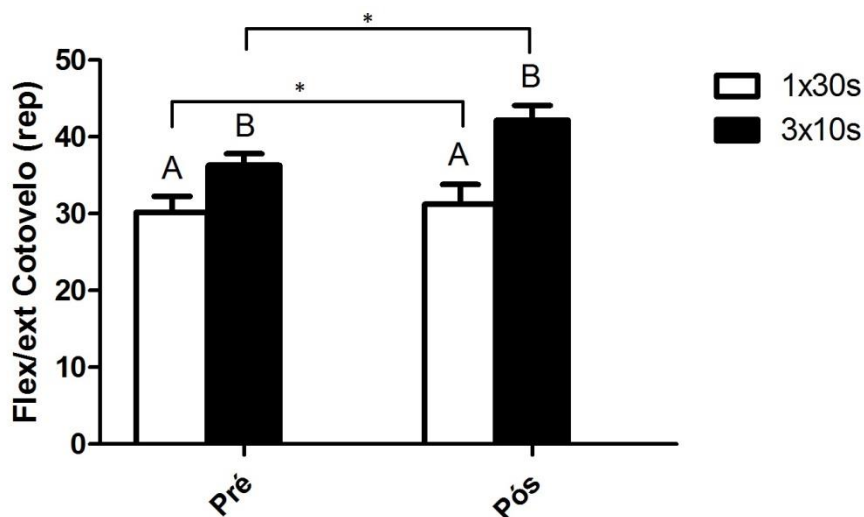


Figura 13. Número de repetições realizadas no exercício flexão e extensão de cotovelo. Letras diferentes representam diferença entre os grupos. *representa diferença significativa entre os momentos pré e pós-treinamento.

A tabela 13 apresenta os resultados do número de repetições executadas na primeira série pelo grupo 3x10s e 1x10s. Observou-se um aumento significativo, em ambos os grupos, nos valores dos exercícios flexão/extensão de cotovelo ($p < 0,001$), flexão/extensão de joelho ($p < 0,001$) e flexão/extensão horizontal de ombros ($p = 0,025$) após o treinamento. Ainda, no exercício flexão/extensão de cotovelo, o grupo 3x10s apresentou valores superiores em relação ao grupo 1x10s, tanto no pré quanto no pós-treinamento ($p = 0,033$) (Figura 14).

Tabela 13. Valores de média e erro padrão (EP) do número de repetições dos exercícios de hidroginástica realizados pelos grupos 3x10s (valor da primeira série) e 1x10s.

Variável	Grupo (n)	Pré-treinamento		Pós-treinamento		$\Delta\%$	Tempo	Grupo	Tempo* Grupo
		Média	$\pm EP$	Média	$\pm EP$				
Flex/Ext C (rep)	3x10s (11)	11,50	$\pm 0,49$	14,00	$\pm 0,78$	10,97 \pm 14,80	<0,001*	0,033*	0,588
	1x10s (13)	10,27	$\pm 0,42$	12,27	$\pm 0,57$	20,17 \pm 4,87			
Flex/Ext J (rep)	3x10s (11)	12,00	$\pm 0,67$	15,36	$\pm 0,78$	22,03 \pm 15,34	<0,001*	0,301	0,226
	1x10s (13)	12,00	$\pm 0,76$	14,09	$\pm 0,88$	22,53 \pm 10,44			
Flex/Ext Horizontal O (rep)	3x10s (11)	7,70	$\pm 0,56$	8,20	$\pm 0,52$	3,97 \pm 11,96	0,025*	0,321	0,301
	1x10s (13)	6,81	$\pm 0,28$	7,90	$\pm 0,39$	19,10 \pm 10,08			

Flex/Ext C: flexão e extensão de cotovelo; Flex/Ext J: flexão e extensão de joelho; Flex/Ext Horizontal O: flexão e extensão horizontal de ombros; rep: número de repetições; s: segundos.

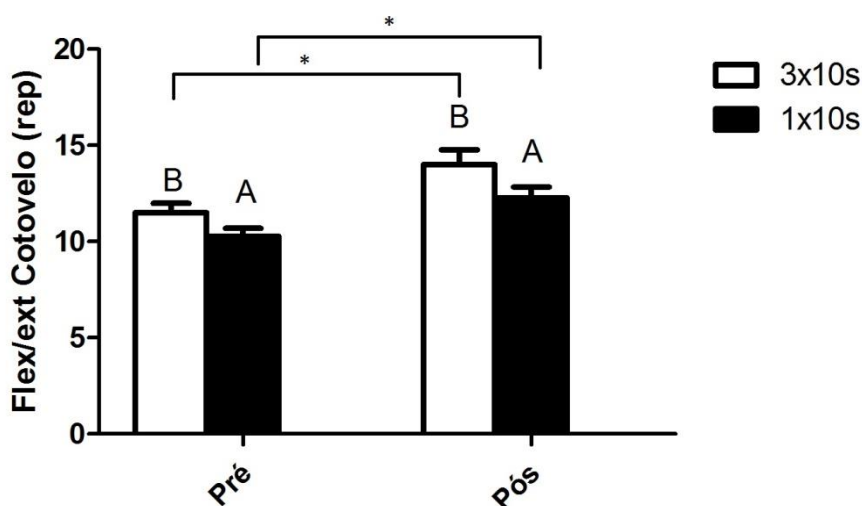


Figura 14. Número de repetições realizadas no exercício flexão e extensão de cotovelo. Letras diferentes representam diferença entre os grupos. *representa diferença significativa entre os momentos pré e pós-treinamento.

O número de repetições em cada uma das séries realizadas pelo grupo 3x10s é apresentado na tabela 14. Verificou-se um aumento significativo das repetições realizadas nos

exercícios flexão/extensão de cotovelo e joelho ($p=0,014$ e $p=0,006$, respectivamente) após o treinamento em todas as séries. Além disso, não foi observada diferença significativa do número de repetições entre as séries.

Tabela 14. Valores de média e erro padrão (EP) do número de repetições realizadas nos exercícios de hidroginástica em cada série do grupo 3x10s.

Variável	Série (n)	Pré-treinamento		Pós-treinamento		$\Delta\%$	Tempo	Séries	Tempo* Séries
		Média	$\pm EP$	Média	$\pm EP$				
Flex/Ext C (rep)	1 (11)	11,50	$\pm 0,49$	14,00	$\pm 0,78$	23,81 $\pm 9,15$	0,014*	0,222	0,195
	2 (11)	12,40	$\pm 0,49$	14,00	$\pm 0,61$	26,20 $\pm 7,41$			
	3 (11)	12,40	$\pm 0,63$	14,20	$\pm 0,56$	27,56 $\pm 10,71$			
Flex/Ext J (rep)	1 (11)	12,00	$\pm 0,67$	15,36	$\pm 0,78$	35,59 $\pm 8,03$	0,006*	0,147	0,381
	2 (11)	12,20	$\pm 0,86$	14,54	$\pm 0,74$	28,93 $\pm 9,87$			
	3 (11)	11,70	$\pm 0,80$	14,37	$\pm 0,69$	42,57 $\pm 9,82$			
Flex/Ext Horizontal O (rep)	1 (11)	7,70	$\pm 0,56$	8,20	$\pm 0,52$	6,69 $\pm 6,05$	0,262	0,547	0,960
	2 (11)	7,70	$\pm 0,49$	8,40	$\pm 0,53$	5,32 $\pm 5,54$			
	3 (11)	7,90	$\pm 0,62$	8,60	$\pm 0,60$	5,78 $\pm 5,83$			

Flex/Ext C: flexão e extensão de cotovelo; Flex/Ext J: flexão e extensão de joelho; Flex/Ext Horizontal O: flexão e extensão horizontal de ombros; rep: número de repetições; s: segundos.

5. DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo foram os incrementos semelhantes nos parâmetros neuromusculares promovidos pelos três programas de treinamento de força no meio aquático. De forma geral, os três grupos de treinamento apresentaram aumentos similares na força muscular dinâmica máxima de membros inferiores e superiores, na força resistente de membros inferiores e superiores, na taxa de produção de força de extensão e flexão de joelho e no número de repetições realizadas dos exercícios flexão/extensão de cotovelo e joelho. Além disso, evidenciou-se, em todos os grupos, uma manutenção da força isométrica máxima, da atividade neuromuscular máxima e do número de repetições realizadas do exercício flexão/extensão horizontal de ombros.

