

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

Bruna Machado Barroso

**RESPOSTAS CINEMÁTICAS E NEUROMUSCULARES DE DIFERENTES
ESTRATÉGIAS DE TREINAMENTO DE FORÇA EM DOIS EXERCÍCIOS DE
HIDROGINÁSTICA REALIZADOS POR MULHERES JOVENS**

Porto Alegre

2018

Bruna Machado Barroso

RESPOSTAS CINEMÁTICAS E NEUROMUSCULARES DE DIFERENTES
ESTRATÉGIAS DE TREINAMENTO DE FORÇA EM DOIS EXERCÍCIOS DE
HIDROGINÁSTICA REALIZADOS POR MULHERES JOVENS

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. Luiz Fernando Martins Kruehl

Porto Alegre

2018

CIP - Catalogação na Publicação

Machado Barroso, Bruna

Respostas cinemáticas e neuromusculares de diferentes estratégias de treinamento de força em dois exercícios de hidroginástica realizados por mulheres jovens / Bruna Machado Barroso. -- 2018. 94 f.

Orientador: Luiz Fernando Martins KrueI.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. exercícios aquáticos. 2. eletromiografia. 3. cinemática. I. Martins KrueI, Luiz Fernando, orient. II. Título.

Nome: BARROSO, Bruna Machado

Título: Respostas cinemáticas e neuromusculares de diferentes estratégias de treinamento de força em dois exercícios de hidroginástica realizados por mulheres jovens

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. Dra. Ana Carolina Kanitz

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dra. Stephanie Santana Pinto

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

"Se vi mais longe foi por estar de pé sobre ombros de gigantes." (Isaac Newton)

Com base nesta frase eu gostaria de iniciar meus agradecimentos a todos os "gigantes" que me deram a inspiração, suporte e apoio para que eu pudesse enxergar e ir mais longe.

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre me mostrou o caminho certo e nunca deixou que me faltasse força e motivação para prosseguir, pois muitas vezes foi preciso recorrer a Ele para que iluminasse a minha caminhada nesta trajetória.

Meus mais sinceros agradecimentos ao meu orientador Prof. Krueel, por ser um "realizador de sonhos", fazendo possível esse sonho se tornar realidade. Serei eternamente grata por apostar e acreditar em mim quando nem eu mesma acreditava, sempre me dando todo apoio e incentivo possível. Obrigada por ser esse exemplo de orientador, professor e pessoa.

Agradeço aos professores da banca examinadora, Prof^a. Stephanie, Prof^a. Ana e Prof. Tartaruga, por aceitarem participar deste momento tão especial e inesquecível. Obrigada por todas contribuições na construção e finalização deste trabalho.

Aos funcionários da Esefid, principalmente do Lapex e Centro Natatório, por toda paciência e ajuda ao longo desse trabalho e durante toda a minha trajetória dentro da universidade. Um agradecimento especial ao querido amigo Robertinho do RU, por fazer o horário do almoço um momento tão agradável, sempre transmitindo boas energias e torcendo por mim.

Agradeço muito as minhas amostras, que disponibilizaram um bom tempo dos seus sábados para estarem contribuindo para a realização deste trabalho. Obrigada por fazerem as coletas serem muito mais leves e divertidas. Sem vocês isto não seria possível.

Um agradecimento especial ao GPAT, esse grupo de pesquisa maravilhoso, composto sempre por pessoas muito queridas, competentes, dedicadas e amigas. Agradeço a todos os colegas que fizeram e fazem parte desta família, que de uma forma ou outra me ajudaram e me inspiraram para a concretização deste trabalho.

Especialmente as minhas colegas e grande amigas Thaís e Rochelle, por estarem constantemente me auxiliando, ensinando e dando todo apoio necessário. Tenho certeza que sem vocês os meus dias não seriam tão produtivos, e também divertidos. Obrigada por serem meu porto seguro durante o mestrado e por toda contribuição neste trabalho. Vocês são meus exemplos. À equipe de coletas: Thaís, Elisa, Andressa, Cláudia e Henrique. Não tenho palavras para agradecer à dedicação de vocês, e por disponibilizarem tanto tempo para me ajudar neste trabalho. Vocês foram essenciais para a realização deste sonho. Agradeço as minhas co-orientandas Elisa e Andressa, por confiarem em mim e por me proporcionarem a oportunidade de aprender muito com vocês.

Agradeço ainda aos colegas que caminham junto comigo desde a graduação e também no mestrado, Salime e Pedro. Obrigada pelo apoio de vocês, pelas conversas, desabafos e risadas. É muito bom saber que estamos crescendo juntos a cada fase da vida acadêmica, e compartilhando estes momentos tão especiais.

Agradeço ao meu namorado, André, por toda paciência durante as fases mais tensas do mestrado, pelo apoio e companheirismo de sempre, nunca me deixando desanimar.

Minha imensa gratidão a todos meus amigos e minha família, em especial aos meus pais, Edson e Fátima, por todo amor e carinho de sempre. Por nunca medirem esforços para me ajudar, por acreditarem em mim e estarem juntos comigo nesta caminhada. Sem o apoio e incentivo de vocês eu nunca teria chegado até aqui. Vocês são os melhores pais que alguém poderia ter, sou eternamente grata por isto. Ao meu querido irmão Rafael, que independente de tudo está sempre ao meu lado, e quando eu mais preciso é nele que encontro o abraço mais confortante. Amo vocês!

RESUMO

A hidroginástica tem sido indicada para melhora em diversas capacidades físicas. Nesta modalidade podem ser realizados exercícios aeróbios, de força, além da combinação de exercícios aeróbios e de força para a adaptação em ambas as capacidades. No entanto, sobre o treinamento de força na hidroginástica, poucos são os estudos que avaliam as respostas agudas em relação aos modelos de treinamento utilizados e nenhum analisou a teoria da prescrição do treinamento de força no meio aquático baseada nos princípios das rotas metabólicas. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi comparar as respostas cinemáticas e neuromusculares entre diferentes estratégias de treinamento de força em dois exercícios de hidroginástica realizados por mulheres jovens. Quinze mulheres ($23,13 \pm 3,04$ anos) realizaram os exercícios de flexão e extensão de joelho e cotovelo nas três estratégias de treinamento de força no meio aquático: duas séries de 30 segundos, três séries de 20 segundos e seis séries de 10 segundos, cuja a ordem foi randomizada. A análise cinemática foi realizada através de uma filmagem subaquática e a atividade neuromuscular através da eletromiografia de superfície, durante toda a execução dos exercícios. Além disso, foi realizado o teste de contração isométrica voluntária máxima (CVM) antes e depois do protocolo de exercícios para obter um valor de referência da amplitude do sinal eletromiográfico e para verificar se houve fadiga muscular. O teste ANOVA para medidas repetidas com *post-hoc* de Bonferroni foi utilizado para a comparação das variáveis cinemáticas e neuromusculares entre as diferentes estratégias e para as comparações entre as séries de 20 segundos e 10 segundos. Foi utilizado um teste *t* pareado para as comparações das variáveis cinemáticas e neuromusculares entre as séries de 30 segundos e para a comparação da CVM pré e pós protocolo ($\alpha=0,05$). Os resultados da CVM realizadas antes e após o protocolo de exercícios não apresentaram diferença significativa, somente para a força do músculo reto femoral que demonstrou uma queda nos valores. Em relação a velocidade angular média (VAM) na comparação entre as estratégias, a estratégia 2x30s demonstrou valores significativamente menores que a estratégia 6x10s, tanto no exercício de membro superior como no de membro inferior. Já na comparação entre as séries não houve diferença significativa em nenhuma das estratégias em ambos exercícios. A velocidade angular de pico (VAP) também apresentou diferença significativa entre as estratégias no exercício de membro superior, no entanto, o *post hoc* de Bonferroni não identificou onde foi essa diferença. Já para o membro inferior não houve diferença entre as estratégias. Na comparação entre as séries, a VAP apresentou uma manutenção dos valores ao longo das séries. A amplitude de movimento (ADM) apresentou uma manutenção dos valores tanto no exercício de membro superior como no de membro inferior em todas as comparações. O número de repetições apresentou diferença significativa entre as estratégias: a estratégia 2x30s apresentou valores significativamente menores que a estratégia 6x10s no exercício de membro superior. Já para o membro inferior não houve diferença entre as estratégias. Na comparação entre as séries, o número de repetições apresentou uma manutenção dos valores ao longo das séries. Para as variáveis neuromusculares, não foi encontrado diferença significativa em nenhum músculo analisado tanto na comparação entre as estratégias, como na comparação entre as séries nos dois exercícios realizados. Conclui-se que com o fracionamento das séries é possível alcançar maiores velocidades de execução e desta forma o presente estudo serve como base para a teoria da prescrição do treinamento de força no meio aquático baseada nos princípios das rotas metabólicas.

Palavras-chaves: exercícios aquáticos, eletromiografia, cinemática.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

Autora: Bruna Machado Barroso

Orientador: Luiz Fernando Martins Kruel

Título da dissertação: Respostas cinemáticas e neuromusculares de diferentes estratégias de treinamento de força em dois exercícios de hidroginástica realizados por mulheres jovens.

Porto Alegre, 2018.

ABSTRACT

Water-based physical training has been indicated for the improvement of several physical abilities. In this modality, many aerobic and resistance exercises can be performed, as also a combination of both aerobic and resistance exercises can be performed for the adaptation in both abilities. However, regarding water-based resistance training, there are few studies evaluating the acute responses in relation to the models of physical training used, and none has analyzed the theory of resistance exercise prescription in the aquatic environment based on the principles of the metabolic routes. In this way, the aim of the present study was to compare the kinematic and neuromuscular responses between different strategies of resistance training in two water-based exercises in young women. Fifteen women (23.13 ± 3.04 years) performed the exercises knee and elbow flexion and extension in three strategies of water-based resistance training: two series of 30 seconds, three series of 20 seconds and six series of 10 seconds, in a randomized order. The kinematic analysis was conducted with an underwater filming and the neuromuscular activity was performed through surface electromyography during the whole execution of the exercises. In addition, the maximal voluntary isometric contraction (MVC) test was performed before and after the exercises protocol for obtaining a reference value of the electromyography signal amplitude and to verify if there was muscle fatigue. ANOVA for repeated measures test with post-hoc of Bonferroni were used for the comparison of the kinematic and neuromuscular variables between the different strategies and for the comparisons between 20 and 10 seconds. Paired t test was used for the comparisons of the kinematic and neuromuscular variables between the series of 30 seconds and for the comparison of the MVC before and after the protocol ($\alpha=0.05$). The results of the MVC performed before and after the exercises protocol did not show a significant difference, only for the strength of the rectus femoris muscle, which demonstrated lower values. In relation to the mean angular velocity (MAV), in the comparison between strategies, the 2x30s strategy demonstrated significantly lower values than the 6x10s strategy for both upper and lower limbs exercises. On the other hand, in the comparison between series there was no significant difference in none of the strategies for both exercises. Peak angular velocity (PAV) also presented significant difference between the strategies in the upper limb exercise, however, the Bonferroni post hoc test did not identify where this difference was. Regarding lower limb, there was no difference between strategies. In the comparison between series, the PAV presented maintenance of the values throughout the series. The amplitude of movement (AOM) showed maintenance of the values in both upper and lower limbs exercises in all comparisons. The number of repetitions presented significant difference between the strategies: 2x30s strategy showed significantly lower values than 6x10s strategy for the upper limb exercise. For the lower limb, there was no difference between strategies. In the comparison between series, the number of repetitions presented maintenance of the values throughout the series. For the neuromuscular variables, a significant difference was not found in none of the muscles analyzed in the comparison between strategies, as in the comparison between sets in the two exercises analyzed. It is concluded that, with the fractionation of exercise series, it is possible to accomplish higher velocities of execution and thus the present study serves as basis for the theory of water-based resistance exercise prescription in aquatic environment based on the metabolic routes principles.

Keywords: aquatic exercises, electromyography, kinematic.

FEDERAL UNIVERSITY OF RIO GRANDE DO SUL

POST-GRADUATION PROGRAM IN HUMAN MOVEMENT SCIENCES

Author: Bruna Machado Barroso

Advisor: Luiz Fernando Martins Kruel

Title: Kinematic and neuromuscular responses of different strategies of resistance training in two water-based exercises performed by young women

Porto Alegre, 2018.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Teste de contração isométrica voluntária máxima no exercício de flexão e extensão de cotovelos.

Figura 2. Exercício de flexão e extensão de cotovelo.

Figura 3. Exercício de flexão e extensão de joelho.

Figura 4. Organização dos blocos dos exercícios e das estratégias.

Figura 5. Isolamento e posicionamento dos eletrodos no músculo reto femoral.

Figura 6. Marcação dos pontos das articulações analisadas.

Figura 7. Exemplo do gráfico do deslocamento dos três pontos digitalizados para o membro inferior (quadril, joelho e tornozelo).

Figura 8. Exemplo do gráfico do deslocamento dos três pontos digitalizados para o membro superior (ombro, cotovelo e punho).

Figura 9. Exemplo do gráfico de flexão de cotovelo e de joelho em graus por segundo.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Médias e desvio padrão (DP) da caracterização da amostra.....	Pág. 65
Tabela 2. Valores de média e desvio padrão do <i>root mean square</i> (RMS) da ativação muscular obtida através da contração isométrica voluntária máxima antes e após o protocolo de exercícios.....	Pág. 66
Tabela 3. Valores de média e desvio padrão de força (Kg) obtidos através da contração isométrica voluntária máxima antes e após o protocolo de exercícios.....	Pág. 66
Tabela 4. Valores de média e desvio padrão da velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições de membro superior entre as três estratégias de treinamento de força no meio aquático...	Pág. 67
Tabela 5. Valores de média e desvio padrão da velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições de membro superior entre as duas séries de 30 segundos.....	Pág. 68
Tabela 6. Valores de média e desvio padrão da velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições de membro superior entre as três séries de 20 segundos.....	Pág. 68
Tabela 7. Valores de média e desvio padrão da velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições de membro superior entre as seis séries de 10 segundos.....	Pág. 69
Tabela 8. Valores de média e desvio padrão da velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições de membro inferior entre as três estratégias de treinamento de força no meio aquático.....	Pág. 69
Tabela 9. Valores de média e desvio padrão da velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições de membro inferior entre as duas séries de 30 segundos.....	Pág. 70

Tabela 10. Valores de média e desvio padrão da velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições de membro inferior entre as três séries de 20 segundos.....	Pág. 71
Tabela 11. Valores de média e desvio padrão da velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições de membro inferior entre as seis séries de 10 segundos.....	Pág. 71
Tabela 12. Valores de média e desvio padrão do % da CVM dos músculos bíceps braquial, tríceps braquial, reto femoral e bíceps femoral entre as estratégias três de treinamento de força no meio aquático.....	Pág. 73
Tabela 13. Valores de média e desvio padrão do % da CVM dos músculos bíceps braquial, tríceps braquial, reto femoral e bíceps femoral entre as duas séries de 30 segundos.....	Pág. 73
Tabela 14. Valores de média e desvio padrão do % da CVM dos músculos bíceps braquial, tríceps braquial, reto femoral e bíceps femoral entre as três séries de 20 segundos.....	Pág. 74
Tabela 15. Valores de média e desvio padrão do % da CVM dos músculos bíceps braquial, tríceps braquial, reto femoral e bíceps femoral entre as três séries de 10 segundos.....	Pág. 75