Acreditava-se que a velocidade de execução durante uma série longa de 30 segundos sofria uma diminuição ao longo do tempo. Dessa forma, especulava-se que o fracionamento da série de 30 segundos em séries curtas de 10 segundos permitiria ao indivíduo manter uma maior velocidade ao longo de todo o exercício, o que poderia estimular maiores ganhos de força. Além disso, esperava-se que o treinamento séries simples de 10 segundos promoveria ganhos similares de força em comparação ao treinamento séries múltiplas de 10 segundos. Ainda, pelo fato de a série de 10 segundos estimular prioritariamente a potência da rota metabólica ATP-CP, acreditava-se que o grupo 1x10s apresentaria maiores incrementos na força máxima e taxa de produção de força em comparação ao grupo 1x30s. No entanto, os resultados do presente estudo demonstraram que os três treinamentos promoveram ganhos similares nos parâmetros neuromusculares. Barroso (2016) avaliou a velocidade angular do exercício flexão/extensão de joelho realizado em meio aquático durante 30 segundos em máxima velocidade de execução. Ao contrário do esperado, a autora constatou que a velocidade angular média e a de pico apresentaram uma manutenção ao longo de toda a série realizada por mulheres idosas. Como a velocidade não apresentou uma diminuição ao longo da série no estudo citado, é possível pensar que o grupo 1x30s realizou o treinamento de força do presente estudo em velocidades semelhantes ao grupo 3x10s, promovendo os mesmos estímulos para o aumento da força muscular.

Como esperado, o grupo 1x10s apresentou aumentos semelhantes em comparação com o grupo 3x10s. Em outros estudos realizados em meio aquático com indivíduos jovens, também não foi observada diferença entre os treinamentos série simples e séries múltiplas nos ganhos de força (BUTTELLI et al., 2015; SCHOENELL et al., 2016). Estes resultados corroboram o achado de Fröhlich et al. (2010), que em uma meta-análise de 72 estudos com

treinamento de força em meio terrestre, demonstraram que o treinamento série simples e o treinamento séries múltiplas resultam em ganhos de força similares em indivíduos previamente destreinados e nas primeiras semanas de treinamento. Os autores consideram que esses resultados podem ser explicados pelo fato de os incrementos de força muscular nas primeiras semanas de treinamento serem advindos prioritariamente de fatores neurais. Dessa forma, a realização de uma série de exercício, apesar do menor volume de treinamento, é um estímulo suficiente para melhorar o recrutamento de unidades motoras e a coordenação intramuscular e reduzir a coativação da musculatura antagonista em indivíduos destreinados e em fase inicial de treinamento tanto quanto a realização de três séries.

Acrescenta-se que os treinamentos 1x30s e 1x10s também resultaram em incrementos similares nas variáveis avaliadas. Supõe-se que, assim como o menor volume de treinamento da série simples em comparação às séries múltiplas, o menor volume de treinamento de uma série curta em comparação com uma série longa seja um estímulo suficiente para promover melhoras neuromusculares nas primeiras semanas de treinamento em indivíduos previamente destreinados.

Em relação à avaliação da força dinâmica máxima, durante o período controle (semana -4 a -1) não foram observadas diferenças significativas nos quatro exercícios avaliados. Entretanto, todos os grupos apresentaram um incremento significativo na força dinâmica máxima de extensão de joelhos (1x30: 38%, 3x10: 15%, 1x10: 27%), flexão de joelhos (1x30: 21%, 3x10: 21%, 1x10: 18%) e flexão de cotovelos (1x30: 20%, 3x10: 16%, 1x10: 17%) após a intervenção. No entanto, surpreendentemente somente os grupos 1x30s e 1x10s aumentaram significativamente a força dinâmica máxima no exercício supino (33 e 11%, respectivamente). Interessantemente, o grupo 1x30s apresentou os maiores aumentos percentuais de força máxima de extensão de joelho. No estudo de Barroso (2016), foi observado que mulheres idosas alcançam, prioritariamente, a velocidade angular de pico entre 11 e 20 segundos de execução do exercício de força de extensão/flexão de joelho. A velocidade angular de pico está diretamente relacionada com o pico de tensão desenvolvida. Talvez o grupo 1x30s, por ter sido o único a realizar os exercícios de força na faixa de tempo de 11 a 20 segundos, tenha estimulado maiores adaptações na força dinâmica máxima.

Os resultados do presente estudo corroboram demais investigações da literatura que também observaram aumentos da força dinâmica máxima após um TFA. Estudos observaram ganhos na força dinâmica máxima de indivíduos jovens em membros superiores (Colado et al. 2009: supino 5%; Graef et al. 2010: supino 23%; Buttelli et al. 2015: flexores horizontais de

ombros 3 a 6%; Schoenell et al. 2016: flexão de cotovelos 15%, supino 13 a 14%) e em membros inferiores (Buttelli et al. 2015: extensão de joelhos 9%, flexão de joelhos 11 a 12%; Schoenell et al. 2016: extensão de joelhos 17%, flexão de joelhos 10%; Souza et al. 2010: extensão de joelhos 15%, flexão de joelhos 16%). No presente estudo, observaram-se ganhos percentuais superiores aos dos estudos citados. Acredita-se que este resultado possa ser atribuído à maior janela de treinamento dos indivíduos idosos do presente estudo em comparação com a população jovem avaliada nas demais investigações. Indivíduos jovens possuem maior força muscular e tendem a ter um maior nível de atividade física do que indivíduos idosos, o que lhes confere uma menor janela de treinamento.

O estudo de Pinto et al. (2014), porém, constatou incrementos de 27 a 43% da força dinâmica de extensão de joelhos de mulheres jovens após uma intervenção em meio aquático. Esses percentuais são semelhantes e inclusive superiores aos registrados no presente estudo. Ressalta-se, todavia, que no estudo citado foi realizado um treinamento combinado de exercícios de força e aeróbios. O treinamento aeróbio foi composto por exercícios ântero-posteriores de membros inferiores realizados na intensidade correspondente à frequência cardíaca no segundo limiar ventilatório, progredindo de 18 a 36 minutos. Consequentemente, considera-se que a alta intensidade e grande volume do treinamento aeróbio para a musculatura extensora de joelho tenha contribuído para os ganhos de força observados, visto que o treinamento aeróbio no meio aquático é capaz de promover ganhos de força máxima (LIEDTKE, 2014; ZAFFARI, 2014; KANITZ, 2015; COSTA, 2015). Pinto et al. (2014) também verificaram aumento significativo na força de flexão de cotovelos (13%) inferior ao do presente estudo. O menor aumento percentual pode ser explicado pelo fato do treinamento aeróbio não ter envolvido exercícios de membros superiores e pela menor janela de treinamento da população jovem.

O avanço da idade causa prejuízos no organismo, reduzindo o nível de aptidão física. Desse modo, indivíduos mais velhos apresentam um menor nível de força e, por este motivo, espera-se que estes sujeitos, quando submetidos a um treinamento de força, apresentem maiores aumentos percentuais em relação a indivíduos jovens. Investigando os efeitos do TFA em mulheres de 38 a 67 anos, Krueel et al. (2005) observaram aumentos da força dinâmica máxima de flexão de cotovelos (12 a 14%). Ambrosini et al. (2010) também observaram ganhos na força muscular dinâmica máxima de flexores horizontais de ombros de mulheres de meia-idade (17 a 18%). Os percentuais de aumentos apresentados pelas mulheres de meia-idade nesses estudos foram superiores aos observados em homens jovens (COLADO

et al., 2009; BUTTELLI et al., 2015); entretanto, foram similares aos observados em mulheres jovens (SCHOENELL et al., 2016; SOUZA et al., 2010; PINTO et al., 2014), sugerindo que talvez mulheres sejam mais responsivas ao treinamento de força em meio aquático. Em relação ao presente estudo, os menores ganhos observados por Krueel et al. (2005) podem estar atribuídos à diferente estratégia de prescrição do treinamento de força (número de repetições vs tempo de série, respectivamente), duração da intervenção (11 vs 12 semanas, respectivamente) e população avaliada (mulheres de 38 a 67 anos vs idosas, respectivamente). Os aumentos percentuais encontrados no estudo de Ambrosini et al. (2010) foram intermediários aos encontrados no presente estudo, o que pode ser explicado já que, apesar de o estudo citado ter sido realizado com indivíduos mais novos, eles possuíam menores valores de força no momento pré-treinamento em comparação aos do presente estudo. Ainda com mulheres de meia-idade, Tormen (2007) observou maiores aumentos percentuais da força de extensão de joelho (78 a 85%) e flexores horizontais de ombros (51 a 61%) em relação ao presente estudo. Contudo, ressalta-se que em seu estudo o treinamento teve a duração de 20 semanas, o que certamente explica os maiores ganhos encontrados.

Avaliando mulheres pós-menopáusicas, Pinto et al. (2015) verificaram ganhos similares aos do presente estudo na força de extensão de joelho (14 a 35%) e ganhos inferiores de flexão de cotovelo (7 a 12%). Apesar do maior nível de força muscular de extensão de joelho no momento pré-treinamento do estudo citado – o que reduz a janela de treinamento destes indivíduos – o fato de o treinamento abranger exercícios de força e exercícios aeróbios de alta intensidade e volume pode ajudar a explicar os aumentos percentuais semelhantes em relação ao presente estudo. Já os menores ganhos de força de flexão de cotovelo podem ser explicados por ter sido realizado apenas um exercício de força para essa musculatura no estudo de Pinto et al. (2015), em comparação a dois exercícios no presente estudo, visto que, no momento pré-treinamento, a força era semelhante em ambas as investigações.

A população idosa tem sido alvo de grande parte das investigações com o treinamento em meio aquático (TAKESHIMA et al., 2002; TSOURLOU et al., 2006; GRAEF et al., 2010; BENTO et al., 2012; LIEDTKE, 2014; ZAFFARI, 2014; BENTO et al., 2015; KANITZ, 2015; COSTA, 2015). Takeshima et al. (2002) realizaram um treinamento de força (série simples de 10 a 15 repetições) em conjunto com um treinamento aeróbio de 12 semanas e frequência semanal de três sessões com mulheres idosas. Os autores verificaram incrementos significativos no pico de torque isocinético em altas a baixas intensidades de execução de

flexão (13 a 40%) e extensão de joelho (8 a 27%) e em baixa intensidade de execução do supino (11%). Os aumentos de força observados em membros inferiores na avaliação em baixa intensidade são similares ou superiores aos registrados no presente estudo, o que pode ser atribuído a maior frequência semanal, ao treinamento aeróbio de alta intensidade (correspondente à frequência cardíaca no limiar anaeróbio) e ao maior número de exercícios de força para extensores e flexores de joelho realizados realizado no estudo de Takeshima et al. (2002).

Aumentos na força dinâmica (3RM) na população idosa também foram observados por Tsourlou et al. (2006). Após um treinamento de força no meio aquático em conjunto com um treinamento aeróbio foram observados incrementos significativos no exercício extensão de joelho (29%) e supino (25%). Estes percentuais de aumento são semelhantes aos observados no presente estudo; salienta-se, porém, que eles foram alcançados em um menor tempo de treinamento e frequência semanal no presente estudo em comparação ao citado (12 semanas, duas sessões semanais vs 24 semanas, três sessões semanais). Essa divergência pode estar atribuída aos diferentes modelos de prescrição de treinamento: enquanto no presente estudo o TFA foi prescrito por tempo de execução de série e máxima velocidade de execução, no estudo de Tsourlou et al. (2006) utilizou-se número de repetições por série e a velocidade de execução progrediu de 60 a 120 bpm. Desse modo, o treinamento do presente estudo pode ter sido mais específico para o aumento da força muscular, necessitando de menor tempo para promover os mesmos ganhos. Bento et al. (2015) também utilizaram a estratégia de aumentar a velocidade de execução ao longo de um TFA com mulheres idosas. Em função disso, e também porque esse treinamento teve a mesma duração da do presente estudo, os autores observaram aumentos percentuais da força muscular dinâmica máxima de extensão e flexão de joelhos (12 e 13%, respectivamente) inferiores aos registrados no presente estudo.

O treinamento proposto por Liedtke (2014) teve a mesma duração, frequência semanal e forma de prescrição do TFA (tempo de série e máxima velocidade de execução) em comparação ao presente estudo. Além disso, foram realizados os mesmos exercícios para estímulo da musculatura extensora de joelho. A autora observou ganhos de 30% na força dinâmica máxima de extensão de joelhos, percentual semelhante ao observado no presente estudo. Apesar de apresentar essas mesmas características (mesma duração, frequência semanal e forma de prescrição do TFA), o estudo de Zaffari (2014) verificou aumentos da força dinâmica máxima de extensão e flexão de joelhos (7 e 8%, respectivamente) inferiores aos do presente estudo. Esse resultado pode ser justificado pelos maiores valores de força no

momento pré-treinamento dos indivíduos do estudo citado, o que reduziu a sua janela de treinamento.

Os aumentos observados no presente estudo também foram superiores aos encontrados por Kanitz (2015) e Costa (2015). As autoras registraram incrementos na força de extensão (Kanitz, 2015: 8%; Costa, 2015: 13%) e flexão de joelhos (Kanitz, 2015: 18%; Costa, 2015: 14%) após 10 semanas de TFA em mulheres idosas. Pode-se explicar os maiores ganhos do presente estudo pelo maior tempo de duração do treinamento e pela maior janela de treinamento dos sujeitos. Nos estudos citados, a força de flexores horizontais no exercício voador foi avaliada e não se observou diferença significativa após o treinamento. As autoras atribuem este resultado ao aparelho utilizado para a avaliação, uma vez que ele não foi específico do exercício utilizado durante o treinamento e pelo fato de os indivíduos relatarem desconforto durante a avaliação.

Os aumentos da força dinâmica máxima observados são de extrema importância clínica para a população idosa. Estudos longitudinais têm demonstrado um declínio médio anual de 1,1 a 2,6% da força dinâmica máxima de mulheres a partir dos 60 anos de idade (HUGHES et al., 2001; DELMONICO et al., 2009; KOJIMA et al., 2015). Baixos níveis de força muscular estão associados a uma maior probabilidade de incapacidade física e hospitalização, tornando o idoso mais suscetível a cuidados de terceiros (RANTANEN, 2003). Além disso, o risco de mortalidade é 60% menor em indivíduos com altos níveis de força muscular em comparação àqueles com baixo nível de força (RUIZ et al., 2008). Dessa forma, os treinamentos realizados no presente estudo não só impediram a diminuição da força muscular associada ao processo de envelhecimento, como também foram capazes de reverter os efeitos deste processo, promovendo grandes aumentos na força muscular. Estes incrementos são essenciais para a manutenção de uma adequada independência funcional dessa população e ainda auxiliam na redução dos riscos de mortalidade.

Outra variável que está associada à independência funcional é a força resistente. No presente estudo essa variável não apresentou diferença estatística durante o período controle. Após o treinamento, foi observado um aumento significativo em todos os grupos da força resistente de extensão de joelhos (1x30: 42%, 3x10: 28%, 1x10: 57%), flexão de joelhos (1x30: 96%, 3x10: 101%, 1x10: 41%), flexão de cotovelos (1x30: 65%, 3x10: 93%, 1x10: 54%). Entretanto, somente os grupos 1x30s e 3x10s aumentaram a força resistente no exercício supino (1x30: 87%, 3x10: 46%).

Os aumentos da força resistente verificados no grupo 1x30s eram esperados, visto que esse grupo realizou séries longas de treinamento, estimulando a capacidade da rota metabólica ATP-CP e realizando muitas repetições do mesmo exercício. Sugere-se que o grupo 3x10s incrementou a força resistente pelo acúmulo de trabalho realizado nas três séries. Ainda, o grupo 1x10s pode ter apresentado uma melhora dessa variável nos exercícios flexão e extensão de joelhos e flexão de cotovelos por ter realizado um número de repetições desses exercícios durante o treinamento suficiente para melhorar a coordenação intra e intermuscular, o que possibilitou mover a mesma carga por mais repetições no meio terrestre. No entanto, esse grupo não apresentou alteração na força resistente avaliada no exercício supino. O exercício flexão/extensão horizontal de ombros realizado durante o treinamento foi o principal responsável por estimular a musculatura avaliada no supino (flexores horizontais de ombros). Esse exercício possui uma grande área projetada, o que limita o número de repetições realizadas em 10 segundos, de forma que o grupo 1x10s executou, em média, somente de sete a oito repetições. Em contrapartida, os grupos 1x30s e 3x10s realizaram um maior volume de trabalho (22 e 23 a 25 repetições, respectivamente). Especula-se que o número de repetições realizadas pelo grupo 1x10s no exercício flexão/extensão horizontal de ombros tenha sido insuficiente para promover adaptações de força resistente.

No estudo de Schoenell et al. (2016), após 10 semanas de TFA verificou-se uma melhora na força resistente de extensão e flexão de joelhos (9 a 14% e 19 a 33%, respectivamente), de flexão de cotovelos (33%) e no exercício supino (25 a 37%) de mulheres jovens. Os maiores ganhos percentuais encontrados no presente estudo podem estar relacionados ao maior período de treinamento e maior janela de treinamento de mulheres idosas.

Apenas um estudo avaliou a força resistente de mulheres idosas após um TFA. No estudo de Zaffari (2014), a força resistente de extensão e flexão de joelhos aumentou significativamente após 12 semanas de treinamento (17 e 13%, respectivamente). Apesar de avaliar a mesma população, os aumentos percentuais encontrados por Zaffari (2014) são inferiores aos do presente estudo. Isso pode ser atribuído ao fato de que, no estudo citado, no momento pré-treinamento, os valores de força resistente foram superiores aos registrados no presente estudo, assemelhando-se inclusive aos resultados observados no momento pós-treinamento. A melhora da força resistente observada no presente estudo significa que as mulheres idosas após um TFA conseguem realizar a mesma força por um maior período de tempo. Isso pode representar uma melhor capacidade de realizar as atividades básicas de vida

diária, como o próprio caminhar e subir degraus, atividade em que o indivíduo transporta a sua massa corporal por um determinado período de tempo.