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

%: Percentual

↑: Aumento

↓: Diminuição

°/s: Graus por segundo

°: Graus

1°: Primeira série

2°: Segunda série

2x30: Estratégia de duas séries de 30s

3°: Terceira série

3x20: Estratégia de três séries de 20s

4°: Quarta série

5°: Quinta série

6° Sexta série

6x10: Estratégia de seis séries de 10s

A: Área

ADM: Amplitude de movimento

BB: Músculo bíceps braquial

BF: Músculo bíceps femoral

BF: Músculo bíceps femoral

Bpm: Batidas por minuto

Cd: Coeficiente de arrasto

CVM: Contração voluntária isométrica máxima

DP: Desvio padrão

EMG: Eletromiografia

Hz: Hertz

IMC: Índice de massa corporal

KG: Quilograma

MAX: Máximo esforço

MI: Membro inferior

ms: Milissegundo

MS: Membro Superior

MT: Meio terrestre

MA: Meio aquático

n° de rep.: Número de repetições

PT: Pico de torque

R: Resistência ao avanço

RE: Equipamento resistivo

RF: Músculo reto femoral

RM: Repetição máxima

RMS: *Root mean square*

s: Segundos

SE: sem equipamento

TB: Músculo tríceps braquial

TFA: Treinamento de força no meio aquático

TFT: Treinamento de força no meio terrestre

TPF: Taxa de produção de força

v: Velocidade

VAM: Velocidade angular média

VAP: Velocidade angular de pico

Vs.: Versus

α : Alfa

μV : Microvolt

ρ : Densidade

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	18
1.1. O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA	18
1.2. OBJETIVO.....	21
1.2.1. OBJETIVO GERAL.....	21
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	23
2.1. METODOLOGIAS DO TREINAMENTO DE FORÇA NA ÁGUA.....	23
2.2. RESPOSTAS CINEMÁTICAS E NEUROMUSCULARES DOS EXERCÍCIOS DE HIDROGINÁSTICA.....	39
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	50
3.1. AMOSTRA.....	50
3.1.1. Cálculo Amostral	50
3.1.2. Termo De Consentimento Livre e Esclarecido	50
3.2. VARIÁVEIS.....	51
3.2.1. Variáveis Dependentes.....	51
3.2.2. Variáveis Independentes.....	51
3.2.3. Variáveis de Controle	51
3.2.4. Variáveis de Caracterização da Amostra	52
3.2.5. Tratamento das variáveis independentes.....	52
3.3. INSTRUMENTOS DE MEDIDA.....	52
3.4. PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS.....	55
3.4.1. Caracterização da amostra.....	55
3.4.2. Protocolo de Testes.....	55
3.5. TRATAMENTO DOS DADOS.....	60
3.5.1. Dados neuromusculares	60
3.5.2. Dados cinemáticos	61
3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	64
4. RESULTADOS.....	65

5. DISCUSSÃO	76
6. CONCLUSÃO	84
7. REFERÊNCIAS	85

1. INTRODUÇÃO

1.1. O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA

Nas últimas décadas, o meio aquático tem sido explorado como um meio alternativo para a prática de exercício físico (Kruel et al, 2005; Graef et al. 2010; Colado et al. 2009a; Colado et al. 2009b; Costa et al, 2018; Pinto et al. 2015; Pinto et al 2014; Zaffari, 2014; Liedke, 2014; Takeshima et al. 2002; Delevatti, 2016; Schoenell et al. 2016, Buttelli et al. 2015; Poyhonen et al. 2002; Reichert et al 2018; Ambrosini et al. 2010; Tsourlou et al., 2006; Bento et al. 2012; Souza et al. 2010). Devido às propriedades físicas do meio aquático como o empuxo, a pressão hidrostática e a termocondutividade, o exercício em ambiente aquático é realizado com um menor impacto articular, menores valores de frequência cardíaca e de pressão arterial (Alberton et al. 2013; Pendergast et al. 2015). Estas características tornam o exercício em meio aquático mais vantajoso em comparação ao exercício realizado em meio terrestre para determinadas populações especiais, como idosos, indivíduos com sobrepeso, hipertensos, etc. Dentre as modalidades de exercício em meio aquático, a hidroginástica recebe destaque. Nesse sentido, diversos estudos da literatura já vêm demonstrando que essa modalidade promove melhoras significativas em parâmetros metabólicos, cardiorrespiratórios e neuromusculares em diversas populações (Kruel et al, 2005; Graef et al. 2010; Colado et al. 2009a; Colado et al. 2009b; Costa et al, 2018; Pinto et al. 2015; Pinto et al 2014; Zaffari, 2014; Liedke, 2014; Takeshima et al. 2002; Delevatti, 2016; Schoenell et al. 2016, Buttelli et al. 2015; Poyhonen et al. 2002; Reichert et al 2018; Ambrosini et al. 2010; Tsourlou et al., 2006; Bento et al. 2012; Souza et al. 2010). No entanto as investigações podem ser consideradas mais recentes comparadas aos exercícios realizados no meio terrestre, havendo assim, muitas lacunas a serem preenchidas.

Conforme o objetivo do treinamento de hidroginástica, podem ser realizados exercícios aeróbios, priorizando ganhos cardiorrespiratórios, ou exercícios de força, visando ganhos neuromusculares, além da combinação de exercícios aeróbios e de força para a adaptação em ambas as capacidades. Para uma adequada prescrição de treinamento, é de fundamental importância estudos que avaliem a resposta cardiorrespiratória, neuromuscular e cinemática durante exercícios aeróbios e de força

no meio aquático. Estudos têm analisado principalmente metodologias de treinamento aeróbio, avaliando o comportamento das variáveis cardiorrespiratórias e biomecânicas em diversas formas de execução dos exercícios tanto (Almada et al. 2014; Alberton et al. 2014; Alberton et al. 2010; Alberton et al. 2013). Desta maneira, há um maior consenso sobre a prescrição do treinamento aeróbio em meio aquático, possivelmente por também se assemelhar ao treinamento aeróbio realizado no meio terrestre. Em relação ao treinamento de força na hidroginástica, poucos são os estudos que avaliam as respostas agudas em relação aos modelos de treinamento utilizados (Alberton et al. 2011; Pinto, 2009; Black, 2005; Pöyhönen et al. 2001b; Souza et al. 2012; Pinto et al. 2011; Borreani et al. 2014). Esses estudos concluíram que a atividade neuromuscular aumenta conforme o aumento das cadências de execução dos exercícios e também, na máxima velocidade os valores são semelhantes quando se utiliza ou não equipamentos. No entanto, o treinamento de força realizado em meio aquático se difere muito da forma de prescrição do meio terrestre, não havendo um acordo na literatura de como prescrevê-lo.

Modalidades de exercícios realizados no meio aquático, como por exemplo, a hidroginástica, tem apresentado bastante destaque na literatura, devido aos diversos benefícios oriundos do meio, como um menor impacto articular nos membros inferiores e menores valores de frequência cardíaca e pressão arterial (Alberton et al. 2013; Pendergast et al. 2015). A hidroginástica tem sido uma modalidade com grande procura por diferentes populações, que estão em busca de resultados positivos nas suas capacidades físicas e na sua saúde. Nesta perspectiva, inúmeros estudos na literatura já vêm demonstrando melhoras significativas em parâmetros metabólicos, cardiorrespiratórios e neuromusculares em diversas populações (Costa et al. 2018; Pinto et al. 2015; Zaffari, 2014; Liedke, 2014; Kanitz, 2015; Takeshima et al. 2002; Delevatti, 2016.). No entanto as investigações podem ser consideradas mais recentes comparadas aos exercícios realizados no meio terrestre, havendo assim, muitas lacunas a serem preenchidas.

No início das investigações sobre treinamento de força no meio aquático foi adicionado equipamentos resistidos para aumentar a área projetada e assim aumentar a resistência, porém sem ênfase em uma prescrição específica para ganho de força (Kruel et al. 2005; Graef et al. 2010). Além disso, adotava-se números de séries e de

repetições da mesma maneira que no treinamento de força tradicional no meio terrestre (Pöyhönen et al. 2002). Porém, nos últimos anos tem sido proposta a prescrição através do tempo de execução de série, na tentativa de alcançar a predominância do sistema energético desejado. O sistema fosfocreatina está relacionado a intensidades máximas de curta duração e na literatura alguns autores indicam que este sistema opera predominantemente no período de 0 a 10 segundos, e a partir de 10 segundos até 30 segundos ocorre uma transição do sistema fosfocreatina para o sistema glicolítico (GASTIN, 2001). Por este motivo, tem-se adotado tempos de série de 30 a 10 segundos de execução. Além disso, para alcançar a alta intensidade necessária para atingir o sistema fosfocreatina e glicolítico, o exercício de força no meio aquático tem sido realizado em velocidade máxima. De acordo com a equação geral dos fluídos ($R = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot C_d$; onde ρ é a densidade, A é a área projetada, V é a velocidade e C_d o coeficiente de arrasto) a velocidade está ao quadrado e diretamente relacionada com o aumento da resistência ao movimento (Alexander, 1977).

A progressão do treinamento de força no meio aquático prescrito por tempo de execução é realizada através da diminuição do tempo de cada série e aumento no número de séries. Geralmente, a prescrição do treinamento inicia com duas séries de 30 segundos de execução (visando a potência do sistema glicolítico e a capacidade do sistema fosfocreatina) e progride para três séries de 20 segundos, quatro séries de 15 segundos e finalizando com seis séries (dois blocos de três séries) de 10 segundos de execução (visando a potência do sistema fosfocreatina). Esse modelo de prescrição de treinamento fundamenta-se na teoria de que em séries mais curtas seja possível realizar o exercício em maiores velocidades, aumentando assim a resistência ao avanço e necessitando de mais força muscular para executar o movimento.

Atualmente, considera-se que a prescrição de treinamento de força no meio aquático utilizando os princípios das rotas metabólicas seja a estratégia mais interessante para otimizar os ganhos neuromusculares, porém esta prescrição não está bem elucidada na literatura. Não é sabido se fragmentar e diminuir o tempo de execução da série proporciona o aumento da velocidade e conseqüentemente, da força muscular. Para sustentar a teoria da prescrição do treinamento de força no meio aquático baseada nos princípios das rotas metabólicas é necessário que se investigue

as respostas cinemáticas e neuromusculares nos diferentes tempos de série utilizados.

Desta forma, com o objetivo de suprir esta lacuna e contribuir para o conhecimento relacionado à prescrição de exercícios de força no meio aquático, potencializando assim os ganhos neuromusculares, elaborou-se o seguinte problema de pesquisa: Existe diferença nas respostas cinemáticas e neuromusculares entre diferentes métodos de treinamento de força em dois exercícios de hidroginástica realizados por mulheres jovens?

1.2. OBJETIVO

1.2.1. OBJETIVO GERAL

Comparar as respostas cinemáticas e neuromusculares entre diferentes estratégias de treinamento de força em dois exercícios de hidroginástica realizados por mulheres jovens.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar e comparar a velocidade angular média (VAM) e de pico (VAP), a amplitude de movimento (ADM) e o número de repetições entre diferentes tempos de série (30s x 20s x 10s) nos exercícios de flexão e extensão de cotovelo e flexão e extensão de joelho, em mulheres jovens.
- Determinar e comparar a velocidade angular média (VAM) e de pico (VAP), a amplitude de movimento (ADM) e o número de repetições entre duas séries de 30s nos exercícios de flexão e extensão de cotovelo e flexão e extensão de joelho, em mulheres jovens.
- Determinar e comparar a velocidade angular média (VAM) e de pico (VAP), a amplitude de movimento (ADM) e o número de repetições entre três séries de 20s nos exercícios de flexão e extensão de cotovelo e flexão e extensão de joelho, em mulheres jovens.
- Determinar e comparar a velocidade angular média (VAM) e de pico (VAP), a amplitude de movimento (ADM) e o número de repetições entre seis séries de 10s nos exercícios de flexão e extensão de cotovelo e flexão e extensão de joelho, em mulheres jovens.

- Determinar e comparar a amplitude do sinal eletromiográfico (EMG) dos músculos flexores e extensores de cotovelos (bíceps braquial e tríceps braquial) e flexores e extensores de joelho (bíceps femoral e reto femoral) nos dois exercícios avaliados entre diferentes tempos de série (30s x 20s x 10s), em mulheres jovens.
- Determinar e comparar a amplitude do sinal eletromiográfico (EMG) dos músculos flexores e extensores de cotovelos (bíceps braquial e tríceps braquial) e flexores e extensores de joelho (bíceps femoral e reto femoral) nos dois exercícios avaliados entre duas séries de 30s, em mulheres jovens.
- Determinar e comparar a amplitude do sinal eletromiográfico (EMG) dos músculos flexores e extensores de cotovelos (bíceps braquial e tríceps braquial) e flexores e extensores de joelho (bíceps femoral e reto femoral) nos dois exercícios avaliados entre três séries de 20s, em mulheres jovens.
- Determinar e comparar a amplitude do sinal eletromiográfico (EMG) dos músculos flexores e extensores (bíceps braquial e tríceps braquial) de cotovelos e flexores e extensores de joelho (bíceps femoral e reto femoral) nos dois exercícios avaliados entre seis séries de 10s, em mulheres jovens.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. METODOLOGIAS DE TREINAMENTO DE FORÇA NO MEIO AQUÁTICO

O treinamento de força no meio aquático é ainda algo novo na literatura em comparação ao treinamento no meio terrestre, e o que é encontrado hoje nas buscas acaba tendo metodologias diferentes entre os estudos, dificultando a comparação entre eles. No entanto, mesmo sem haver um consenso entre estas pesquisas sobre a forma de prescrição do treinamento de força, os ganhos neuromusculares são significativos em grande parte delas, independentemente da idade da população investigada (Poyhönen et al. 2002; Kruel et al. 2005; Graef et al. 2010; Colado et al. 2009a; Colado et al. 2009b; Tsourlou et al. 2006; Ambrosimni et al. 2010; Bento et al. 2012; Souza et al. 2010; Schenell, 2012; Butelli et al. 2015; Colado et al. 2012; Pinto et al. 2014; Pinto et al. 2014; Costa et al. 2018). Alguns estudos tentaram reproduzir na água o que é realizado no treinamento de força na terra controlando o número de repetições, porém utilizando as propriedades físicas da água para auxiliar no controle da intensidade dos exercícios, como por exemplo, aumento na velocidade de execução e aumento da área projetada com uso de equipamentos (Colado et al. 2009; Ambrosini et al. 2010). Estudos sobre treinamento de força no meio aquático foram encontrados na literatura e serão apresentados a seguir, iniciando pelos estudos crônicos que prescreveram através de número de repetições e finalizando com estudos que prescreveram através do tempo de série.

Pöyhönen et al. (2002) realizaram um treinamento de força no meio aquático com mulheres saudáveis durante 10 semanas. Foram avaliadas o torque máximo de extensão e flexão de joelho isometricamente e com velocidade angular constante de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e de $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ em um dinamômetro isocinético e simultaneamente foi realizado a eletromiografia de superfície dos flexores e extensores do joelho. Também foi mensurada a massa magra através de tomografia computadorizada. Cada sessão era composta por 6 a 8 minutos de aquecimento através da caminhada em piscina funda com auxílio de um colete flutuador, partindo então para a parte principal de 30 a 45 minutos de exercícios de resistência, que consistiam basicamente em flexão e extensão de joelho em posições diferentes. Encorajando verbalmente as participantes sempre a executarem o movimento na máxima velocidade. O treinamento iniciou com duas séries de 20-25 repetições, passando para 3 séries de 14-20 repetições e

finalizando com 3 séries de 12-15 repetições. A progressão do treinamento foi dada através da utilização de botas de resistência de três tamanhos (pequena, média e grande), a pequena utilizada nas duas primeiras semanas, a média nas quatro semanas seguintes e a grande nas últimas quatro semanas. Os resultados deste estudo mostraram aumento significativo no torque muscular dos flexores e extensores de joelho, juntamente com a melhoria proporcional na ativação neural e com aumento significativo na massa magra dos músculos treinados. A principal justificativa dos autores para essas melhoras são uma boa utilização dos princípios hidrodinâmicos no momento da prescrição dos exercícios, que neste caso eles destacam a maior força sendo aplicada contra o empuxo e também uma área projetada maior através dos dispositivos resistivos.