No presente estudo, somente o grupo 1x10s apresentou um incremento na força isométrica máxima de extensão de joelho. Esse resultado pode ser explicado devido aos menores valores iniciais desse grupo em comparação aos demais no momento pré-treinamento. No pós-treinamento, os grupos apresentaram valores de força isométrica semelhantes. A atividade neuromuscular máxima do reto femoral apresentou um aumento significativo após a intervenção em todos os grupos, sem diferença entre eles (1x30s: 8%; 3x10s: 17%; 1x10s: 29%), enquanto que do vasto lateral apresentou uma manutenção do pré para o pós-treinamento. A força muscular isométrica máxima de flexão de joelho, bem como a atividade neuromuscular máxima do bíceps femoral e semitendinoso não apresentaram diferença significativa durante o período de treinamento.

Sugere-se que a ausência de melhoras na força isométrica na maior das situações avaliadas esteja atribuída à característica de contrações dinâmicas do TFA, o que pode ter gerado um estímulo específico para o aumento da força dinâmica, o qual pode não ter sido detectado pela avaliação isométrica (BENTO et al., 2015). O aumento da atividade neuromuscular somente no músculo reto femoral pode estar relacionado ao fato desse músculo ser biarticular e atuar tanto no movimento de extensão de joelho quanto de flexão de quadril. Sendo assim, esse músculo atuou como motor primário em dois exercícios durante o treinamento (flexão/extensão de joelho e de quadril). Foi demonstrado que, após um TFA, não houve alteração na força isométrica de extensão de joelho, no entanto, ocorreu um incremento de flexão de quadril (BENTO et al., 2012). A partir desses dados, especula-se que o aumento da atividade neuromuscular do reto femoral tenha ocorrido por um aumento da força de flexão de quadril. Os demais músculos avaliados (VL, BF, ST) apresentaram uma manutenção durante o período de treinamento, acompanhando a ausência de incremento na força isométrica. Essa relação é esperada, já que a atividade neuromuscular é um dos fatores responsáveis pela produção de força muscular. Todavia, embora não tenha ocorrido aumento na atividade neuromuscular máxima, foram observados incrementos significativos na força dinâmica de flexão e extensão de joelhos. Isso pode ter ocorrido pelo fato de a atividade neuromuscular ter sido avaliada em uma situação isométrica, enquanto que a força dinâmica, em uma situação em movimento. Além disso, pode ter ocorrido adaptações neurais em outros músculos e unidades motoras que não foram avaliadas pela eletromiografia na presente investigação.

Os achados do presente estudo corroboram demais investigações que não observaram alterações significativas na força isométrica de extensão e flexão de joelho após um TFA (BENTO et al., 2012; LIEDTKE, 2014; BENTO et al., 2015). Fatos comuns podem ser observados entre o presente estudo e as investigações citadas: o período de intervenção teve a duração de 12 semanas, e durante o treinamento foram realizados dois exercícios de força para extensão e flexão de joelhos. Supõe-se que talvez seja necessário um maior período ou volume de treinamento para essa musculatura a fim de obter ganhos de força isométrica a partir de um treinamento dinâmico. No entanto, no estudo de Zaffari (2014), cujo treinamento também abrangeu dois exercícios de extensão e flexão de joelho durante 12 semanas, foram observados ganhos na força isométrica dessas musculaturas. Uma possível explicação para isso é a grande janela de treinamento dos sujeitos do estudo de Zaffari (2014), que iniciaram a intervenção com valores de força isométrica inferiores aos dos demais estudos.

Outros estudos da literatura verificaram ganhos na força máxima isométrica e na atividade neuromuscular máxima após um treinamento em meio aquático (PÖYHONEN et al., 2002; TSOURLOU et al., 2006; PINTO et al., 2014; PINTO et al., 2015; MOREIRA et al., 2013). Moreira et al. (2013) registraram um aumento de 7,7% na força isométrica de extensão de joelho após seis meses de treinamento em meio aquático. Também com um treinamento de longa duração, 24 semanas, Tsourlou et al. (2006) encontraram aumentos significativos no pico de torque isométrico de extensão e flexão de joelho (10,5 e 13%, respectivamente). Pöyhönen et al. (2002) observaram um incremento no pico de torque isométrico de extensão e flexão de joelho (8 e 11%, respectivamente) e na atividade neuromuscular do vasto lateral e vasto medial (26%) e bíceps femoral e semitendinoso (10%) após 10 semanas de TFA. Contudo, nesse estudo foram realizados quatro exercícios para musculatura extensora e flexora de joelho por sessão. Os achados desses estudos suportam a hipótese de que um maior período ou volume de treinamento é necessário para incrementar a força isométrica.

Nos estudos de Pinto et al. (2014) e Pinto et al. (2015), observaram-se ganhos no pico de torque isométrico de extensão de joelho (6-10 e 6-7%, respectivamente) após 12 semanas de treinamento em meio aquático. Além disso, houve um aumento da atividade neuromuscular máxima dos músculos vasto lateral e reto femoral em ambos os estudos. Essas adaptações foram registradas após 12 semanas de treinamento, durante as quais foram realizados apenas dois exercícios de força para extensão e flexão do joelho, assim como no presente estudo. Entretanto, nas intervenções dos estudos citados, foi realizado um

treinamento aeróbio juntamente com o TFA. Os treinamentos aeróbios englobaram somente exercícios ântero-posteriores de membros inferiores e foram realizados em alta intensidade (frequência cardíaca correspondente ao segundo limiar ventilatório). Portanto, acredita-se que isto tenha produzido uma sobrecarga para a musculatura extensora e flexora de joelhos, o que pode ter sido responsável pelos incrementos na força isométrica.

Ressalta-se que a manutenção da força isométrica e da atividade neuromuscular máxima observada no presente estudo é um resultado importante para a população idosa, visto que a tendência é o decréscimo dessas variáveis com o avanço da idade.

Juntamente com a força isométrica, foi avaliada a taxa de produção de força (TPF), que representa a capacidade do músculo de produzir força rapidamente e possui relação com a força explosiva. Durante o período controle, essa variável não apresentou diferença significativa. No entanto, após o período de treinamento, foi observada uma melhora significativa da TPF de extensão de joelho em 50 (1x30s: 1810%; 3x10s: 946%; 1x10s: 228%), 100 (1x30s: 505%; 3x10s: 402%; 1x10s: 220%) e 250 ms (1x30s: 54%; 3x10s: 68%; 1x10s: 31%) em todos os grupos de treinamento, sem diferença entre eles. Ainda, a TPF de flexão de joelho em 50 (1x30s: 406%; 3x10s: 113%; 1x10s: 980%), 100 (1x30s: 92%; 3x10s: 83%; 1x10s: 146%) e 250 ms (1x30s: 162%; 3x10s: 65%; 1x10s: 84%), bem como a TPF máxima (1x30s: 299%; 3x10s: 92%; 1x10s: 104%), aumentaram significativamente após a intervenção em todos os grupos, sem diferença entre eles.

A avaliação da TPF tem recebido destaque nos últimos anos (MAFFIULETTI et al., 2016). Esse interesse pela sua avaliação é justificado por dois fatores: quando comparada à força isométrica, a TPF possui uma melhor associação com a performance tanto esportiva quanto de tarefas funcionais da vida diária (MAFFIULETTI et al., 2010; TILLIN et al., 2013a) e é mais sensível a detectar adaptações agudas e crônicas ocorridas na função neuromuscular (ANGELOZZI et al., 2012; PENAILILLO et al., 2015).

Dessa forma, o incremento da TPF de membros inferiores ocorrido no presente estudo pode representar uma melhor capacidade dos idosos de realizar as suas tarefas de vida diária, tornando-os mais independentes. Ainda, uma maior capacidade de produzir força em um curto espaço de tempo pode servir como um mecanismo protetor durante uma possível queda (BENTO et al., 2010), visto que os indivíduos conseguirão restaurar o equilíbrio mais rapidamente (AAGAARD et al., 2002). Este é um resultado relevante, uma vez que as quedas são fenômenos frequentes em idosos e podem levar à incapacidade e até à

morte, sendo responsáveis por 70% das mortes acidentais em pessoas com mais de 75 anos (FULLER, 2000).

Folland et al. (2014) analisaram a contribuição de fatores neurais e dos mecanismos contráteis do músculo na TPF. Constatou-se que a atividade neuromuscular agonista é o principal fator que explica a variação da TPF na fase inicial da contração (25-75 ms), enquanto as propriedades contráteis do músculo juntamente com a força isométrica máxima são os principais fatores responsáveis pela variação da TPF em períodos mais longos de contração muscular (>75ms). Assim, acredita-se que o aumento da TPF observado no presente estudo esteja relacionado às adaptações neurais (amplitude e taxa de aumento do sinal eletromiográfico) e aos mecanismos contráteis do músculo (área de secção transversa e rigidez músculo-tendão).

Os resultados observados no presente estudo corroboram demais investigações que verificaram aumentos da TPF após um treinamento em meio aquático (PINTO, 2009; BENTO et al., 2012).

Pinto (2013) constatou um aumento da TPF máxima (19-31%) e em 50 (26-67%), 100 (20-46%) e 250 ms (20-15%) de extensão de joelho em mulheres jovens. No mesmo estudo, a TPF máxima (40-13%), bem como em 50 (75-5%), 100 (54-16%) e 250 ms (35-15%) de extensão de joelho aumentou significativamente em mulheres pós-menopáusicas. Os maiores percentuais de aumento encontrados no presente estudo podem estar relacionados à maior janela de treinamento das idosas do presente estudo, visto que os valores pré-treinamento de TPF do estudo de Pinto (2013) muitas vezes foram semelhantes aos valores pós-treinamento do presente estudo. Salienta-se que tanto no estudo citado quanto na presente investigação os exercícios de força foram realizados sempre em máxima velocidade de execução.

Já Bento et al. (2012) verificaram um aumento da TPF máxima de extensão de joelho (11%), mas não de flexão de joelho, após 12 semanas de treinamento combinado em meio aquático. Os mesmos autores, em 2015, também não observaram melhora da TPF de extensão e flexão de joelho de mulheres idosas. Essa ausência de mudança na TPF nos estudos citados pode ser atribuída à realização desses exercícios de força desses estudos em velocidade moderada na maior parte do treinamento. Evidências sugerem que, para gerar incrementos na TPF, ações musculares explosivas devem ser realizadas durante o treinamento (HÄKKINEN et al., 1998).

O TFA realizado em máxima velocidade de execução revela-se uma ferramenta eficiente para amenizar os efeitos do avanço da idade sobre a capacidade de força explosiva.

Esse resultado é de extrema relevância para a população idosa, na medida em que pode representar um fator protetor contra quedas e uma melhor capacidade do público idoso de realizar as suas atividades de vida diária.

Por fim, no presente estudo avaliou-se o número de repetições realizadas de três exercícios no meio aquático. Durante o período controle, essa variável apresentou um aumento significativo no exercício flexão/extensão de joelho realizado durante 30 segundos. Acredita-se que o maior número de repetições desse exercício foi alcançado devido a uma diminuição da amplitude de movimento, uma vez que a força dinâmica máxima e a resistente não aumentaram durante esse período. Após o treinamento, todos os grupos aumentaram significativamente o número de repetições dos exercícios flexão/extensão de cotovelo e joelho e incrementos no exercício flexão/extensão horizontal de ombros foram observados após o treinamento no grupo 1x10s e na primeira série realizada pelo grupo 3x10s. Com relação à análise do fator grupo, o número de repetições do exercício flexão/extensão de cotovelo no pré e pós-treinamento foi superior no grupo 3x10s em relação aos demais grupos.

Acredita-se que o aumento do número de repetições dos exercícios após o treinamento esteja relacionado com os ganhos na força dinâmica. Após o treinamento, as idosas apresentaram ganhos na força dinâmica máxima e resistente, tornando-se mais fortes. Sugere-se que, com o maior nível de força muscular, elas conseguiram executar estes exercícios em maior velocidade de movimento, realizando mais repetições no mesmo tempo de execução quando comparado ao pré-treinamento. Essa hipótese é sustentada pelo estudo de Barroso (2016), no qual observou-se que mulheres idosas incrementaram significativamente a velocidade angular média durante a realização do exercício flexão/extensão de joelho após um TFA.

Em relação aos resultados do fator grupo, indo de encontro à hipótese do estudo, não houve diferença no número de repetições realizadas pelos grupos 1x30s e 3x10s nos exercícios flexão/extensão de joelho e flexão/extensão horizontal de ombros. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que não há redução da velocidade angular durante uma série de exercício de força durante 30 segundos (BARROSO, 2016), sugerindo que a velocidade de movimento durante uma série de 30 segundos seja semelhante à velocidade de execução nas três séries de 10 segundos. O número de repetições dos exercícios flexão/extensão de joelho e flexão/extensão horizontal de ombros semelhante no grupo 1x10s e na primeira série realizada pelo grupo 3x10s era esperado visto o mesmo tempo de execução do

exercício. Por fim, o grupo 3x10s apresentou um maior número de repetições realizadas no exercício flexão/extensão de cotovelo durante o todo treinamento.

O resultado do presente estudo corrobora outros achados da literatura (SCHOENELL, 2012; GRAEF et al., 2010). Schoenell (2012) realizou uma análise descritiva do número de repetições realizadas dos exercícios de flexão/extensão de joelho e cotovelo durante 20 semanas de TFA. Como resultado, a autora observou um aumento no número de repetições executadas ao longo da intervenção. Além disso, no estudo de Graef et al. (2010) foi registrada uma diminuição do tempo necessário para realizar o mesmo número de repetições do exercício flexão/extensão horizontal de ombros.

Possíveis limitações do presente estudo são a ausência de um grupo controle, a não realização de testes funcionais para avaliação da capacidade funcional e a falta de controle da amplitude de movimento na avaliação cinemática, sendo essas sugestões para futuros estudos. Além disso, sugere-se a inclusão de outros grupos musculares na avaliação eletromiográfica e a avaliação da velocidade angular durante os exercícios de força em meio aquático.

6. CONCLUSÃO

A partir dos resultados do presente estudo, conclui-se que os treinamentos 1x30s, 3x10s e 1x10s promoveram incrementos similares da força dinâmica máxima e resistente de extensão e flexão de joelhos e flexão de cotovelos. No entanto, somente os treinamentos 1x30s e 1x10s promoveram melhoras significativas na força dinâmica máxima no exercício supino e os treinamentos 1x30s e 3x10s na força resistente desse exercício. Ainda, todos os treinamentos ocasionaram um aumento de mesma magnitude na taxa de produção de força de extensão e flexão de joelho e na atividade neuromuscular do reto femoral. Por fim, foi observada uma manutenção da força isométrica de flexão de joelho e somente o grupo 1x10s apresentou um incremento da força isométrica de extensão de joelho.

Os achados da presente investigação demonstraram que os treinamentos propostos foram eficientes em melhorar a força máxima, a força resistente e a capacidade de produzir força rapidamente de mulheres idosas. Esse é um resultado de extrema valia para a população idosa, uma vez que ameniza os efeitos deletérios do envelhecimento e representa uma melhor capacidade desses indivíduos de realizarem as suas atividades de vida diária, um menor risco de quedas e de mortalidade, melhorando a sua independência funcional.

Como aplicação prática, uma série de longa duração promove os mesmos incrementos neuromusculares do que séries múltiplas de curta duração, possuindo a vantagem de necessitar de um menor tempo de sessão. Além disso, a realização do TFA utilizando série simples promove os mesmos incrementos neuromusculares que o treinamento com séries múltiplas em um menor tempo de sessão. Dessa forma, a realização de série simples torna-se vantajosa na medida em que se pode treinar a força de diversos grupos musculares e utilizar o tempo restante de sessão para desenvolver outras valências físicas, como o condicionamento cardiorrespiratório, equilíbrio e flexibilidade.

REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.B.; ANDERSEN, J.L.; MAGNUSSON, P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **J Appl Physiol** 93(4):1318-26, 2002.
- AAGAARD, P.; SUETTA, C.; CASEROTTI, P.; MAGNUSSON, S.P.; KJAER, M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. **Scand J Med Sci Sports** 20:49–64, 2010.
- ALBERTON, C.L.; TARTARUGA, M.P.; PINTO, S.S.; CADORE, E.L.; ANTUNES, A.H.; FINATTO, P.; KRUEL, L.F. Vertical ground reaction force during water exercises performed at different intensities. **Int J Sports Med** 34(10):881-7, 2013a.
- ALBERTON, C.L.; PINTO, S.S.; CADORE, E.L.; TARTARUGA, M.P.; KANITZ, A.C.; ANTUNES, A.H.; FINATTO, P.; KRUEL, L.F. Oxygen uptake, muscle activity and ground reaction force during water aerobic exercises. **Int J Sports Med** 35(14):1161-9, 2014.
- ALEXANDER, R. Mechanics and energetics of animal locomotion. In Alexander R, Goldspink G (eds.). *Swimming* London: Chapman & Hall 222-248, 1977.
- AMBROSINI, A.B.; BRENTANO, M.A.; COERTJENS, M.; KRUEL, L.F.M. The effects of strength training in hydrogymnastics for middle-age women. **Int J Aquatic Res Educ** 4:153-162, 2010.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc** 41:687–708, 2009.
- ANGELOZZI, M.; MADAMA, M.; CORSICA, C.; CALVISI, V.; PROPERZI, G.; MCCAWE, S.T.; CACCHIO, A. Rate of force development as an adjunctive outcome measure for return-to-sport decisions after anterior cruciate ligament reconstruction. **J Orthop Sports Phys Ther** 42:772–780, 2012.
- ANIANSSON, A.; HEDBERG, M.; HENNING, G.B.; GRIMBY, G. Muscle morphology, enzymatic activity, and muscle strength in elderly men: a follow-up study. **Muscle Nerve** 9(7):585-91, 1986.
- ARAÚJO, J.P.; NETO, G.R.; LOENNEKE, J.P.; BEMBEN, M.G.; LAURENTINO, G.C.; BATISTA, G.; SILVA, J.C.; FREITAS, E.D.; SOUSA, M.S. The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in post-menopausal women. **Age** 37(6):110, 2015.
- AUYEUNG, T.W.; LEE, S.W.; LEUNG, J.; KWOK, T.; WOO, J. Age-associated decline of muscle mass, grip strength and gait speed: a 4-year longitudinal study of 3018 community-dwelling older Chinese. **Geriatr Gerontol Int** 14(11):76-84, 2014.
- BACURAU, R.F.P. *Hipertrofia e hiperplasia: fisiologia, nutrição e treinamento do crescimento muscular*. São Paulo: Phorte, 2005.
- BALAGOPAL, P.; ROOYACKERS, O.E.; ADEY, D.B.; ADESPA, A.N.D.; NAIR, K.S. Effects of aging on in vivo synthesis of skeletal muscle myosin heavy-chain and sarcoplasmic protein in humans. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 273:790-800, 1997.