Ainda controlando o número de repetições realizadas, Krueger et al. (2005) realizaram um treinamento específico de força na hidroginástica com e sem equipamento resistivo em mulheres adultas durante 11 semanas. Tiveram como objetivo avaliar a força dinâmica máxima da musculatura flexora e extensora de cotovelo e adutora de quadril, através do teste de 1RM. Neste treinamento orientaram as participantes a realizarem os exercícios (flexão e extensão de cotovelo e adução e abdução de quadril) na sua máxima velocidade. Porém, a cada microciclo era definido o tempo de duração de cada série e o número de repetições a serem cumpridas dentro daquele determinado tempo. Esses tempos de duração e os números de repetições diminuía a cada microciclo, enquanto as séries de exercícios aumentavam. O treinamento teve início com 3 séries de 15 repetições, no próximo microciclo passou para 4 séries de 12 repetições e por último 5 séries de 10 repetições. Os resultados deste estudo apresentaram aumento na força dinâmica máxima em todos os grupos sem diferença estatística entre eles, mas os grupos que não utilizaram equipamento resistivo apresentaram um maior aumento na força. Os autores acreditam que isso pode ter ocorrido pois os indivíduos que utilizaram equipamento diminuía a velocidade de execução do exercício, fator esse que se mostra mais importante para o aumento dos níveis de força no meio aquático.

Já Graef et al. (2010) executaram um treinamento de 12 semanas na hidroginástica com mulheres idosas, onde verificaram os efeitos de um treinamento com o controle da resistência, e os efeitos de um treinamento sem controle da

resistência. Foram avaliados os flexores e extensores horizontais de ombro com o teste de uma repetição máxima (1RM). As aulas foram compostas por exercícios aeróbicos e tinha a duração de 50 minutos para ambos os grupos. Porém o grupo com controle de resistência incluiu no seu programa quatro mesociclos de três semanas, com quatro séries de 15 repetições, quatro séries de 12 repetições, cinco séries de 10 repetições, e cinco séries de 8 repetições, respectivamente. O exercício realizado foi de flexão e extensão horizontal de ombro, realizado na máxima velocidade, com a utilização de equipamento resistivo. O grupo sem controle da resistência não foi periodizado. Os resultados que este estudo encontrou foi o aumento significativo da força máxima de flexores e extensores horizontais de ombro somente no grupo que teve o controle da resistência e a periodização deste treino. Os autores acabam sugerindo que um treinamento periodizado e com ênfase na resistência muscular consegue alcançar estímulos adequados para aumentar a força máxima de mulheres idosas.

Ainda mantendo o controle das repetições e séries, Colado et al. (2009b) realizaram um treinamento de curto prazo de somente 8 semanas com homens jovens ativos. Foi avaliada a força máxima dos membros superiores através do teste de 1RM, a potência muscular dos membros inferiores através de saltos e a composição corporal através da mensuração das dobras cutâneas, circunferência, massa corporal e estatura. Durante o treinamento, houve aumento do volume e intensidade, onde as séries variaram de 3 a 5, e as repetições de 8-12 até 15. Foram realizados exercícios para membros superiores, inferiores e tronco, e os indivíduos utilizaram equipamento resistivo para o aumento do arrasto e assim da intensidade. O ritmo de execução foi controlado individualmente, através de uma cadência para que cada sujeito atingisse a fadiga muscular no final de cada série. Como resultados, os autores encontraram um aumento na potência muscular, na força máxima, na circunferência e área muscular do braço, assim como uma diminuição nas dobras cutâneas abdominais. Os autores destacam a importância do controle da “carga” dentro do treinamento de força no meio aquático. Sugerindo que o controle do ritmo de execução de cada exercício seja uma boa alternativa para atingir objetivos como força máxima, hipertrofia muscular, resistência e potência. Do mesmo modo que acontece na terra, o exercício aquático também deve ter uma progressão na intensidade e volume, utilizando a

resistência da água para isso, porém os autores destacam a necessidade de haver um controle na execução dos exercícios para essa progressão.

Em outro estudo, mas realizado com mulheres pós-menopáusicas, Colado et al. (2009a) executaram um treinamento com duração de 24 semanas com duas sessões semanais nas primeiras 12 semanas, passando para três sessões semanais nas últimas 12 semanas. Porém esta intervenção foi dividida em três grupos: exercício aquático, exercício com bandas elásticas e controle. Os mesmos exercícios eram realizados por séries e números de repetições, tanto no meio aquático como no meio terrestre. Iniciaram com 1-3 séries de 20 repetições, passando para 3 séries de 20 repetições, finalizando com 2 super séries de 15 repetições. A intensidade foi controlada através da escala OMNI iniciando o treinamento correspondendo ao índice 5, progredindo para o índice 7 até o final da intervenção. Como resultado, ambos os grupos de exercícios tiveram melhoras semelhantes na gordura corporal, pressão arterial diastólica, massa livre de gordura, teste de sentar e alcançar, teste de agachar em 60s e no número de repetições no teste de flexão de cotovelos. Porém, o grupo de exercício aquático mostrou um aumento no número de repetições no teste de abdominal. Assim, os autores afirmam que o exercício de força no meio aquático é uma ótima alternativa para melhoras na aptidão física assim como o treinamento com bandas elásticas.

Em um treinamento com mulheres idosas Tsourlou et al. (2006) realizaram um treinamento de 24 semanas de duração, três vezes na semana onde cada sessão tinha 60 minutos de duração divididos principalmente em parte aeróbica e parte de exercícios de força. Os exercícios de força tinham um enfoque nos membros superiores e inferiores com a utilização de equipamentos resistivos. A prescrição do treinamento foi proposta através do controle de número de séries e de repetições, em que se variou somente o número de séries, passando de 2 para 3 com 12-15 repetições, em alta velocidade de execução. Foi avaliado o torque isométrico máximo dos flexores e extensores de joelho por um dinamômetro e a força máxima foi avaliada através do teste de 3RM. Como resultados houve melhora significativa em todas as variáveis analisadas, principalmente na força máxima. Os aumentos percentuais na força foram maiores do que os outros achados na literatura com essa população, os autores justificam esses resultados devido à grande duração desse treinamento.

Desconsiderando o número de repetições e dando ênfase para o tempo de execução e controle da intensidade, Ambrosini et al. (2010) realizaram um treinamento de força na hidrogenástica com diferentes protocolos, com uso de equipamento resistivo e sem o uso de equipamento resistivo. O treinamento teve a duração de 12 semanas e foi realizado com mulheres de meia idade divididas em dois grupos, com equipamento e sem equipamento. Foi analisada a força máxima de flexores e extensores horizontais de ombro e extensores de quadril. A intensidade do treinamento foi prescrita através da escala de Borg (2000), e a periodização foi dividida em quatro fases. Conforme aumentava a intensidade do exercício aumentava também o número de séries, e assim, o tempo de execução de cada série era diminuído. Na primeira fase as participantes dos dois grupos experimentais foram orientadas a manter a intensidade entre 12-15 da escala de Borg, índices esses que representam 70% da força máxima (Tiggemann, 2000). Nas seguintes fases deveriam manter a intensidade equivalente a 16-19, correspondendo a 90% da força máxima (Tiggemann, 2000). Após o treinamento os resultados deste estudo mostraram um incremento na força máxima de todas as musculaturas avaliadas, no entanto não houve diferença significativa entre os dois grupos de treinamento. Os autores acreditam que o aumento da força muscular se dá tanto pela velocidade de execução como pela área de superfície aumentada. Pois os resultados deste estudo sugerem que ambos “mecanismos” podem ser relevantes para o aumento da intensidade de exercícios realizados em meio aquático.

Com a realização de máxima velocidade de execução durante toda a intervenção Souza et al. (2010) realizaram um treinamento de força no meio aquático em mulheres jovens durante onze semanas, e analisaram a força através do teste de 1RM. As aulas eram realizadas duas vezes por semana com uma duração de 50 minutos. Os exercícios foram realizados na velocidade máxima de execução que correspondia à intensidade 19 da escala de Borg, com um volume total de um minuto para cada exercício. O número de série e duração do tempo de cada série era diferente em cada mesociclo. No primeiro mesociclo foram realizadas duas séries de 30 segundos para cada exercício, no segundo mesociclo realizaram três séries de 20 segundos, no terceiro quatro séries de 15 segundos, e no último mesociclo seis séries de 10 segundos. Foram realizados exercícios de membros superiores, inferiores e de tronco em forma de circuito, com a intenção de ser similar aos treinamentos de força no meio

terrestre. Os resultados mostraram um aumento significativo da força em todos os exercícios avaliados. Os autores destacam que somente a resistência imposta pela água se mostra suficiente para produzir melhoras na capacidade muscular, e que volumes moderados a altos (tempo de execução e quantidade de exercícios) parecem ser necessários para obter essas melhoras.

Também utilizando tempo de execução e controle da velocidade para a prescrição da intensidade, Bento et al. (2012) realizaram um treinamento de 12 semanas na hidroginástica com idosos, incluindo homens e mulheres, onde analisaram o pico de torque e a taxa de desenvolvimento de torque através do teste de contração isométrica voluntária máxima. Também avaliaram com testes funcionais a funcionalidade desses indivíduos. As aulas eram realizadas três vezes na semana durante 60 minutos, e era composta por 10 minutos de aquecimento, 20 minutos de exercícios aeróbicos, 20 minutos de exercícios específicos de força para membros inferiores, e terminando com 10 minutos de alongamento final. Os exercícios de força envolvidos nas aulas consistiam em flexão e extensão de joelho, flexão e extensão, adução e abdução de quadril, e dorsiflexão e plantiflexão de tornozelos. A intensidade era controlada através da escala de Borg. Nas primeiras quatro semanas os exercícios eram realizados durante 40 segundos com intervalo de 20 segundos entre eles, em uma velocidade moderada (Borg 12). No segundo mesociclo a intensidade foi aumentada com um aumento na velocidade de execução e inclusão de equipamento resistivo (Borg 12-14). Já no último mesociclo os exercícios eram executados na máxima velocidade (Borg 14-16). Os resultados mostraram uma melhora no pico de torque dos extensores do quadril, flexores do quadril e flexores plantares, e também apresentou um incremento na taxa de desenvolvimento de torque dos extensores do quadril, extensores do joelho e flexores plantares. Os autores justificam estes resultados através do aumento da velocidade durante o treinamento, destacando as propriedades físicas da água como importante fator para aumentar a resistência.

Investigando diferentes volumes de treinamento e mantendo o controle por tempo e velocidade máxima de execução durante as séries, Schonell (2012) realizou um treinamento de força em meio aquático durante 20 semanas com mulheres jovens previamente sedentárias. A autora analisou as adaptações neuromusculares através do teste de 1RM, da força resistente (60% 1RM) e da força potente através da altura

de saltos. Todas as sessões de treinamento foram realizadas em circuitos com exercícios para membros superiores e inferiores, e sempre realizados na máxima velocidade de execução durante 30 segundos. Durante as 10 primeiras semanas as amostras foram divididas em dois grupos, série simples e séries múltiplas. Nas últimas 10 semanas foram divididas em quatro grupos: série simples para série simples, simples para múltiplas, múltiplas para múltiplas e múltiplas para simples. Desta forma, houve o grupo que aumentou o volume total da sessão, outro manteve o mesmo volume e outro acabou diminuindo. Os resultados das primeiras 10 semanas de treinamento demonstraram que ambos os grupos (série simples e séries múltiplas) tiveram aumento significativo na força muscular dinâmica máxima, na força resistente e na força potente, sem diferença entre os grupos. Após as outras 10 semanas de treino, os quatro grupos também demonstraram ganho de força em todas as avaliações realizadas. Mostrando assim, que independente se há aumento, manutenção ou diminuição do volume, o mesmo comportamento das variáveis neuromusculares é apresentado com efeitos positivos.

Corroborando com os achados de Schonell (2012), Butelli et al. (2015) em um treinamento de 10 semanas com duas sessões semanais com homens jovens, compararam um grupo que realizou uma série simples de 30 segundos com outro grupo que realizou três séries de 30 segundos. A avaliação da força dinâmica máxima foi realizada através do teste de 1RM. Após o treinamento encontraram melhoras significativas na força dinâmica máxima de flexores e extensores de joelho, na força muscular dos membros superiores sem diferença entre os grupos. Propondo que um treinamento de força no meio aquático de 10 semanas pode promover ganhos de força em homens jovens.

Colado et al. (2012), realizaram uma comparação entre o treinamento de força no meio aquático com equipamentos, com bandas elásticas e com máquinas. Todos tiveram a mesma prescrição durante 10 semanas de duração em mulheres pós-menopáusicas. As intensidades foram prescritas através da escala de percepção de esforço OMNI-RES, eram realizadas 20 repetições de cada exercício. Nas quatro primeiras semanas realizaram as 20 repetições na intensidade 5 da escala (um pouco difícil), e nas últimas 6 semanas na intensidade 7 (difícil), no treino aquático aumentando a velocidade de execução. Para avaliar a resistência muscular foram

realizados três testes funcionais, o teste de flexão de joelho, teste de 60-s de agachamento e o teste de abdominal. Após a intervenção, todos os grupos de treinamento melhoraram sua resistência muscular e sua composição corporal, mostrando que o treinamento no meio aquático pode ter a mesma eficiência que treinamentos terrestres mesmo em curto prazo. Mas os autores salientam a dificuldade de realizar o controle de carga quando se fala em treinamento de força no meio aquático, necessitando assim mais estudos sobre o mesmo para melhores conclusões.

Também investigando a força muscular, mas em um treinamento combinado, Pinto et al. (2014) compararam o efeito das ordens dos treinamentos força e aeróbio na mesma sessão. O treinamento foi realizado por mulheres jovens durante 12 semanas, com duas sessões semanais. Foram divididas em dois grupos onde um grupo realizou o exercício aeróbio antes dos exercícios de força, e outro realizou os exercícios de força antes do aeróbio. O treinamento de força foi controlado por tempo de execução das séries, iniciando com 3 séries de 20 segundos cada nas quatro primeiras semanas, passando para 4 séries de 15 segundos nas quatro seguintes semanas, finalizando com 6 séries de 10 segundos nas últimas 4 semanas. Para avaliar a força dinâmica máxima foi realizado o teste de 1RM, o pico de torque foi realizado em um dinamômetro isocinético e a espessura muscular através de ultrassonografia. Os resultados mostraram aumento significativo na força e na massa muscular em todos os aspectos avaliados independente da ordem realizada. Porém, o grupo que realizou o treino de força antes do aeróbio apresentou incrementos superiores do que o grupo que executou o inverso. Os autores acreditam que pode haver uma fadiga residual do treino aeróbio, influenciando na execução dos exercícios de força que devem ser realizados na máxima velocidade.

Seguindo o mesmo protocolo de treinamento, porém com mulheres pós-menopáusicas, Pinto et al. (2015) encontrou como resultados no teste de 1RM de extensão de joelho maiores ganhos no grupo que realizou o treino de força antes do aeróbio em comparação ao outro grupo que realizou o treino aeróbio antes do de força. Também houve aumento significativo da amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico dos músculos vasto lateral e reto femoral, sem diferença entre os grupos. Também se verificou uma diminuição significativa da amplitude submáxima

isométrica do sinal eletromiográfico do músculo reto femoral em 40% da CIVM, sem diferença entre os grupos. Mostrando que independente da ordem que foi realizado os tipos de treinamento, houve melhoras significativas nos parâmetros neuromusculares, porém esses efeitos podem ser otimizados quando o treinamento de força é realizado antes do aeróbio.

Costa et al. (2018) realizou um treinamento de força durante 10 semanas, com duas sessões semanais no meio aquático com mulheres idosas. O treinamento iniciou com quatro séries de 20 segundos de execução de cada exercício, finalizando com oito séries de 10 segundos de execução sempre na velocidade máxima. Foram realizados exercício de membros superiores e inferiores. Após o treinamento, foi possível observar aumento significativo na força muscular nos extensores e flexores de joelho, não havendo incremento na força de extensores de ombro. Esse não incremento da força dos extensores de ombro é justificado pela autora devido à dificuldade das participantes de executar o teste no equipamento “voador peitoral” no momento das avaliações. No entanto foi possível perceber que apenas 10 semanas de treinamento com esta metodologia adotada, foi eficiente para haver aumento na força muscular de extensores e flexores de joelho de idosas.