BARROSO, B.M. Efeitos de um treinamento de força no meio aquático sobre parâmetros cinemáticos do exercício de extensão e flexão de joelho em mulheres idosa. Monografia de conclusão de curso, 2016.

BECK, T.W.; HOUSH, T.J.; JOHNSON, G.O.; WEIR, J.P.; CRAMER, J.T.; COBURN, J.W.; MALEK, M.H. The effects of interelectrode distance on electromyographic amplitude and mean power frequency during isocinetic and isometric muscle actions of the biceps brachii. **J Electromyogr Kinesiol** 15:482-495, 2005.

BENTO, P.C.; PEREIRA, G.; UGRINOWITSCH, C.; RODACKI, A.L. Peak torque and rate of torque development in elderly with and without fall history. **Clin Biomech** 25(5):450-4, 2010.

BENTO, P. C.; PEREIRA, G.; UGRINOWITSCH, C.; RODACKI, A. L. The effects of a water-based exercise program on strength and functionality of older adults. **J Aging Phys Act** 20(4):469-83, 2012.

BENTO, P.C.; RODACKI, A.L. Muscle function in aged women in response to a water-based exercises program and progressive resistance training. **Geriatr Gerontol Int** 15(11):1193-200, 2015.

BUTTELLI, A.C.; PINTO, S.S.; SCHOENELL, M.C.; ALMADA, B.P.; CAMARGO, L.K.; CONCEIÇÃO, M.O.; KRUEL, L.F. Effects of Single Vs. Multiple Sets Water-Based Resistance Training on Maximal Dynamic Strength in Young Men. **J Hum Kinet** 14:47:169-77, 2015.

CADORE, E.L.; PINTO, R.S.; PINTO, S.S.; ALBERTON, C.L.; CORREA, C.S.; TARTARUGA, M.P, et al. Effects of strength, endurance and concurrent training on aerobic power and dynamics neuromuscular economy in elderly men. **J Strength Cond Res** 25(3):758-66, 2011.

CANNON, J.; KAY, D.; TARPENNING, K.M.; MARINO, F.E. Comparative effects of resistance training on peak isometric torque, muscle hypertrophy, voluntary activation and surface EMG between young and elderly women. **Clin Physiol Funct Imaging** 27(2):91-100, 2007.

CHARLIER, R.; KNAEPS, S.; MERTENS, E.; ROIE, E.; DELECLUSE, C.; LEFEVRE, J.; THOMIS, M. Age-related decline in muscle mass and muscle function in Flemish Caucasians: a 10-year follow-up. **Age** 38(2):36, 2016.

CHU, K.S.; RHODES, E.C. Physical and cardiovascular changes associated with deep water running in the young. **Sports Med** 31(1):33-46, 2001.

CLARK, B.C.; MCGINLEY, M.P.; HOFFMAN, R.L.; THOMAS, J.S.; RUSS, D.W. Age related differences in cortical excitability. **Med Sci Sports Exerc** 42(5):10, 2010.

CLARK, B.C.; MANINI, T.M. Sarcopenia \neq Dynapenia. **J Gerontology** 63(8):829-834, 2008.

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. **J Strength Cond Res** 23(2): 549-559, 2009.

- CONNELLY, D.M.; RICE, C.L.; ROOS, M.R.; VANDERVOORT, A.A. Motor unit firing rates and contractile properties in tibialis anterior of young and old men. **J Appl Physiol** 87(2):843-52, 1999.
- DELMONICO, M.J.; HARRIS, T.B.; VISSER, M.; PARK, S.W.; CONROY, M.B.; VELASQUEZ-MIEYER, P.; BOUDREAU, R.; MANINI, T.M.; NEVITT, M.; NEWMAN, A.B.; GOODPASTER, B.H. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. **Am J Clin Nutr** 90(6):1579–85, 2009.
- DOHERTY, T.J.; VANDERVOORT, A.A.; BROWN, W.F. Effects of ageing on the motor unit: a brief review. **Can J Appl Physiol** 18(4):331-58, 1993.
- DOHERTY, T.J. Invited review: Aging and sarcopenia. **J Appl Physiol** 95(4):1717-1727, 2003.
- EPSTEIN, M. Renal effects of head-out water immersion in humans: a 15-year update. **Physiol Rev** 72(3):563-621, 1992.
- FOLLAND, J.P.; BUCKTHORPE, M.W.; HANNAH, R. Human capacity for explosive force production: neural and contractile determinants. **Scand J Med Sci Sports** 24:894–906, 2014.
- FRÖHLICH, M.; EMRICH, E.; SCHMIDTBLEICHER, D. Outcome effects of single-set versus multiple-set training--an advanced replication study. **Res Sports Med** 18(3):157-75, 2010.
- FRONTERA, W.R.; HUGHES, V.A.; FIELDING, R.A.; FIATARONE, M.A.; EVANS, W.J.; ROUBENOFF, R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **J Appl Physiol** 88(4):1321-6, 2000.
- FRONTERA, W.R.; REID, K.F.; PHILLIPS, E.M.; KRIVICKAS, L.S.; HUGHES, V.A.; ROUBENOFF, R.; FIELDING, R.A. Muscle fiber size and function in elderly humans: a longitudinal study. **J Appl Physiol** 105(2):637-42, 1985.
- FULLER, G.F. Falls in the elderly. **Am Fam Physician** 61:2159-74, 2000.
- FRONTERA WR, HUGHES VA, LUTZ KJ, EVANS WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45 to 78-year-old men and women. **J Appl Physiol** 71(2):644–650, 1991.
- GASTIN, P.B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Med** 31(10):725-41, 2001.
- GOMES, A.C. Treinamento Desportivo: estruturação e periodização. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GOODPASTER, B.H.; CARLSON, C.L.; VISSER, M.; KELLEY, D.E.; SCHERZINGER, A.; HARRIS, T.B.; STAMM, E.; NEWMAN, A.B. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC Study. **J Appl Physiol** 90:2157–2165, 2001.
- GOODPASTER, B.H.; PARK, S.W.; HARRIS, T.B.; KRITCHEVSKY, S.B.; NEVITT, M.; SCHWARTZ, A.V.; SIMONSICK, M.; TYLAVSKY, F.A.; VISSER, M.; NEWMAN, A.B. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 61:1059–1064, 2006.

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

GROUNDS, M.D. Reasons for the degeneration of ageing skeletal muscle: a central role for IGF-1 signalling. **Biogerontology** 3(1-2):19-24, 2002.

HÄKKINEN, K.; KALLINEN, M.; IZQUIERDO, M.; JOKELAINEN, K.; LASSILA, H.; MÄLKIÄ, E.; et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. **J Appl Physiol** 84(4):1341-9, 1998.

HAKKINEN, K.; ALEN, M.; KALLINEN, M.; NEWTON, R.U.; KRAEMER, W.J. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. **Eur J Appl Physiol** 83:51-62, 2000.

HÄKKINEN, K.; KRAEMER, W.J.; NEWTON, R.U.; ALEN, M. Changes in electromyografi activity, muscle fire and force production characteristics during heavy resistance/ power strength training in middle-aged and older men and women. **Acta Physiol Scand** 171(1):51-62, 2001.

HUGHES, V.A.; FRONTERA, W.R.; WOOD, M.; EVANS, W.J.; DALLAL, G.E.; ROUBENOFF, R.; SINGH, M.A. Longitudinal Muscle Strength Changes In Older Adults: Influence Of Muscle Mass, Physical Activity, And Health. **J Gerontol Biol Sci** 56(5):209-217, 2001.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo 2010. Disponível em: www.censo2010.ibge.gov.br

IZQUIERDO, M.; HÄKKINEN, K.; IBAÑEZ, J.; GARRUES, M.; ANTÓN, A.; ZÚNIGA, A.; Et al. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. **J Appl Physiol** 90(4):1497-507, 2001.

KANITZ, A.C.; DELEVATTI, R.S.; REICHERT, T.; LIEDTKE, G.V.; FERRARI, R.; ALMADA, B.P.; PINTO, S.S.; ALBERTON, C.L.; KRUEL, L.F. Effects of two deep water training programs on cardiorespiratory and muscular strength responses in older adults. **Exp Gerontol** 64:55-61, 2015.

KANITZ, AC. **Efeitos de dois modelos de treinamento de hidrogenástica nas respostas cardiorrespiratórias e na força de mulheres idosas: um ensaio clínico randomizado controlado.** Tese de Doutorado, 2015.

KARAMANIDIS, K.; ARAMPATZIS, A. Mechanical and morphological properties of human quadriceps femoris and triceps surae muscle-tendon unit in relation to aging and running. **J Biomech** 39(3):406-17, 2006.

KAYA, R.D.; NAKAZAWA, M.; HOFFMAN, R.L.; CLARK, B.C. Interrelationship between muscle strength, motor units, & aging. **Exp Gerontol** 48(9):920–925, 2013.

KIDO, A.; TANAKA, N.; STEIN, R.B. Spinal excitation and inhibition decrease as humans age. **Can J Physiol Pharmacol** 82:238–248, 2004.

KRAEMER, W.J.; HÄKKINEN, K.; NEWTON, R.U.; NINDL, B.C.; VOLEK, J.S.; MCCORMICK, M.; ET AL. Effects of resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. **J Appl Physiol** 87(3):982-92, 1999.

KLASS, M.; BAUDRY, S.; DUCHATEAU, J. Age-related decline in rate of torque development is accompanied by lower maximal motor unit discharge frequency during fast contractions. **J Appl Physiol** 104:739–746, 2008.

KOJIMA, N.; KIM, M.; SAITO, K.; YOSHIDA, H.; YOSHIDA, Y.; HIRANO, H.; OBUCHI, S.; SHIMADA, H.; SUZUKI, T.; KIM, H. Lifestyle-Related Factors Contributing to Decline in Knee Extension Strength among Elderly Women: A Cross-Sectional and Longitudinal Cohort Study. **PLoS One** 10(7), 2015.

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

KRUEL, L.F.M.; BARELLA, R.E.; GRAEF, F.; BRENTANO, M.A.; FIGUEIREDO, P.P.; CARDOSO, A.; SEVERO, C.R. Efeitos de um treinamento de força aplicado em mulheres praticantes de hidroginástica. **Rev Bras Fisiol Exerc** 4(1):32-38, 2005.

LEIS, A.A.; TRAPANI, V.C. **Atlas of electromyography.** Oxford, NY, Oxford University Press, 2000.

LIEDTKE, G.V. Comparação dos efeitos de diferentes métodos de treinamento de hidroginástica no equilíbrio corporal e na aptidão física de mulheres idosas. Dissertação de Mestrado, 2014.

LOMBARDI, V.P. **Begginning weight training: the safe and effective way.** Dubuque, 1989.

LOWE, D.A.; THOMAS, D.D.; THOMPSON, L.V. Force generation, but not myosin ATPase activity, declines with age in rat muscle fibers. **Am J Physiol Cell Physiol** 283(1):187–192, 2002.

MANINI, T.M.; CHEN, H.; ANGLEMAN, S. The role of disease in initial differences and longitudinal trajectories of muscle strength and quality among older adults. **Gerontologist** 46:153, 2006.

MANINI, T.M.; CLARK, B.C. Dynapenia and aging: an update. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 67(1):28-40, 2012.

MAFFIULETTI, N.A.; BIZZINI, M.; WIDLER, K.; MUNZINGER, U. Asymmetry in quadriceps rate of force development as a functional outcome measure in TKA. **Clin Orthop Relat Res** 468(1):191–198, 2010.

MAFFIULETTI, N.A.; AAGAARD, P.; BLAZEVIK, A.J.; FOLLAND, J.; TILLIN, N.; DUCHATEAU, J. Rate of force development: physiological and methodological considerations. **Eur J Appl Physiol** 116(6):1091-1116, 2016.

MAUGHAN, R.J.; WATSON, J.S.; WEIR, J. Strength and Cross-Sectional Area of Human Skeletal Muscle. **J Physiol** 338: 37– 49, 1983

- MITTAL, K.R.; LOGMANI, F.H. Age-related reduction in 8th cervical ventral nerve root myelinated fiber diameters and numbers in man. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 42(1):8–10, 1987.
- MONTGOMERY, D.C. **Desing and analysis of experiments**. New York: Wiley, 1991.
- MOREIRA, L.; FRONZA, F.C.; SANTOS, R.N.; TEIXEIRA, L.R.; KRUEL, L.F.; LAZARETTI, C.M. High-intensity aquatic exercises (HydrOS) improve physical function and reduce falls among postmenopausal women. **Menopause** 20(10):1012-9, 2013.
- NARICI, M.V.; ROI, G.S.; LANDONI, L.; MINETTI, A.E.; CERRETELLI, P. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strenght training and detraining of the human quadriceps. **Eur J Appl Physiol**. 59(4):310-319, 1989.
- NARICI, M.V.; MAGANARIS, C.N.; REEVES, N.D.; CAPODAGLIO, P. Effect of aging on human muscle architecture. **J Appl Physiol** 95(6):2229-34, 2003.
- NEWMAN, A.B.; KUPELIAN, V.; VISSER, M.; SIMONSICK, E.M.; GOODPASTER, B.H.; KRITCHEVSKY, S.B.; TYLAVSKY, F.A.; RUBIN, S.M.; HARRIS, T.B. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 61(1):72–77, 2006.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Envelhecimento da População Mundial: 1950-2050, 2009.
- PENAILILLO, L.; BLAZEVIK, A.; NUMAZAWA, H.; NOSAKA, K. Rate of force development as a measure of muscle damage. **Scand J Med Sci Sports** 25(3):417–427, 2015.
- PETRELLA, J.K.; KIM, J.; TUGGLE, S.C.; HALL, S.R.; BAMMAN, M.M. Age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatigability. **J Appl Physiol** 98:211–220, 2005.
- PETRICK, M.; PAULSEN, T.; GEORGE, J. Comparison between quadriceps muscle strengthening on land and in water. **Physiotherapy** 87(6): 310-317, 2001.
- PETROSKI, E.L. **Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. Tese de Doutorado**. Santa Maria: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- PÖYHÖNEN, T.; SIPIÄ, S.; KESKINEN, K.L.; HAUTALA, A.; SAVOLAINEN, J.; MÄLKIÄ, E. Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. **Med Sci Sports Exerc** 34(12):2103-2109, 2002.
- PINTO, S.S.; CADORE, E.L.; ALBERTON, C.L.; ZAFFARI, P.; BAGATINI, N.C.; BARRONI, B.M.; RADAELLI, R.; LANFERDINI, F.J.; COLADO, J.C.; PINTO, R.S.; VAZ, M.A.; BATTARO, M.; KRUEL, L.F.M. Effect of intra-session exercise sequence during water-based concurrent training. **Int J Sports Med** 35(1):41-48, 2014.
- PINTO, S.S.; ALBERTON, C.L.; BAGATINI, N.C.; ZAFFARI, P.; CADORE, E.L.; RADAELLI, R.; BARONI, B.M.; LANFERDINI, F.J.; FERRARI, R.; KANITZ, A.C.; PINTO, R.S.; VAZ, M.A.; KRUEL, L.F. Neuromuscular adaptations to water-based concurrent training in postmenopausal women: effects of intrasession exercise sequence. **Age** 37(1):9751, 2015.

RANTANEN, T. Muscle strength, disability and mortality. **Scand J Med Sci Sports** 13(1):3-8, 2003.

RENGANATHAN, M.; MESSI, M.L.; DELBONO, O. Dihydropyridine receptor/ryanodine receptor uncoupling in aged skeletal muscle. **J Membr Biol** 157(3):247–253, 1997.

RUIZ, J.R.; SUI, X.; LOBELO, F.; MORROW, J.R.; JACKSON, A.W.; SJÖSTRÖM, M.; BLAIR, S.N. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. **BMJ** 1:337:439, 2008.

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

SCHOENELL MC, ALBERTON CL, TIGGEMANN CL, NOLL M, COSTA R, SANTOS NS, KRUEL LF. Effects of Single Vs. Multiple Sets during 10 Weeks of Water-based Resistance Training on Neuromuscular Adaptations in Young Women. **Int J Sports Med** 2016.