Como foi possível observar, as metodologias de treinamento utilizadas ainda são muito diferentes, alguns estudos deram maior ênfase para o número de repetições e outros apostaram no tempo de execução. Alguns iniciaram os treinamentos com 30 segundos de execução e outros com 20 segundos. Houve também divergências na quantidade de séries a serem executadas e no volume total de cada sessão, até mesmo na prescrição de intensidade não apresentaram um consenso. Isso demonstra a importância da realização de estudos com respostas agudas avaliando a velocidade de execução dos exercícios e o comportamento da atividade neuromuscular. Desta forma, é possível contribuir para uma melhor prescrição de exercício de força no meio aquático para alcançar melhores resultados e maiores ganhos de força muscular.

Quadro 1. Características e principais resultados dos estudos com treinamento de força no meio aquático.

Estudo	Sujeitos	Duração e frequência de treinamento	Protocolo do treinamento de força	Principais resultados
Pöyhönen et al. (2002)	Mulheres jovens (34±4 anos)	10 semanas 2→ 3x/semana	Semana 1-2: 2x20-25 repetições com equipamento resistivo pequeno Semana 3: 2x14-20 repetições com equipamento resistivo médio Semana 4-6: 3x14-20 repetições com equipamento resistivo médio Semana 7-10: 3x12-15 repetições com equipamento resistivo grande Intensidade: máximo esforço	<u>PT isométrico</u> Extensão de joelho: ↑8% Flexão de joelho: ↑11% <u>EMG isométrico</u> VL + VM: ↑26% BF + ST: ↑10% <u>PT isocinético</u> Extensão de joelho 60°.s ⁻¹ : ↑28% Extensão de joelho 180°.s ⁻¹ : ↑19% Flexão de joelho 60°.s ⁻¹ : ↑20% Flexão de joelho 180°.s ⁻¹ : ↑10% <u>EMG isocinético</u> VL + VM 60°.s ⁻¹ : ↑28% VL + VM 180°.s ⁻¹ : ↑19% BF + ST 60°.s ⁻¹ : ↑20% BF + ST 180°.s ⁻¹ : ↑10% <u>Massa muscular</u> Quadríceps: ↑4% Isquiotibiais: ↑5%
Kruel et al. (2005)	Mulheres de meia-idade e idosas (38 a 67 anos) Grupo TF de MIs sem equipamento resistivo (MIS) vs. Grupo TF de MIs com equipamento resistivo (MIC); Grupo TF de MSs sem equipamento resistivo (MSS) vs. Grupo TF de MSs com	11 semanas 2x/semana	Semana 1-5: 3x15 repetições Semana 6-8: 4x12 repetições Semana 9-11: 5x10 repetições Intensidade: máxima velocidade	<u>1RM adução de quadril</u> MIS: ↑12%; MIC: ↑11% <u>1RM flexão de cotovelo</u> MSS: ↑12%; MSC: ↑14% <u>1RM extensão de cotovelo</u> MSS: ↑29%; MSC: ↑21%

	equipamento resistivo (MSC);			
Graef et al. (2010)	Mulheres idosas (68±7 anos)	12 semanas 2x/semana	Semana 1-3: 4x15 repetições Semana 4-6: 4x12 repetições Semana 7-9: 5x10 repetições Semana 10-12: 5x8 repetições Intensidade: máxima velocidade	1 RM Flexão horizontal de ombros: ↑11%
Colado et al. (2009a)	Homens jovens (21±1 anos)	8 semanas 3x/semana	3 a 5 séries x 8-12 RM e 15RM	1RM estimado Supino: ↑5% Elevação lateral: ↑10% Remada alta: ↑11% Potência muscular (<i>Squat Jump</i>): ↑3%
Colado et al. (2009b)	Mulheres pós-menopáusicas (55±2 anos) TFA X TFT	24 semanas 2→3x/semana	Semana 1-4: MSs: 1x20 rep MIs: 2x20 rep Intensidade: OMNI 5 Semanas 5-8: 2x20 rep Intensidade: OMNI 7 Semana 9-18: 3x20 rep Intensidade: OMNI 7 Semana 19-24: super séries de 15 rep Intensidade: OMNI 7	<u>Flexão de cotovelo:</u> TFA: ↑85% TFT: ↑52% <u>60s agachamento:</u> TFA: ↑66% TFT: ↑46%
Tsourlou et al. (2006)	Mulheres idosas (64±2 anos)	24 semanas 3x/semana	Semana 1-2: 2x12-15 rep a 60bpm Semana 3-6: 2-3x12-15 rep a 60bpm Semana 7-12: 3x12-15 rep a 80bpm Semana 13-18: 3x12-15 rep a 100bpm Semana 19-24: 3x12-15 rep a 120bpm Foi utilizado equipamento resistivo a partir da semana 3	PT isométrico Extensão de joelho: ↑10% Flexão de joelho: ↑13% Força de preensão palmar: ↑13% <u>Altura de salto:</u> ↑25% <u>3 RM</u> Extensão de joelho: ↑29% <i>Leg press</i> : ↑29% Supino: ↑26% <i>Timed up and go</i> : ↓5%
Ambrosini et al. (2010)	Mulheres de meia-idade (50±14 anos) Grupo TF sem equipamento resistivo (GSE) vs. Grupo TF	12 semanas 2x/semana	Semana 1-3: 2x30s Semana 4-6: 3x20s Semana 7-9: 4x15s Semana 10-12: 2x3x10s Intensidade: 12-15 de Borg (6-20) 16-19 de Borg (6-20)	1 RM Flexão horizontal de ombros GSE: ↑17%; GCE: ↑18% 1 RM Extensão horizontal de ombros GSE: ↑23%; GCE: ↑10% 1 RM Extensão de quadril GSE: ↑42%; GCE: ↑34%

	com equipamento resistivo (GCE)			
Bento et al. (2012)	Homens e mulheres idosos (66±4 anos)	12 semanas 3x/semana	Semana 1-4: 1x40s em 12 Borg (velocidade moderada) Semanas 5-8: 1x40s em 12-14 de Borg (velocidade acima da moderada) Semanas 9-12: 1x40s em 14-16 de Borg (velocidade máxima de movimento)	PT isométrico Extensão de quadril: ↑40% Flexão de quadril: ↑18% Flexão plantar: ↑42% <u>TPF</u> Extensão de quadril: ↑10% Extensão de joelho: ↑11% Flexão plantar: ↑27%
Souza et al. (2010)	Mulheres jovens (24±3 anos)	11 semanas 2x/semana	Semana 1: Adaptação Semana 2-3: 2x30s Semans 4-5: 3x20s Semana 6-8: 4x15s Semana 9-11: 2x3x10s Intensidade: máxima velocidade	<u>1 RM</u> Supino: ↑23% Remada: ↑12% Elevação lateral de ombros: ↑12% Extensão de joelho: ↑15% Flexão de joelho: ↑16% Adução de quadril: ↑15% Abdução de quadril: ↑12%
Schoenell et al. (2016) Schoenell, (2012)	Mulheres jovens <u>Semana 1-10:</u> Grupo treinamento série simples vs. Grupo treinamento séries múltiplas <u>Semana 11-20:</u> Grupo série simples-série simples (SSS; 24±4 anos) vs. Grupo série simples-séries múltiplas (SSM; 25±4 anos) vs. Grupo séries múltiplas-séries múltiplas (SMM; 24±4 anos) vs. Grupo séries	20 semanas 2 x/semana	Semanas 1-10: SS: 1x30s SM: 3x30s Semanas 11-20: SSS: 1x30s → 1x30s SSM: 1x30s → 3x30s SMM: 3x30s → 3x30s SMS: 3x30s → 1x30s	Pós 10 semanas: <u>1RM Supino</u> SS: ↑13%; SM: ↑14% <u>1RM Flexão de cotovelos</u> SS: ↑15%; SM: ↑15% <u>1RM Flexão de joelhos</u> SS: ↑10%; SM: ↑10% <u>1RM Extensão de joelhos</u> SS: ↑17%; SM: ↑17% <u>RML Supino</u> SS: ↑25%; SM: ↑36% <u>RML Flexão de cotovelos</u> SS: ↑33%; SM: ↑34% <u>RML Flexão de joelhos</u> SS: ↑20%; SM: ↑33% <u>RML Extensão de joelhos</u> SS: ↑14%; SM: ↑9% <u>Altura de salto squat jump</u> SS: ↑8%; SM: ↑8%

	múltiplas-série simples (SMS; 24±3 anos)			<p><u>Altura counter movement jump</u> SS: ↑14%; SM: ↑7%</p> <p>Pós 20 semanas: <u>1RM Supino</u> SSS: ↑4%; SSM: ↑3%; SMM: ↑5%; SMS: ↑2%</p> <p><u>1RM Flexão de cotovelo</u> SSS: ↑8%; SSM: ↑8%; SMM: ↑7%; SMS: ↑7%</p> <p><u>1RM Flexão de joelho</u> SSS: ↑6%; SSM: ↑6%; SMM: ↑7%; SMS: ↑7%</p> <p><u>1RM Extensão de joelho</u> SSS: ↑10%; SSM: ↑7%; SMM: ↑6%; SMS: ↑8%</p>
Butelli et al. (2015)	<p>Mulheres jovens</p> <p><u>Semanas 1-10:</u> Grupo treinamento série simples vs. Grupo treinamento séries múltiplas</p> <p><u>Semanas 11-20:</u> Grupo série simples-série simples (SSS; 24±4 anos) vs. Grupo série simples-séries múltiplas (SSM; 25±4 anos) vs. Grupo séries múltiplas-séries múltiplas (SMM; 24±4 anos) vs. Grupo séries múltiplas-série simples (SMS; 24±3 anos)</p>	<p>20 semanas</p> <p>2 x/semana</p>	<p>Semana 1-10: SS: 1x30s SM: 3x30s</p> <p>Semana 11-20: SSS: 1x30s → 1x30s SSM: 1x30s → 3x30s SMM: 3x30s → 3x30s SMS: 3x30s → 1x30s</p>	<p><u>1RM Flexão de cotovelos</u> SS: ↑5%; SM: ↑5%</p> <p><u>1RM Extensão de cotovelos</u> SS: ↑5%; SM: ↑8%</p> <p><u>1RM Voador</u> SS: ↑3%; SM: ↑6%</p> <p><u>1RM Voador invertido</u> SS: ↑8%; SM: ↑6%</p> <p><u>1RM Flexão de joelhos</u> SS: ↑12%; SM: ↑11%</p> <p><u>1RM Extensão de joelhos</u> SS: ↑10%; SM: ↑9%</p>
Pinto et al. (2014)	<p>Mulheres jovens (25 ± 3 anos)</p> <p>Grupo aeróbio-força (AF) vs. Grupo força-aeróbio (FA)</p>	<p>12 semanas</p> <p>2 x/semana</p>	<p>Semanas 1-4: 3x20s Semanas 5-8: 4x15s Semanas 9-12: 2x3x10s Intensidade: máximo esforço</p>	<p><u>1 RM Extensão joelho</u> AF: ↑27%; FA: ↑43%*</p> <p><u>1RM flexão cotovelo</u> AF: ↑13%; FA: ↑13%</p> <p><u>PT isométrico extensão joelho</u></p>

				<p>AF: ↑10%; FA: ↑6%</p> <p><u>PT isométrico flexão de cotovelo</u></p> <p>AF: ↑3%; FA: ↑4%</p> <p><u>EMG bíceps braquial</u></p> <p>AF: ↑25%; FA: ↑9%</p> <p><u>EMG VL+RF</u></p> <p>AF: ↑15%; FA: ↑19%</p> <p><u>Espessura muscular extensão de joelho</u></p> <p>AF: ↑5%; FA: ↑10%*</p> <p><u>Espessura muscular flexão de cotovelo</u></p> <p>AF: ↑3%; FA: ↑5%*</p> <p><u>TPF máxima extensão de joelho</u></p> <p>AF: ↑30%; FA: ↑19%</p> <p><u>Altura salto CMJ</u></p> <p>AF: ↑6%; FA: ↑5%</p> <p><u>Economia neuromuscular VL</u></p> <p>AF: ↓20%; FA: ↓13%</p> <p><u>Economia neuromuscular RF</u></p> <p>AF: ↓7%; FA: ↓17%</p>
Pinto et al. (2015)	<p>Mulheres pós-menopáusicas (57±2 anos)</p> <p>Grupo aeróbio-força (AF) vs. Grupo força-aeróbio (FA)</p>	<p>12 semanas</p> <p>2x/semana</p>	<p>Semana 1-4: 3x20s</p> <p>Semana 5-8: 4x15s</p> <p>Semana 9-12: 2x3x10s</p> <p>Intensidade: máximo esforço</p>	<p><u>1 RM flexão de cotovelo</u></p> <p>AF: ↑7%; FA: ↑12%</p> <p><u>1RM extensão de joelho</u></p> <p>AF: ↑14%; FA: ↑35%*</p> <p><u>PT isométrico extensão joelho</u></p> <p>AF: ↑6%; FA: ↑7%</p> <p><u>EMG VL</u></p> <p>AF: ↑11%; FA: ↑12%</p> <p><u>EMG RF</u></p> <p>AF: ↑33%; FA: ↑28%</p> <p><u>Economia neuromuscular VL</u></p> <p>AF: ↓6%; FA: ↓5%</p> <p><u>Economia neuromuscular RF</u></p> <p>AF: ↓12%; FA: ↓17%</p> <p><u>Espessura muscular VL</u></p> <p>AF: ↑4%; FA: ↑4%</p> <p><u>Espessura muscular BB</u></p> <p>AF: ↑7%; FA: ↑5%</p>
Zaffari (2014)	Mulheres idosas	12 semanas	Semana 1-4: 2x30s	<u>1RM</u>

	(64±4 anos)	2x/semana	Semana 5-8: 3x20s Semana 9-12: 4x10s Intensidade: máxima velocidade	Extensão de joelho: ↑7% Flexão de joelho: ↑13% <u>RML</u> Extensão de joelho: ↑17% Flexão de joelho: ↑13% <u>Força isométrica máxima extensão de joelho:</u> ↑96% <u>Teste funcional sentar e levantar:</u> ↑36%
Liedtke (2014)	Mulheres idosas (65±5 anos)	12 semanas 2x/semana	Semana 1-4: 3x20s Semana 5-8: 4x15s Semana 9-12: 2x3x10s Intensidade: máxima velocidade de movimento	<u>1RM</u> Extensão de joelho: ↑30% <u>Teste funcional</u> Flexão de cotovelo: ↑51% Sentar e levantar: ↑38%
Costa et al. 2018	Mulheres idosas (66±1 anos)	10 semanas 2x/semana	Semana 1-5: 4x20s Semana 6-10: 6x10s Intensidade: máxima velocidade de movimento	<u>1RM</u> Extensão de joelho: ↑8% Flexão de joelho: ↑18%
Reichert (2016)	Mulheres idosas Série simples de 30 segundos (1x30; 66±2 anos) vs. Série simples de 10 segundos (1x10; 66±2 anos) vs. Séries múltiplas de 10 segundos (3x10; 65±2 anos)	12 semanas 2x/semana	1x30: 30 segundos 1x10: 10 segundos 3x10: 3x10 segundos Intensidade: máxima velocidade de movimento	<u>1RM extensão de joelho:</u> 1x30: ↑38% 1x10: ↑27% 3x10: ↑15% <u>1RM flexão de joelho:</u> 1x30: ↑21% 1x10: ↑18% 3x10: ↑21% <u>1RM supino:</u> 1x30: ↑33% 1x10: ↑11% <u>1RM flexão de cotovelo:</u> 1x30: ↑20% 1x10: ↑17% 3x10: ↑16% <u>RML extensão de joelho:</u> 1x30: ↑42% 1x10: ↑57% 3x10: ↑27% <u>RML flexão de joelho:</u> 1x30: ↑96% 1x10: ↑46% 3x10: ↑101% <u>RML supino:</u> 1x30: ↑87% 3x10: ↑41% <u>RML flexão de cotovelo:</u> 1x30: ↑65% 1x10: ↑64% 3x10: ↑93% <u>TPF 50ms extensão joelho:</u> 1x30: ↑1809% 1x10: ↑228% 3x10: ↑946% <u>TPF 100ms extensão joelho:</u> 1x30: ↑505% 1x10: ↑220% 3x10: ↑402% <u>TPF 250ms extensão joelho:</u>

				1x30: ↑54% 1x10: ↑31% 3x10: ↑68% <u>TPF 50ms flexão joelho:</u> 1x30: ↑406% 1x10: ↑980% 3x10: ↑1113% <u>TPF 100ms flexão joelho:</u> 1x30: ↑92% 1x10: ↑146% 3x10: ↑82% <u>TPF 250ms flexão joelho:</u> 1x30: ↑162% 1x10: ↑83% 3x10: ↑65% <u>TPF máxima flexão joelho:</u> 1x30: ↑299% 1x10: ↑103% 3x10: ↑92%
--	--	--	--	--

↑: aumento; ↓: redução; TF: treinamento de força; TFA: treinamento de força no meio aquático; TFT: treinamento de força no meio terrestre; 1RM: uma repetição máxima; RM: repetições máximas; RML: força resistente; PT: pico de torque; EMG: atividade neuromuscular; VL: vasto lateral; VM: vasto medial; BF: bíceps femoral; ST: semitendinoso; s: segundos; TPF: taxa de produção de força; ms: milissegundos.

2.2. RESPOSTAS AGUDAS DE VARIÁVEIS CINEMÁTICAS E NEUROMUSCULARES DE EXERCÍCIOS DE HIDROGINÁSTICA

Observando os estudos crônicos que investigaram o treinamento de força no meio aquático, foi possível perceber as divergências entre eles. Mesmo que a grande maioria apresente resultados positivos, é necessário aprofundar os estudos nessa área para que o treinamento de força no meio aquático seja mais eficiente e o objetivo seja alcançado da melhor forma. Para isso é fundamental averiguar estudos agudos existentes na literatura, pois avaliam mais profundamente o comportamento da velocidade de execução e do padrão da ativação muscular em diferentes estratégias de treinamento de força no meio aquático. Assim, serão apresentados os principais estudos que avaliaram agudamente variáveis cinemáticas e variáveis neuromusculares em exercícios realizados no meio aquático.

Pöyhönen et al. (2001b) realizaram um estudo com 18 sujeitos (10 mulheres e 8 homens) analisando a atividade eletromiográfica da musculatura antagonista na execução de flexão e extensão de joelho dentro da água. Para isso foi realizado séries múltiplas do exercício com repetições na máxima velocidade. Os autores verificaram que há uma grande atividade concêntrica da musculatura agonista no início do movimento, tanto de flexão como de extensão, porém, da metade para o final da amplitude do movimento, ocorre um aumento na atividade da musculatura antagonista, com redução da atividade agonista, diminuindo a aceleração, freando o movimento, e assim, mudando o sentido do membro em movimento, tanto no caso da flexão para a extensão ou vice-versa. Sugerindo assim que quando o exercício é realizado em máxima velocidade promove-se alta atividade excêntrica da musculatura. Além disso, analisou a velocidade angular do exercício de flexão e extensão de joelhos com equipamento e sem equipamento resistivo, verificando maiores valores de velocidade para a situação sem equipamento.

No estudo de Black (2005) foi avaliado o exercício de flexão e extensão de quadril com o joelho estendido realizado por mulheres jovens. O exercício foi realizado com e sem equipamento nas cadências 40, 60 e 80 bpm e máxima velocidade. Os resultados cinemáticos demonstraram que a velocidade angular média aumentou com a progressão das cadências tanto na situação com equipamento como na situação sem equipamento. Ainda, a velocidade angular apresentou maiores valores na

máxima velocidade de execução em ambas situações. No entanto, na situação sem equipamento os valores de velocidade média alcançados foram significativamente maiores comparados com a situação com equipamento. Além disso, na ativação neuromuscular, os músculos reto femoral e bíceps femoral aumentaram sua atividade conforme o aumento da cadência apresentando maior ativação na máxima velocidade em ambas situações (com e sem equipamento), sem diferença entre elas.

Prescrevendo por número de repetições e cadência, Colado et al. (2008) analisaram a atividade eletromiográfica do músculo peitoral maior, deltóide superior e paraespinal lombar, durante os exercícios de adução e abdução horizontal de ombro realizados no meio aquático e meio terrestre. O estudo foi realizado com homens jovens já familiarizados com exercícios aquáticos e praticantes de treinamento de força no meio terrestre. No meio aquático eles realizavam os exercícios em uma cadência em que eles executassem 15 repetições na velocidade máxima utilizando equipamento resistivo. Já no meio terrestre os exercícios foram realizados em uma máquina que permitia o mesmo movimento realizado em água, com a mesma cadência e foram feitas uma série de 15 repetições para abdução e outra para adução. Os resultados não demonstraram diferença significativa entre os meios realizados, tanto para o músculo peitoral maior, como para o deltóide superior, mas apresentou uma maior ativação do músculo paraespinal lombar no meio aquático comparado ao meio terrestre. Os autores sugerem que a instabilidade no meio aquático é muito maior, necessitando assim de uma acentuada ativação da musculatura da coluna vertebral para manter o equilíbrio. Além disso, recomendam manter uma postura correta da coluna vertebral durante a execução dos exercícios de força no meio aquático, de modo a evitar lesões. Com base nos resultados do estudo, os autores afirmam que para uma prescrição eficaz dos exercícios de força no meio aquático, seja interessante prescrever por cadências que os sujeitos atinjam a faixa ideal de número de repetições para cada objetivo.

Também em um estudo agudo, Pinto (2009) comparou respostas cinemáticas durante o exercício de corrida estacionária com a flexão e extensão de cotovelo realizado com e sem equipamento em diferentes cadências. A amostra foi composta por mulheres jovens que realizaram o exercício sem equipamento (GSE), com equipamento flutuante em ambos os membros (GEF) e com equipamento resistivo em

ambos os membros (GER). Em cada situação o exercício foi realizado nas cadências 80 e 100 bpm e na velocidade máxima de execução. A amplitude de movimento apresentou os maiores valores na velocidade máxima de movimento tanto para o joelho quanto para o quadril. Porém, a amplitude de movimento do cotovelo apresentou os menores valores na máxima velocidade de execução. Para a velocidade angular média do cotovelo, quadril e joelho, houve diferenças significativas entre as cadências, encontrando maiores valores na máxima velocidade da flexão e extensão. Além disso, a velocidade angular média do quadril apresentou menores valores nas situações com equipamento flutuador e resistivo em comparação a situação sem equipamento.

Alberton et al. (2011) avaliaram a velocidade angular média (VAMQ) e de pico do quadril (VAPQ), durante o exercício de corrida estacionária realizado por indivíduos jovens. A amostra realizou o exercício em diferentes cadências de execução (60 bpm, 80 bpm, 100 bpm e velocidade máxima) no meio aquático e terrestre. Como resultado, a VAMQ da fase de flexão foi superior no meio terrestre comparado com o meio em todas as intensidades avaliadas. Da mesma forma, a VAMQ da fase de extensão apresentou maiores valores no meio terrestre em comparação ao meio aquático. Os resultados da VAPQ se comportaram da mesma maneira, com valores maiores na fase de flexão para o meio terrestre comparado com o meio aquático. Por fim, a VAPQ na fase de extensão também foi superior no meio terrestre comparado com o meio aquático. Os resultados deste estudo demonstram que a velocidade angular média aumenta conforme o aumento da cadência, atingindo os maiores valores na velocidade máxima de execução.

Analisando a atividade eletromiográfica da musculatura envolvida durante a execução de exercício de hidrogenástica, Pinto et al. (2011) compararam em mulheres jovens a realização dos exercícios sem equipamento, com equipamento resistivo e com equipamento flutuador. O exercício consistia em flexão e extensão de cotovelo, combinado com a corrida estacionária, e foi feito em uma cadência submáxima e máxima. Além da atividade eletromiográfica dos músculos bíceps braquial, tríceps braquial, bíceps femoral e reto femoral, também foi monitorado a frequência cardíaca e o consumo de oxigênio. Nas respostas neuromusculares, foram encontradas diferenças significativas entre as cadências, mostrando uma maior ativação da

musculatura durante a cadência máxima. Não houve diferença nos resultados com a utilização ou não do equipamento, somente na ativação muscular do músculo tríceps braquial e bíceps femoral que aumentaram com a utilização dos equipamentos. Por fim, o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca se mostraram maiores com a utilização de equipamentos comparada quando não utilizado. Mostrando então que as respostas cardiorrespiratórias foram maiores com a utilização de equipamentos em cadências submáximas, e as respostas neuromusculares foram otimizadas quando aumentada a cadência de execução.

Também utilizando a eletromiografia de superfície, Colado et al. (2013), analisaram a atividade eletromiográfica dos músculos grande dorsal, reto abdominal e eretores da coluna durante a execução do exercício de extensão de ombro. Observaram o comportamento dessas musculaturas em duas profundidades diferentes, e com a utilização de quatro equipamentos resistivos diferentes. O estudo foi realizado com homens jovens, em que executavam a flexão de ombro lentamente e extensão na velocidade máxima, exercendo três séries em cada equipamento, na profundidade do processo xifoide e na profundidade da linha da clavícula. Comparando as profundidades, somente o músculo grande dorsal mostrou maior atividade na profundidade processo xifoide. Já em relação aos equipamentos, não houve diferença significativa entre eles. Os autores concluíram então que, se o objetivo é ter uma maior ativação muscular, a profundidade mais rasa, ou seja, no processo xifoide é uma melhor escolha, independente do equipamento utilizado.

Borreani et al. (2014) realizaram um estudo com homens jovens, onde analisaram a atividade eletromiográfica dos músculos adutor longo, reto abdominal, oblíquo externo e eretor da espinha, durante a execução do exercício de adução de quadril no meio aquático com quatro diferentes equipamentos resistivos. Os indivíduos realizaram três repetições do exercício com cada diferente equipamento: o resistivo grande e pequeno, enfatizando um maior arrasto, e o flutuante grande e o pequeno, todos executados na máxima velocidade de execução. Os autores não encontraram diferenças significativas entre os tipos de equipamento. Sugerindo que, com os equipamentos maiores a velocidade de execução era diminuída por conta da maior área projetada, igualando a intensidade com os equipamentos menores onde era possível manter uma velocidade de execução maior. Mostrando mais uma vez a

importância que a velocidade de execução possui em um treinamento de força no meio aquático.

Observando os estudos citados, é possível perceber que grande parte deles compararam o uso ou não de equipamentos resistivos, a diferença entre exercícios realizados em água e em terra, diferentes profundidades e diferentes cadências e velocidades, mas poucos se referem à velocidade máxima de execução, e ainda, suas metodologias são diferentes, dificultando as comparações. Pensando em prescrever exercícios de hidroginástica por velocidade máxima e por tempo de execução, ou seja, tentando atingir rotas metabólicas específicas, os estudos com respostas agudas são poucos. Avaliações importantes como análises cinemáticas e eletromiográficas, por exemplo, onde seria possível analisar velocidade angular e atividade neuromuscular, são difíceis de serem encontrados na literatura, já que os estudos nesta área são relativamente muito recentes. Com isso, podemos notar a importância da realização de mais estudos com respostas agudas, para tentar investigar e determinar melhores prescrições de exercícios no meio aquático.

Quadro 2. Características e principais resultados de estudos com eletromiografia de exercícios de força no meio aquático.

Estudo	Sujeitos	Exercícios e equipamentos	Variáveis	Intensidade	Principais resultados
Alberton et al. (2011)	12 mulheres (22,33 ± 0,57)	Corrida Estacionária	%CVM ST, VL, RF e BF	60, 80 e 100 bpm e máxima velocidade de movimento	<p>% CVM Semitendinoso: <u>60 bpm:</u> MT: ≅ 20 MA: ≅ 15 <u>80 bpm:</u> MT: ≅ 25 MA: ≅ 20 <u>100 bpm:</u> MT: ≅ 30 MA ≅ 20 <u>Máxima Velocidade:</u> MT: ≅ 100 MA ≅ 110</p> <p>% CVM Vasto Lateral: <u>60 bpm:</u> MT: ≅ 20 MA: ≅ 15 <u>80 bpm:</u> MT: ≅ 25 MA: ≅ 15 <u>100 bpm:</u> MT: ≅ 40 MA: ≅ 10 <u>Máxima Velocidade:</u> MT: ≅ 85 MA: ≅ 70</p> <p>% CVM Reto Femoral: <u>60 bpm:</u> MT: ≅ 20 MA: ≅ 10 <u>80 bpm:</u> MT: ≅ 20 MA: ≅ 10 <u>100 bpm:</u> MT: ≅ 20 MA: ≅ 15 <u>Máxima Velocidade:</u> MT: ≅ 70 MA: ≅ 50</p> <p>% CVM Bíceps Femoral: <u>60 bpm:</u> MT: ≅ 30 MA: ≅ 15 <u>80 bpm:</u> MT: ≅ 30 MA: ≅ 15</p>

					100 bpm: MT: \cong 30 MA: \cong 15 <u>Máxima Velocidade:</u> MT: \cong 60 MA: \cong 40
Pinto et al. (2011)	15 mulheres (23,33 \pm 0,51)	Corrida estacionária com flexão e extensão de cotovelos sem equipamento (SE), com equipamento flutuante (FL) e com equipamento resistivo (RE) nos membros superiores e inferiores	% CVM BB, TB, RF e BF	80 bpm, 100 bpm e máxima velocidade de movimento	<u>% CVM Bíceps Braquial:</u> 80 bpm: SE: 19,68 \pm 3,69 RE: 19,85 \pm 3,92 FL: 14,21 \pm 2,74 100 bpm: SE: 22,62 \pm 5,14 RE: 21,75 \pm 4,52 FL: 19,28 \pm 5,03 <u>Máxima Velocidade:</u> SE: 61,82 \pm 10,74 RE: 60,81 \pm 9,45 FL: 56,54 \pm 10,47 <u>% CVM Tríceps Braquial:</u> 80 bpm: SE: 25,17 \pm 4,23 RE: 30,61 \pm 4,31 FL: 45,90 \pm 5,32 100 bpm: SE: 39,19 \pm 3,27 RE: 34,11 \pm 4,28 FL: 46,27 \pm 5,75 <u>Máxima Velocidade:</u> SE: 58,21 \pm 5,80 RE: 52,14 \pm 9,20 FL: 64,80 \pm 6,98 <u>% CVM Reto Femoral:</u> 80 bpm: SE: 14,49 \pm 3,01 RE: 14,19 \pm 2,84 FL: 10,21 \pm 1,04 100 bpm: SE: 11,63 \pm 1,76 RE: 12,14 \pm 1,61 FL: 12,84 \pm 1,79 <u>Máxima Velocidade:</u> SE: 36,22 \pm 4,01 RE: 37,30 \pm 1,85 FL: 36,76 \pm 4,95 <u>% CVM Bíceps Femoral:</u> 80 bpm: SE: 20,70 \pm 3,93 RE: 29,48 \pm 3,73 FL: 19,49 \pm 3,26 100 bpm: SE: 32,97 \pm 4,45 RE: 34,06 \pm 4,51 FL: 31,29 \pm 3,77 <u>Máxima Velocidade:</u> SE: 101,20 \pm 23,31 RE: 90,36 \pm 12,71 FL: 92,38 \pm 13,99
Black (2005)	12 Mulheres (21,3 \pm 1,3)	Flexão e extensão de quadril sem equipamento (SE) e com equipamento resistivo (RE)	%CVM RF e BF	40, 60 e 80 bpm e máxima velocidade de movimento	<u>% CVM Reto Femoral:</u> 40 bpm: SE: 15,36 \pm 4,42 RE: 22,09 \pm 5,44 60 bpm: SE: 19,78 \pm 12,00 RE: 29,68 \pm 3,57 80 bpm:

					SE: 22,48 ± 48,97 RE: 42,35 ± 13,87 Máxima Velocidade: SE: 68,42 ± 20,67 RE: 75,14± 30,39 % CVM Bíceps Femoral: 40 bpm: SE: 13,47 ± 7,76 RE: 16,48 ± 7,75 60 bpm: SE: 15,40 ± 8,05 RE: 17,40 ± 5,63 80 bpm: SE: 21,07 ± 12,49 RE: 34,93 ± 14,27 Máxima Velocidade: 72,46 ± 21,26 78,76 ± 17,14
Colado et al. (2008)	4 homens (24,33±0,58)	Adução e abdução horizontal de ombros realizados no MA com equipamento resistivo (MAC), sem equipamento resistivo (MAS) e MT.	% CVM PM, DS e PL.	Máxima velocidade de movimento	% CVM Peitoral Maior: MT: 43,21±27,64 MAS: 49,24±28,56 MAC: 51,17±8.62 % CVM Deltóide Superior: MT: 60,85±16,80 MAS: 70,76±15 MAC: 75,28±14,50 % CVM Paraespinal Lombar: MT: 16,40±12,12 MAS: 42,69±25,74 MAC: 54,98±29,75
Borreani et al (2014)	24 homens (23,2 ± 1,18)	Adução e abdução de quadril com equipamento flutuante grande (FLG), equipamento flutuante pequeno (FLP), equipamento resistivo grande (REG) e equipamento resistivo pequeno (REP).	% CVM AL, OED, OEN, RA e EE	Máxima velocidade de movimento	% CVM Adutor Longo: REG: 43,61±8,2 REP: 36,10±6,8 FLG: 35,87±7,2 FLP: 48,21±9,39 % CVM Reto Abdominal: REG: 13,61±3,0 REP: 13,22±2,2 FLG: 11,84±3,2 FLP: 20,95±5,7 % CVM Oblíquo Externo Lado Dominante REG: 13,05±3,37 REP: 16,12±4,04 FLG: 11,98±2,53 FLP: 11,64±3,11 % CVM Oblíquo Externo Lado Não Dominante: REG: 53,13±10,40 REP: 39,27±9,89 FLG: 45,78±11,42 FLP: 41,11±7,06 % CVM Eretor Espinal REG: 43,61±8,2 REP: 36,10±6,8 FLG: 35,87±7,2 FLP: 48,21±9,39
Colado et al. (2013)	23 homens (23,2 ± 1,18)	Flexão e extensão de ombros com equipamento flutuante grande (FLG), equipamento flutuante pequeno (FLP), equipamento	% CVM LD, RA e EE	Máxima velocidade de movimento	% CVM Latíssimo do Dorso: REG: 73,03±10,3 FLG: 79,94±10,3 FLG: 71,85±11,2 FLP:79,34±9,9 % CVM Reto Abdominal:

		resistivo grande (REG) e equipamento resistivo pequeno (REP).			REG: 56,47±9,6 REP: 55,10±10,6 FLG: 41,99±7,2 FLP: 70,11±13,7 % CVM Eretor da Espinha: REG: 20,63±2,7 REP: 26,47±4,34 FLG: 20,53±2,9 FLP: 23,39±3,4
--	--	---	--	--	--

MA: meio aquático; MT: meio terrestre; 1RM: uma repetição máxima; %CVM: percentual da contração voluntária isométrica máxima; EMG: atividade neuromuscular; RF: reto femoral; VL: vasto lateral; VM: vasto medial; BF: bíceps femoral; ST: semitendinoso; BB: bíceps braquial; TB: tríceps braquial; OED: oblíquo externo lado dominante; OEN: oblíquo externo lado não dominante; RA: reto abdominal; EE: eretor espinhal; ADL: adutor longo; PM: peitoral maior; DS: deltoide superior; PL: paraespinhal lombar; LD: latíssimo do dorso; %/s: graus por segundo; bpm: batimentos por minuto.

Quadro 3. Características e principais resultados de estudos com variáveis cinemáticas de exercícios de força no meio aquático.

Estudo	Sujeitos	Exercícios e equipamentos	Variáveis	Intensidade	Principais resultados
Alberton et al. (2011)	12 mulheres (22,33 ± 0,57)	Corrida Estacionária MA vs. MT	Velocidade angular média (VAM) e velocidade angular de pico (VAP)	60, 80 e 100 bpm e máxima velocidade de movimento	VAM (°/s): <u>Flexão:</u> 60 bpm: MT:143,91±4,76 MA:102,54±7,74 80 bpm: MT:179,15±8,90 MA: 127,60±4,61 100 bpm: MT: 216,51±7,24 MA: 148,93±5 <u>Máxima Velocidade:</u> MT: 316,37±13,72 MA: 226,14±7,87 <u>VAP (°/s):</u> <u>Flexão:</u> 60 bpm: MT: 245,11±7,70 MA: 158,94±7,12 80 bpm: MT:310,36±7,97 MA: 199,39±8,61 100 bpm: MT: 377,17±9,14 MA: 219,74±10,02 <u>Máxima Velocidade:</u> MT: 535,30±26,45 MA: 361,77±17,58 <u>Extensão:</u> 60 bpm: MT: 128,64±9,24 MA: 97,84±5,57 80 bpm: MT:175,58±10,40 MA: 120,47±5,90 100 bpm: MT: 208,61±8,85 MA: 146,21±5,20 <u>Máxima Velocidade:</u> MT: 340,91±16,23 MA: 234,27±9,23 <u>Extensão:</u> 60 bpm: MT: 243,81±8,41 MA: 178,63±7,63 80 bpm: MT: 331,57±12,73 MA: 229,85±7,70 100 bpm: MT: 284,13±12,61 MA: 253,72±10,54 <u>Máxima Velocidade:</u> MT: 512,12±26,14 MA: 386,66±13,8

Pinto (2009)	15 mulheres (23,33 ± 0,51)	Corrida estacionária com flexão e extensão de cotovelos superiores e inferiores	Amplitude de movimento (ADM) e velocidade angular média (VAM)	80 bpm, 100 bpm e máxima velocidade de movimento	<p>ADM – Cotovelo (°): <u>Flexão:</u> 80 bpm: 93,65±3,55 100 bpm: 83,20±5,07 Máxima Velocidade: 71,73±3,64</p> <p>ADM – Quadril (°): <u>Flexão:</u> 80 bpm: 71,52±2,21 100 bpm: 73,94±2,63 Máxima Velocidade: 83,11±3,61</p> <p>ADM – Joelho (°): <u>Flexão:</u> 80 bpm: 69,40±3,76 100 bpm: 82,52±3,61 Máxima Velocidade: 104,97±3,56</p> <p>VAM - Cotovelo (°/s): <u>Flexão:</u> 80 bpm: 132,08±6,56 100 bpm: 143,19±9,10 Máxima Velocidade: 166,62±8,18</p> <p>VAM - Quadril (°/s): <u>Flexão:</u> 80 bpm: 106,73±3,85 100 bpm: 128,94±4,29 Máxima Velocidade: 219,30±8,46</p> <p>VAM - Joelho (°/s): <u>Flexão:</u> 80 bpm: 113,90±8,58 100 bpm: 133,55±6 Máxima Velocidade: 276,78±11,69</p>	<p><u>Extensão:</u> 80 bpm: 94,64±8,64 100 bpm: 84±5,33 Máxima Velocidade: 72,62±3,53</p> <p><u>Extensão:</u> 80 bpm: 71,96±2,08 100 bpm: 73,66±2,97 Máxima Velocidade: 82,96±3,46</p> <p><u>Extensão:</u> 80 bpm: 70,01±3,07 100 bpm: 82,17±3,62 Máxima Velocidade: 105,52±3,57</p> <p><u>Extensão:</u> 80 bpm: 122,77±5,93 100 bpm: 129,66±8,11 Máxima Velocidade: 183,13±13,23</p> <p><u>Extensão:</u> 80 bpm: 108,51±3,44 100 bpm: 123,54±4,69 Máxima Velocidade: 230,47±11,43</p> <p><u>Extensão:</u> 80 bpm: 96,69±4,93 100 bpm: 145,67±9,10 Máxima Velocidade: 270,20±10,85</p>
Black (2005)	12 Mulheres (21,3 ± 1,3)	Flexão e extensão de quadril sem equipamento (SE) e com equipamento resistivo (RE)	Velocidade angular média (VAM)	40, 60 e 80 bpm e máxima velocidade de movimento	<p>VAM - Flexão: 40 bpm: SE: 33,4±6,3 RE: 34,1±6,2 60 bpm: SE: 49±6,7 RE: 49,6 ±6,5 80 bpm: SE: 68±9,3 RE: 69,9±10,3 Máxima Velocidade:</p>	

					SE: 139,9±30,3 RE:104,8±15,6 VAM - Extensão: 40 bpm: SE: 35±4,5 RE: 38,2±5,5 60 bpm: SE: 51,3±4,1 RE: 50,1±6,6 80 bpm: SE: 66,3±10,2 RE: 67±9,3 <u>Máxima Velocidade:</u> SE: 138±30,9 RE: 95,6±27,5
Pöyhönen et al. (2001b)	10 homens (28±4,8) e 8 mulheres (25,3± 4,5)	Flexão e extensão de joelhos com equipamento resistivo e sem equipamento resistivo.	Velocidade Angular	Máxima velocidade de movimento	Sem equipamento resistivo: <u>Extensão:</u> Homens: 364±120°/s Mulheres: 302±110°/s <u>Flexão:</u> Homens: 326±30°/s Mulheres: 296±33°/s Com equipamento resistivo: <u>Extensão:</u> Homens: 210±73°/s Mulheres: 193±72°/s <u>Flexão:</u> Homens: 174±54°/s Mulheres: 168±62°/s

MA: meio aquático; MT: meio terrestre; °/s: graus por segundo; °: graus; bpm: batimentos por minuto.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. AMOSTRA

Os indivíduos foram selecionados de forma não aleatória, por voluntariedade. O projeto foi anunciado em rede social (Facebook) e pelo Campus Olímpico da ESEFID-UFRGS e por convite. A amostra foi composta por mulheres jovens (idade entre 20 e 30 anos), aparentemente saudáveis, ambientadas ao meio líquido e que já tinham praticado hidroginástica por no mínimo três meses. Além disso, deveriam estar isentas de doenças ostoarticulares de membros inferiores e superiores.

3.1.1. Cálculo Amostral

O cálculo do “n” amostral do presente estudo foi realizado usando o programa GPOWER versão 3.1., no qual foi adotado um $\alpha=0,05$, um poder de 80%, um coeficiente de correlação de 0,8 e as variâncias dos estudos de Alberton (2007) para as variáveis cinemáticas e do estudo de Alberton et al. (2014) para as variáveis neuromusculares. Estes estudos foram utilizados devido às semelhanças metodológica com o presente estudo. Assim, o “n” amostral foi definido em 12 sujeitos, mas prevendo uma perda de 20% dos dados, foram recrutados 15 indivíduos.

3.1.2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Cada sujeito, para participar da pesquisa, leu e assinou um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO A), o qual foi previamente submetido junto ao projeto para aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (parecer n°: 2.302.299). A leitura e a assinatura do termo de consentimento foram realizadas de maneira individual e anteriormente à realização das coletas.

3.2. VARIÁVEIS

3.2.1. Variáveis Dependentes

- Velocidade angular média e de pico da articulação do cotovelo durante o exercício de flexão e extensão de cotovelo;
- Velocidade angular média e de pico da articulação do joelho durante o exercício de flexão e extensão de joelho;
- Amplitude de movimento da articulação do cotovelo durante o exercício flexão e extensão de cotovelo;
- Amplitude de movimento da articulação do joelho durante o exercício flexão e extensão de joelho;
- Número de repetições no exercício de flexão e extensão de cotovelo;
- Número de repetições no exercício de flexão e extensão de joelho;
- Amplitude do sinal eletromiográfico dos músculos bíceps braquial e tríceps braquial durante a flexão e extensão de cotovelo;
- Amplitude do sinal eletromiográfico dos músculos reto da coxa e bíceps da coxa durante a flexão e extensão de joelho.

3.2.2. Variáveis Independentes

- Tempo de séries
 - 30 segundos;
 - 20 segundos;
 - 10 segundos.
- Estratégias de treinamento de força
 - 2 séries de 30 segundos;
 - 3 séries de 20 segundos;
 - 6 séries de 10 segundos.

3.2.3. Variáveis de Controle

- Temperatura da água (31 e 32°C);

- Profundidade de imersão (entre o processo xifoide e ombros).

3.2.4. Variáveis de Caracterização da Amostra

- Idade;
- Massa Corporal;
- Estatura;
- IMC;
- Gordura Corporal;
- Comprimento dos membros superiores;
- Comprimento dos membros inferiores.

3.2.5. Tratamento das variáveis independentes

As coletas das variáveis dependentes foram realizadas no Centro Natatório da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID-UFRGS). Cada indivíduo realizou os dois exercícios propostos nos três diferentes tempos de série (2x 30s, 3x 20s e 6x 10s) e sempre realizados na máxima velocidade de execução. A ordem dos exercícios e dos tempos de série foi previamente randomizada. O protocolo de testes para a coleta das variáveis dependentes foi realizado em um mesmo dia.

3.3. INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Para esta pesquisa foram utilizados os equipamentos do Grupo de Pesquisa em Atividades Aquáticas e Terrestres (GPAT).

3.3.1. Ficha de Dados Individuais

Foi utilizada uma ficha de dados individuais para a coleta dos dados, na qual foram registradas as informações referentes às participantes do estudo, tais como, nome, data de nascimento, massa corporal, estatura, dobras cutâneas, comprimento dos membros superiores e inferiores. Além disso, foram registradas as datas e ordens das coletas, após a randomização dos blocos de exercícios e dos tempos de série.

3.3.2. Balança

Para determinar a massa corporal, foi utilizada uma balança, da marca FILIZOLA, com resolução de 100 gramas.

3.3.3. Estadiômetro

Para determinar a estatura foi utilizado um estadiômetro da marca FILIZOLA que é constituído de uma escala métrica, na qual desliza um cursor que mede a estatura do indivíduo na posição em pé com resolução de 1mm.

3.3.4. Fita métrica

Para determinar o tamanho dos membros superiores e inferiores dos indivíduos foi utilizada uma fita métrica com resolução de 1mm. Para os membros superiores foi medida a distância entre o epicôndilo lateral da tíbia e o processo estiloide do rádio. Já para os membros inferiores foi medida a distância entre o epicôndilo lateral do fêmur e o maléolo lateral da fíbula.

3.3.5. Plicômetro

Para a mensuração das dobras cutâneas foi utilizado um plicômetro da marca LANGE com resolução de 1mm.

3.3.6. Eletromiógrafo

Para a aquisição dos dados eletromiográficos foram utilizados dois eletromiógrafos Miotool 400, da marca MIOTEC Equipamentos Biomédicos (Porto Alegre/Brasil). Cada equipamento é composto por um sistema de quatro canais, com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal.

3.3.7. Eletrodos de superfície

Foram utilizados eletrodos de superfície com 15 mm de raio, da marca Meditrace™100.

3.3.8. Multímetro

Utilizou-se um multímetro modelo Sp-110, da marca SUNWA, para medir a resistência inter-eletrodos.

3.3.9. Célula de Carga

Para a avaliação da força durante o teste de contração isométrica voluntária máxima (CVM), foi utilizada uma célula de carga ligada a um conversor análogo digital (A/D) Miotool (marca MIOTEC).

3.3.10. Adesivos Oclusivos

Para o isolamento dos eletrodos foram utilizados adesivos oclusivos transparentes TEGADERM modelo 1634W, da marca 3M, de 10 cm X 12 cm.

3.3.11. Silicone

Foi utilizada cola de silicone na saída dos cabos para evitar a entrada de água.

3.3.12. Secador

Secadores elétricos foram utilizados para a secagem da cola de silicone.

3.3.13. Microcomputador para Transmissão das Variáveis Eletromiográficas

Os dados eletromiográficos foram transmitidos para um notebook da marca Lenovo, com processador Intel inside core i3.