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

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

SPENCER, M.; BISHOP, D.; DAWSON, B.; GOODMAN, C. Physiological and Metabolic Responses of Repeated-Sprint Activities. **Sports Medicine** 35(12):1025-1044, 2005.

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. **Med Sci Sports Exerc** 34(3):544-551, 2002.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. Métodos de pesquisa em atividade física. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2002.

TSOURLOU, T.; BENIK, A.; DIPLA, K.; ZAFEIRIDIS, A.; KELLIS, S. The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. **J Strength Cond Res** 20(1):811-818, 2006.

WILMORE, J.H; COSTILL, D.L. Fisiologia do Esporte e do Exercício. São Paulo: Manole, 1999.

TORMEN, M.L.S. Efeitos do treinamento e destreinamento de hidroginástica no perfil lipídico e na remodelação óssea em mulheres pré-menopáusicas. Dissertação de Mestrado 2007.

VISSER, M.; GOODPASTER, B.H.; KRITCHEVSKY, S.B.; NEWMAN, A.B.; NEVITT, M.; RUBIN, S.M.; SIMONSICK, E.M.; HARRIS, T.B. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 60(3):324-33, 2005.

ZAFFARI, P. Efeitos de um treinamento combinado na hidroginástica sobre variáveis neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais de mulheres idosas. Dissertação de Mestrado, 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

CÁLCULO AMOSTRAL

Força dinâmica máxima de membros inferiores - *effect size* estudo de Kanitz et al. (2015)

[1] -- Saturday, September 06, 2014 -- 14:13:16

F tests - ANOVA: Repeated measures, within-between interaction

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input:	Effect size f	=	0.473
	α err prob	=	0.05
	Power (1- β err prob)	=	0.90
	Number of groups	=	3
	Number of measurements	=	2
	Corr among rep measures	=	0.8
	Nonsphericity correction ϵ	=	1
Output:	Noncentrality parameter λ	=	26.8474800
	Critical F	=	4.2564947
	Numerator df	=	2.0000000
	Denominator df	=	9.0000000
	Total sample size	=	12
	Actual power	=	0.9779843

Força dinâmica máxima de membros superiores - *effect size* estudo de Graef et al. (2010)

[2] -- Saturday, September 06, 2014 -- 14:13:47

F tests - ANOVA: Repeated measures, within-between interaction

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input:	Effect size f	=	0.334
	α err prob	=	0.05
	Power (1- β err prob)	=	0.90
	Number of groups	=	3
	Number of measurements	=	2
	Corr among rep measures	=	0.8
	Nonsphericity correction ϵ	=	1
Output:	Noncentrality parameter λ	=	16.7334000
	Critical F	=	3.8852938
	Numerator df	=	2.0000000
	Denominator df	=	12.0000000
	Total sample size	=	15
	Actual power	=	0.9044571

Força resistente de membros inferiores - *effect size* estudo de Kanitz et al. (2015)

[3] -- Saturday, September 06, 2014 -- 14:14:20

F tests - ANOVA: Repeated measures, within-between interaction

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input: Effect size f = 0.615
 α err prob = 0.05
Power (1- β err prob) = 0.90
Number of groups = 3
Number of measurements = 2
Corr among rep measures = 0.8
Nonsphericity correction ϵ = 1

Output: Noncentrality parameter λ = 34.0402500
Critical F = 5.1432528
Numerator df = 2.0000000
Denominator df = 6.0000000
Total sample size = 9
Actual power = 0.9806151

Força isométrica máxima de extensão de Joelho - *effect size* estudo de Tsourlou et al. (2006)

[5] -- Saturday, September 06, 2014 -- 14:17:47

F tests - ANOVA: Repeated measures, within-between interaction

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input: Effect size f = 0.267
 α err prob = 0.05
Power (1- β err prob) = 0.90
Number of groups = 3
Number of measurements = 2
Corr among rep measures = 0.8
Nonsphericity correction ϵ = 1

Output: Noncentrality parameter λ = 17.1093600
Critical F = 3.4668001
Numerator df = 2.0000000
Denominator df = 21.0000000
Total sample size = 24
Actual power = 0.9403819

Força isométrica máxima de flexão de Joelho - *effect size* estudo de Tsourlou et al. (2006)

[6] -- Saturday, September 06, 2014 -- 14:18:23

F tests - ANOVA: Repeated measures, within-between interaction

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input: Effect size f = 0.209
 α err prob = 0.05
Power (1- β err prob) = 0.90
Number of groups = 3
Number of measurements = 2
Corr among rep measures = 0.8
Nonsphericity correction ϵ = 1

Output: Noncentrality parameter λ = 14.4147300
Critical F = 3.3158295
Numerator df = 2.0000000
Denominator df = 30.0000000

Total sample size = 33
Actual power = 0.9083017

APÊNDICE 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estamos convidando você a participar voluntariamente do estudo “Efeitos de diferentes programas de treinamento de força no meio aquático nas respostas neuromusculares de mulheres idosas”, que tem como objetivo comparar os efeitos de três modelos de treinamento de força no meio aquático na força muscular de mulheres acima de 60 anos.

No estudo haverá três grupos de treinamento físico e você poderá participar em um destes. Esta definição ocorrerá através de um sorteio. Os três grupos de treinamento serão os seguintes: treinamento de série simples de 30 segundos, treinamento série simples de 10 segundos e treinamento de três séries de 10 segundos.

O envolvimento com o estudo terá uma duração de 32 semanas contando o período para a familiarização com as avaliações, com o período de avaliação e com o período da intervenção. Todos os encontros serão na Escola de Educação Física na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (localizada na Rua Felizardo, 750, Jardim Botânico, Porto Alegre).

Eu, por meio desta, autorizo Luiz Fernando Martins Kruehl, Thaís Reichert, bolsistas ou profissionais selecionados para realizar os seguintes procedimentos:

- Fazer-me medidas de composição corporal:
 - Massa corporal, por meio de uma balança digital;
 - Altura, por meio de um estadiômetro;
 - Perímetro abdominal e de quadril, utilizando uma fita métrica;
 - Dobras cutâneas, utilizando um plicômetro.

Essa avaliação terá a duração de aproximadamente 30 minutos.

- Aplicar-me testes para avaliar a força muscular dinâmica máxima e resistente nos exercícios de flexão e extensão de joelho, flexão de cotovelos e flexão horizontal de ombros. Cada avaliação terá a duração aproximada de 1 hora.

- Aplicar-me testes de força muscular isométrica máxima nos exercícios de flexão e extensão de joelho. Neste teste você será posicionado em um equipamento específico para essa avaliação e será pedido que você faça a maior força possível para flexionar e estender o joelho. Durante este teste será avaliada a atividade dos músculos desta região e para isso serão posicionados eletrodos. Para o posicionamento dos eletrodos permito que seja feita uma depilação e limpeza da pele. Neste procedimento pode haver irritação da pele. O teste terá duração aproximada de 1 hora.
- Filmar a execução dos exercícios de hidroginástica antes e após o treinamento, sendo que essas imagens serão utilizadas exclusivamente para a comparação do número de repetições. Essa avaliação terá a duração de no máximo 30 minutos.

Os riscos relacionados à sua participação neste estudo são muito baixos, porém existe a possibilidade ocorrer dor muscular e cansaço temporário. O exercício sempre será mantido em um nível de esforço seguro e se necessário será imediatamente suspenso.

Os benefícios relacionados a esta pesquisa são de grande importância para o público idoso. Espera-se que após os treinamentos, os participantes apresentem um aumento significativo na força muscular dinâmica máxima, força muscular isométrica, força resistida e taxa de produção de força, promovendo uma melhor capacidade de realizar as suas atividades de vida diária de forma mais eficiente e independente.

Dos procedimentos de testes:

- Os procedimentos expostos acima têm sido explicados para mim por Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos, Thaís Reichert e bolsistas selecionados;
- Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos, Thaís Reichert e bolsistas e professores, irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo aos testes;
- 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;
- Não haverá compensação financeira pela minha participação neste estudo;
- Não haverá indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;

- Poderei fazer contato com o orientador do estudo Professor Doutor Luiz Fernando Martins Kruehl e sua orientanda Thaís Reichert, para quaisquer problemas referentes a minha participação no estudo ou se eu sentir que há uma violação dos meus direitos, através dos telefones:
(51) 3308-5820 (Laboratório de Pesquisa do Exercício, sala 208: Rua Felizardo 750, Jd. Botânico, CEP 90690-200, Porto Alegre -RS)
(51) 3308-3738 (Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS)
- Durante a realização do trabalho, a qualquer instante durante os testes, eu tenho o direito de me recusar a prosseguir com os mesmos.
- Todos os procedimentos a que serei submetido serão conduzidos por profissionais, professores ou bolsistas com experiência prévia em todos os procedimentos.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2015.

Nome em letra de forma do participante: _____

Assinatura do participante: _____

Nome em letra de forma do pesquisador: _____

Assinatura do pesquisador: _____