3.3.14. Sistema de Filmagem

O sistema de filmagem foi constituído por uma câmera à prova d'água de alta definição, modelo Hero4 Silver Edition, marca GoPro® com taxa de amostragem de 30 Hz.

3.3.15. Adesivos Reflexivos

Para marcar os pontos anatômicos dos membros analisados, foram utilizadas fitas adesivas isolantes da cor preta e branca com 2 cm².

3.3.16. Alinhamento da Cinemática com a Eletromiografia

Para o alinhamento do sinal eletromiográfico e da cinemática, foi utilizado um dispositivo que foi filmado juntamente com a atividade analisada e conectado ao eletromiógrafo como sendo mais um canal. Ao iniciar o movimento o dispositivo foi acionado, acendendo uma luz visível para a câmera, e simultaneamente, ativando eletricamente o respectivo canal do eletromiógrafo.

3.4. PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS

3.4.1. Caracterização da amostra

Para a caracterização da amostra foram realizadas inicialmente medidas de massa corporal, e estatura das participantes. Após, foram medidas as dobras cutâneas tricipital, subescapular, peitoral, axilar-média, supra-iliaca, abdominal e coxa. A partir desses dados foi estimada a densidade corporal através do protocolo de dobras cutâneas proposto por Jackson et al. (1980) e, na sequência, o percentual de gordura foi calculado por meio da fórmula de Siri (1993). As dobras foram medidas em forma de circuito, totalizando no máximo três medidas para cada dobra cutânea. Além disso, foram medidos o comprimento dos segmentos dos membros superiores e inferiores.

3.4.2. Protocolo de Testes

O protocolo de testes foi realizado no Centro Natatório da Escola de Educação Física Fisioterapia e Dança da UFRGS.

Antes do início da sessão de exercícios foi realizado um teste de contração isométrica voluntária máxima (CVM) para cada músculo avaliado. Esse teste foi realizado fora da água antes do protocolo de exercícios aquáticos e repetido ao final do protocolo a fim de verificar se houve fadiga muscular após a realização dos exercícios. O teste foi realizado no meio terrestre pois de acordo com Alberton et al.

(2007) não há diferença nos valores do sinal EMG quando comparado o meio aquático ao meio terrestre.

O teste de CVM que os indivíduos realizaram antes de cada sessão de exercícios, foi executado para obter um valor de referência da amplitude do sinal eletromiográfico. Ele foi realizado nas principais musculaturas agonistas envolvidas nos exercícios analisados. Iniciando pelos músculos bíceps braquial e tríceps braquial, responsáveis pela flexão e extensão de cotovelo, respectivamente. O teste iniciou com o sujeito sentado com o cotovelo flexionado a 90° , inicialmente com a mão na posição supinada para a contração isométrica do bíceps braquial. Dessa forma o sujeito realizou uma contração isométrica contra uma resistência fixa, primeiro para flexão e posteriormente, com a mão na posição pronada, para extensão de cotovelo (figura 1). Após, em uma cadeira extensora foi realizado o teste de contração isométrica máxima do joelho, analisando os músculos reto femoral e bíceps femoral. Primeiramente, com o joelho posicionado a 60° o indivíduo realizou a contração isométrica máxima para o movimento de extensão contra uma resistência fixa, e após para o movimento de flexão de joelho. Os ângulos foram medidos com um goniômetro. Realizou-se três tentativas para cada grupo muscular analisado e com um intervalo de dois minutos entre as tentativas. Cada CVM foi realizada durante cinco segundos para a coleta do sinal eletromiográfico e da força muscular. Além disso, as participantes foram instruídas a exercer a máxima força o mais rápido possível e durante o teste foram encorajadas verbalmente pelo avaliador. Os testes de CVM foram repetidos ao final do protocolo aquático a fim de verificar o nível de fadiga muscular após o protocolo de exercícios. Para análise, foi selecionada a curva com a maior força estável durante 1 segundo.



Figura 1. Teste de contração voluntária isométrica máxima no exercício de flexão e extensão de cotovelos.

Foi realizada a aquisição dos dados cinemáticos e neuromusculares durante a execução dos exercícios de flexão e extensão de cotovelo direito (figura 2) e flexão e extensão de joelho direito (figura 3) no meio aquático. Os dados foram coletados nas três diferentes estratégias (2x30 segundos, 3x20 segundos e 6x10 segundos) cuja ordem de realização foi randomizada. Os exercícios foram organizados em blocos da seguinte maneira: (1) flexão e extensão de cotovelos (bilateral); (2) flexão e extensão de joelho (unilateral). Os blocos dos exercícios também foram randomizados. A organização dos blocos de exercícios e das estratégias podem ser observados na figura 4.

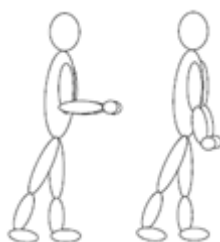


Figura 2. Flexão e extensão de cotovelos.

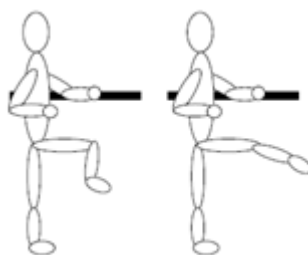


Figura 3. Flexão e extensão de joelho.

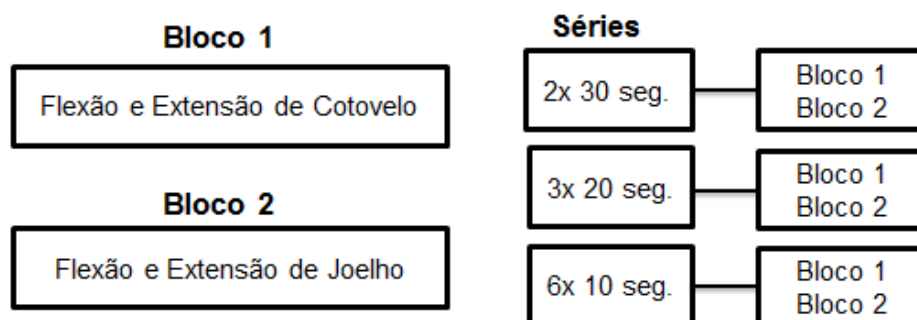


Figura 4. Organização dos blocos de exercícios e das estratégias.

O indivíduo realizou cada exercício dentro do primeiro bloco randomizado na estratégia também randomizada. Em seguida foi feito o mesmo procedimento no bloco seguinte. Entre as séries houve um intervalo passivo de cinco minutos, já entre as diferentes estratégias de treinamento de força houve um intervalo de 10 minutos. Durante a execução dos exercícios foi realizado um encorajamento verbal a fim de que as participantes executassem o exercício na máxima velocidade e amplitude de movimento. Para a análise cinemática, foi posicionada uma câmera subaquática a 5 metros do sujeito referente ao seu plano sagital. Para o alinhamento do sinal eletromiográfico e da cinemática, foi utilizado um sinal luminoso que foi filmado e indicava o início da coleta eletromiográfica.

3.4.2.1. Preparação da Pele e Colocação dos Eletrodos

Para o posicionamento dos eletrodos foi realizado o procedimento de tricotomia, abrasão e limpeza da pele com algodão e álcool nas áreas de interesse para a retirada das células mortas e diminuição da impedância. A determinação dos locais do posicionamento foi consultada através do site da SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles). O posicionamento de todos os eletrodos foi sempre na direção das fibras musculares. Para avaliação do bíceps braquial, os eletrodos foram colocados entre o acrômio medial e a fossa cubital, a um terço da fossa. Para avaliação do tríceps braquial, os eletrodos foram colocados a 50% da linha entre a crista posterior do acrômio e o olecrano, em dois dedos de largura medial a linha. Para o bíceps femoral, o posicionamento foi feito em 50% sobre a linha entre a tuberosidade isquiática e o epicôndilo lateral da tíbia. Por fim, para o reto femoral, os

eletrodos foram posicionados a 50% da linha entre a espinha íliaca anterior superior e a borda superior da patela. A distância entre o centro dos eletrodos foi mantida em 20 mm (Beck et al., 2005). O nível de impedância entre os eletrodos e a pele foi medido com um multímetro digital, e considerado ideal valores abaixo de 3000 Ohms (Narici et al., 1989). Um eletrodo de referência foi posicionado na clavícula.

Após o posicionamento, os eletrodos foram isolados através da utilização de adesivos oclusivos transparentes, conforme metodologia descrita por Figueiredo et al. (2006). Na saída dos cabos foi colocada cola de silicone transparente para impedir a entrada da água. Os cabos também foram fixados com uma fita adesiva para diminuir as interferências no sinal (figura 5).



Figura 5. Isolamento e posicionamento dos eletrodos no músculo reto femoral.

3.4.2.2. Marcação dos Pontos

Os marcadores foram posicionados do lado direito nas articulações referentes aos movimentos que foram exercidos. Nos membros superiores, as marcações foram posicionadas no acrômio, no epicôndilo lateral da tíbia e no processo estilóide do rádio. Nos membros inferiores, as marcações foram posicionadas no trocânter maior do fêmur, epicôndilo lateral do fêmur e no maléolo lateral da fíbula (figura 6).



Figura 6. Marcação dos pontos no lado direito das articulações analisadas.

3.5. TRATAMENTO DOS DADOS

3.5.1. Dados neuromusculares

O sinal que foi captado pelo eletromiógrafo, foi gravado em um notebook no *software* de aquisição dos dados *Miograph*. Após a aquisição do sinal, os arquivos salvos no *Miograph* foram exportados para análise no *software* SAD32. Nesse *software*, foi realizada a remoção dos componentes contínuos do sinal EMG e a filtragem digital do sinal, através dos filtros do tipo Passa-banda *Butterworth*, de 5ª ordem, com frequências de corte entre 20 e 500 Hz e remove picos automáticos (Alberton et al. 2014). Os dados foram tratados da seguinte forma:

- 1) CVM: foi realizado um recorte de 1 s mais estável da curva do sinal EMG de cada músculo testado e a partir do recorte foi calculado o valor RMS. Os valores da CVM pré-protocolo foram utilizados como valor referência para a análise dos exercícios realizados em meio aquático.
- 2) Além disso, os valores da CVM realizada antes do protocolo de exercícios aquáticos foram comparados aos valores obtidos na CVM realizada após o protocolo de exercícios aquáticos.
- 3) Para o sinal EMG coletado nos exercícios de força no meio aquático foi realizado o recorte do tempo de exercício (30s, 20s e 10s) e foi realizada uma análise do sinal EMG ao longo de cada série através do envelope RMS com janelamentos fixos. Após isto, os valores RMS foram relativizados pelo valor

RMS das CVMs. Para a comparação entre as estratégias de treinamento de força foi utilizada a média do percentual da CVM de todas séries de cada estratégia (média das 2x30s vs. média das 3x20s vs. média das 6x10s). Para a comparação entre as séries de cada estratégia de treinamento (1°x30s vs. 2°x30s/ 1°x20s vs. 2°x20s/ 1°x10s vs. 2°x10s vs. 3°x10s vs. 4°x10s vs. 5°x10s vs. 6°x10s) foi utilizado o percentual da CVM de cada série.

O sinal da força captado pela célula de carga também foi exportado 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 realizado 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.

3.5.2. Dados cinemáticos

Os vídeos foram gravados com uma câmera GoPro® (Hero4 Silver Edition), com frequência de amostragem de 30Hz e descarregados em um computador no formato .mp4. Todos os vídeos foram recortados a partir do momento de início do movimento, determinado como o momento em que o sinal luminoso acende, até o final dos 30, 20 ou 10 segundos de exercício. Posteriormente, foi realizada a digitalização semiautomática dos pontos de interesse de cada movimento e a reconstrução 2D do movimento nos diferentes tempos de exercício, gerando novos arquivos (*.2d). Os processos de recorte, digitalização e reconstrução foram realizados no *software* Kinovea (versão 0.8.15 – www.kinovea.org).

A partir destes arquivos, foi analisada a velocidade angular média e de pico de flexão/extensão de joelho e cotovelo e a amplitude de movimento no *software* LabView versão 2014 (National Instruments, Austin, Estados Unidos) (ANEXO B). Para determinar os ângulos articulares, primeiramente foram criados os segmentos braço e antebraço (para a articulação do cotovelo) e perna e coxa (para a articulação do joelho), então foi calculado o ângulo formado entre os dois segmentos (Figuras 7 e 8).

Esses dados foram filtrados com o filtro do tipo passa-alta *Butterworth*, de 5ª ordem, com uma frequência de corte de 7Hz. Os valores de velocidade angular média e de pico, ambas em graus por segundo, foram obtidos a partir dos gráficos de velocidade angular da articulação x tempo. Os valores de velocidade angular de pico foram obtidos utilizando-se a ferramenta “Acha Picos”. Já para a determinação da velocidade angular média realizou-se uma média dos valores de velocidade angular ao longo do tempo. A partir dos gráficos de posição angular da articulação analisada x tempo obteve-se os pontos do tempo inicial e final de cada repetição utilizando-se a ferramenta “Acha Picos” para determinar os pontos de flexão e extensão máximas (em graus) e a partir disso determinar a amplitude de movimento pela diferença entre esses valores (Figura 9).

Para a comparação das variáveis cinemáticas VAM, VAP e ADM entre as estratégias foram utilizados os valores médios de cada uma delas (média das 2x30s vs. média das 3x20s vs. média das 6x10s). Já para a comparação do número de repetições, foi utilizada a soma das repetições dentro do volume total de cada estratégia (60 segundos).

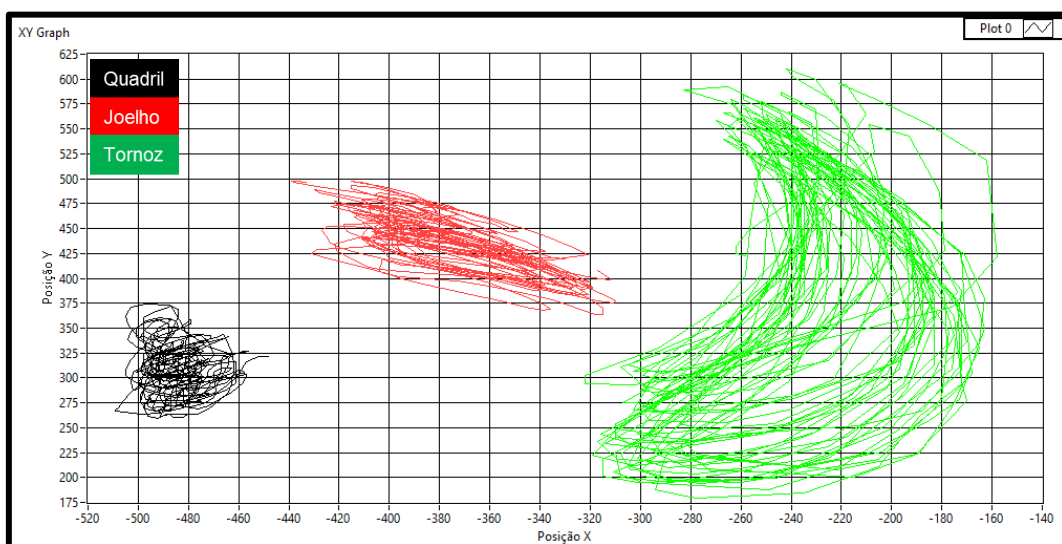


Figura 7. Exemplo do gráfico do deslocamento dos três pontos digitalizados para o membro inferior (quadril, joelho e tornozelo).

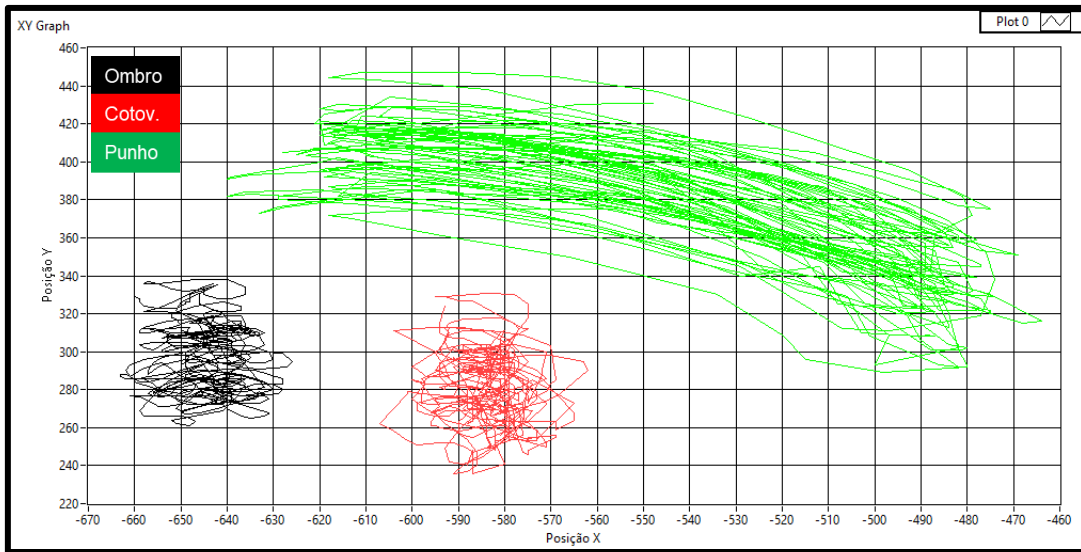


Figura 8. Exemplo do gráfico do deslocamento dos três pontos digitalizados para o membro superior (ombro, cotovelo e punho).

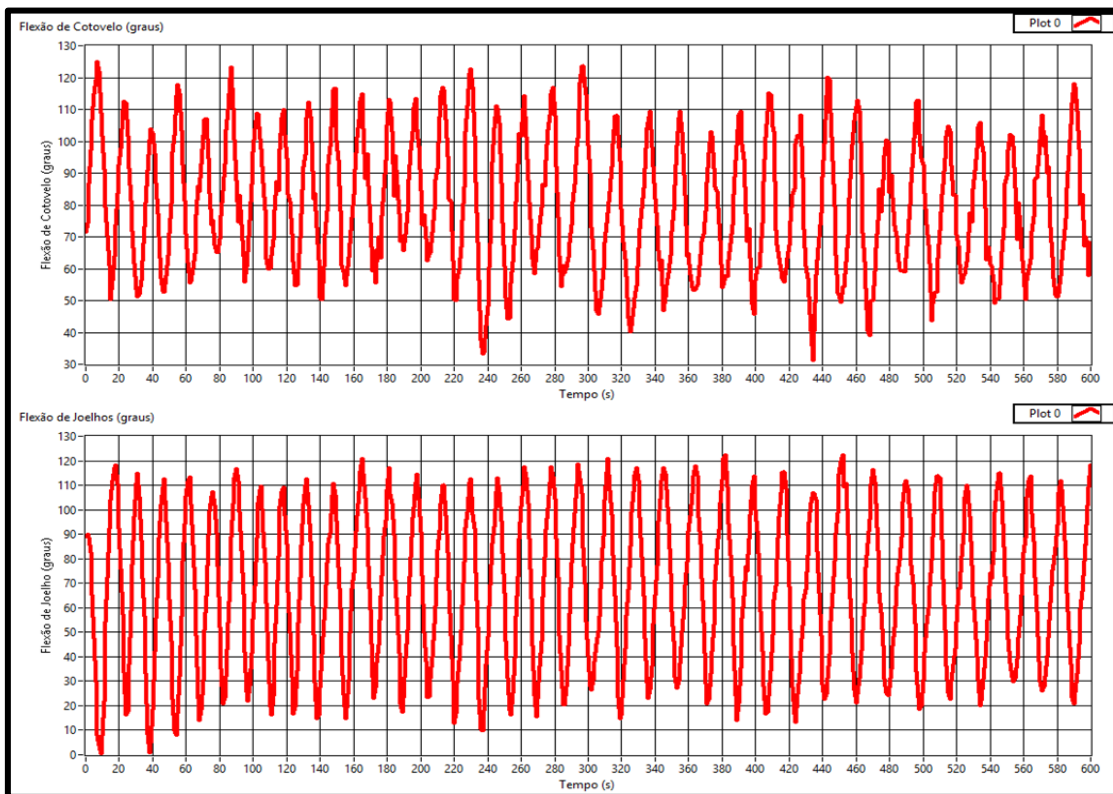


Figura 9. Exemplo do gráfico de flexão de cotovelo e de joelho em graus por segundo.

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística foi utilizada estatística descritiva com média e desvio padrão. Utilizou-se o teste de Shapiro Wilk para verificar a normalidade dos dados e o teste de Levene para verificar a homogeneidade das variâncias. Para dados com distribuição normal foi utilizada a ANOVA para medidas repetidas com *post-hoc* de *Bonferroni* para a comparação das variáveis cinemáticas e neuromusculares entre as diferentes estratégias (2x30s vs. 3x20s vs. 6x10s) e para as comparações entre as séries de 20 segundos (1°x20s vs. 2°x20s) e 10 segundos (1°x10s vs. 2°x10s vs. 3°x10s vs. 4°x10s vs. 5°x10s vs. 6°x10s). Além disso, foi utilizado um teste *t* pareado para as comparações das variáveis cinemáticas e neuromusculares entre as séries de 30 segundos (1°x30s vs. 2°x30s) e para a comparação da CVM pré e pós protocolo. Para os dados com distribuição não normal foi utilizado o teste de *Friedeman* para amostras pareadas, para as comparações entre as séries de 20 segundos (1°x20s vs. 2°x20s) e 10 segundos (1°x10s vs. 2°x10s vs. 3°x10s vs. 4°x10s vs. 5°x10s vs. 6°x10s). A correção de Greenhouse-Geisser foi utilizada quando os dados não apresentaram a esfericidade assumida. O índice de significância adotado neste estudo foi de $\alpha < 0,05$. Os testes estatísticos foram realizados no programa estatístico SPSS versão 22.0.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização da amostra:

A caracterização da amostra para as variáveis idade, estatura, massa, percentual de gordura corporal, índice de massa corporal (IMC), comprimento dos membros superiores e inferiores podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1. Caracterização da amostra através dos valores de idade (anos), estatura (cm), massa corporal (kg), gordura corporal (%), índice de massa corporal (IMC), comprimento de membros superiores (cm) e inferiores (cm).

Variáveis	Média	DP
Idade (anos)	23,13	±3,04
Estatura (cm)	161,4	±0,06
Massa Corporal (kg)	59,88	±9,17
Gordura Corporal (%)	31,56	±13,33
IMC	22,96	±3,22
Comprimento MS (cm)	25,06	±3,66
Comprimento MI (cm)	38,30	±4,09

4.2. Contração Isométrica Voluntária Máxima (CVM):

A análise da contração isométrica voluntária máxima (CVM) foi realizada antes e depois do protocolo de exercícios, a fim de verificar se houve fadiga muscular após execução de todas as estratégias de treinamento de força no MA. Os valores *root mean square* (RMS) da ativação muscular máxima obtidas durante a CVM pré e pós a execução das estratégias de treinamento de força estão apresentados na tabela 2. Como resultados foi possível observar que não houve diferença significativa dos valores *root mean square* (RMS) após a realização das estratégias em todas as musculaturas analisadas.

Tabela 2. Médias e desvio padrão dos valores *root mean square* (RMS) da ativação muscular máxima obtidas durante o teste de contração isométrica voluntária máxima dos músculos bíceps braquial (BB), tríceps braquial (TB), reto femoral (RF) e bíceps femoral (BF).

Variável	(n)	Pré protocolo		Pós protocolo		Sig.
		Média	DP	Média	DP	
BB (RMS)	14	615,06	±405,95	617,37	381,38	0,974
TB (RMS)	12	523,32	±262,37	420,62	±242,13	0,224
RF (RMS)	14	239,14	±147,29	187,33	±85,10	0,053
BF (RMS)	13	236,49	±130,14	223,55	±113,46	0,698

Os valores de força (kg) obtidos durante a CVM pré e pós a execução das estratégias de treinamento de força estão apresentados na tabela 3. Apenas a força de extensão de joelho apresentou uma redução significativa após o protocolo de exercícios realizados ($p=0,038$). Especula-se que este resultado seja devido a característica do exercício de flexão e extensão de joelho, que durante toda a sua execução os indivíduos mantiveram o quadril flexionado a 90 graus. Assim, visto que uma das funções do músculo reto femoral é a flexão de quadril, ele pode ter tido uma maior exigência durante os exercícios, apresentando desta forma valores inferiores de força após o protocolo.

Percebe-se que os intervalos entre as séries e entre as estratégias foram suficientes para a recuperação da maioria das musculaturas, exceto para o reto femoral que mostrou a necessidade de um maior tempo de recuperação. Deste modo, mesmo sendo realizado todas as estratégias em um mesmo dia, pode-se afirmar que apesar disto não houve grande influência nos resultados do presente estudo.

Tabela 3. Médias e desvio padrão dos valores de força (kg) obtidos durante o teste de contração isométrica voluntária máxima (CVM) nos exercícios de flexão (FC) e extensão de cotovelo (EC) e flexão (FJ) e extensão de joelho (EJ).

Variável	(n)	Pré protocolo		Pós protocolo		Sig.
		Média	DP	Média	DP	
CVM FC (kg)	14	11,65	±2,89	10,90	±2,95	0,088
CVM EC (kg)	12	8,46	±2,5	8,03	±2,26	0,557
CVM EJ (kg)	14	26,57	±9,31	23,00	±10,59	0,038
CVM FJ (kg)	13	22,20	±6,93	20,67	±4,14	0,288

4.3. Variáveis Cinemáticas

Os resultados de velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições durante o exercício de flexão e extensão de cotovelo entre as estratégias (2x30s vs. 3x20s vs. 6x10s) podem ser observados na tabela 4. A velocidade angular média de membro superior apresentou diferença significativa entre as estratégias ($p=0,013$): a estratégia 2x30s demonstrou uma VAM significativamente menor que a estratégia 6x10s ($p=0,011$). Além disso, a VAP também apresentou diferença significativa entre as estratégias ($p=0,022$), no entanto, o *post hoc* de Bonferroni não identificou onde foi essa diferença. O número de repetições apresentou diferença significativa entre as estratégias ($p=0,019$): a estratégia 2x30s apresentou valores significativamente menores que a estratégia 6x10s ($p=0,036$).

Tabela 4. Valores de média e desvio padrão de velocidade angular média (VAM), velocidade angular de pico (VAP), amplitude de movimento (ADM) e número de repetições (n° de rep.) entre as estratégias no exercício de membros superiores.

Variável	(n)	2x30s		3x20s		6x10s		Sig.
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	
VAM (°/s)	15	176,92 ^a	±31,36	183,52 ^{a,b}	±28,73	191,37 ^b	±23,94	0,013
VAP (°/s)	15	598,44 ^a	±123,16	590,35 ^a	±140,82	550,91 ^a	±110,18	0,022
ADM (°)	14	69,25 ^a	±12,59	64,61 ^a	±13,30	68,48 ^a	±11,19	0,402
n° de rep.	14	62,79 ^a	±19,73	71,50 ^{a,b}	±17,73	78,00 ^b	±12,51	0,019

Letras minúsculas indicam diferença significativa entre as estratégias; °/s: graus por segundo; °: graus; s: segundos.

Os resultados de velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições durante o exercício de flexão e extensão de joelho entre as estratégias (2x30s vs. 3x20s vs. 6x10s) podem ser observados na tabela 5. A velocidade angular média de membro inferior apresentou diferença significativa entre

as estratégias (p=0,002): a estratégia 2x30s demonstrou uma VAM significativamente menor que a estratégia 6x10s (p=0,04).

Tabela 5. Valores de média e desvio padrão de velocidade angular média (VAM), velocidade angular de pico (VAP), amplitude de movimento (ADM) e número de repetições (n° de rep.) entre as estratégias no exercício de membros inferiores.

Variável	(n)	2x30s		3x20s		6x10s		Sig.
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	
VAM (°/s)	15	298,96 ^a	±48,45	307,08 ^{a,b}	±54,88	319,70 ^b	±58,92	0,002
VAP (°/s)	15	841,21 ^a	±115,20	811,18 ^a	±154,38	775,26 ^a	±111,16	0,127
ADM (°)	12	90,68 ^a	±16,33	92,51 ^a	±12,90	92,89 ^a	±13,48	0,713
n° de rep.	14	96,79 ^a	±13,62	99,86 ^a	±12,76	100,71 ^a	±16,01	0,282

Letras minúsculas indicam diferença significativa entre as estratégias; °/s: graus por segundo; °: graus; s: segundos.

Os resultados de velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições durante o exercício de flexão e extensão de cotovelo entre as duas séries de 30 segundos (1^ax30s vs. 2^ax30s) podem ser observados na tabela 6. Observa-se que não houve diferença significativa entre as séries em nenhuma das variáveis, demonstrando uma manutenção desses valores ao longo das duas séries.

Tabela 6. Valores de média e desvio padrão de velocidade angular média (VAM), velocidade angular de pico (VAP), amplitude de movimento (ADM) e número de repetições (n° de rep.) entre as duas séries de 30 segundos de membro superior.

Variável	(n)	1 ^a x30s		2 ^a x30s		Sig.
		Média	DP	Média	DP	
VAM (°/s)	14	175,80	±33,86	174,92	±33,31	0,877
VAP (°/s)	14	591,49	±143,20	575,12	±136,20	0,628
ADM (°)	12	71,16	±16,07	68,64	±12,95	0,446
n° de rep.	14	36,07	±8,74	36,14	±6,81	0,937

°/s: graus por segundo; °: graus; s: segundos.

Os resultados de velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições durante o exercício de flexão e extensão de joelho entre as duas séries de 30 segundos (1^ax30s vs. 2^ax30s) podem ser observados na tabela 7.

Observa-se que não houve diferença significativa entre as séries em nenhuma das variáveis, demonstrando uma manutenção desses valores ao longo das duas séries.

Tabela 7. Valores de média e desvio padrão de velocidade angular média (VAM), velocidade angular de pico (VAP), amplitude de movimento (ADM) e número de repetições (n° de rep.) entre as duas séries de 30 segundos de membro inferior.

Variável	(n)	1ªx30s		2ªx30s		Sig.
		Média	DP	Média	DP	
VAM (°/s)	13	275,39	±42,28	277,51	±30,47	0,734
VAP (°/s)	13	863,40	±152,83	821,81	±97,74	0,172
ADM (°)	15	88,08	±21,10	90,47	±16,82	0,459
n° de rep.	13	49,69	±2,24	49,30	±2,33	0,706

°/s: graus por segundo; °: graus; s: segundos.

Os resultados de velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições durante o exercício de flexão e extensão de cotovelo entre as três séries de 20 segundos (1ªx20s vs. 2ªx20s vs. 3ªx20s) podem ser observados na tabela 8. Observa-se que também não houve diferença significativa entre as séries em nenhuma das variáveis, demonstrando uma manutenção desses valores ao longo das três séries.

Tabela 8. Valores de média e desvio padrão de velocidade angular média (VAM), velocidade angular de pico (VAP), amplitude de movimento (ADM) e número de repetições (n° de rep.) entre três séries de 20 segundos de membro superior.

Variável	(n)	1ªx20s		2ªx20s		3ªx20s		Sig.
		Média	EP	Média	EP	Média	EP	
VAM (°/s)	11	183,47	±28,52	181,23	±30,33	184,43	±38,40	0,861
VAP (°/s)	11	616,15	±122,18	587,65	±132,14	576,31	±169,24	0,276
ADM (°)	9	62,79	±11,69	60,00	±15,14	56,42	±12,75	0,459
n° de rep.	12	26,92	±6,88	27,42	±7,68	28,25	±7,81	0,391

°/s: graus por segundo; °: graus; s: segundos.

Os resultados de velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições durante o exercício de flexão e extensão de joelho entre as três séries de 20 segundos (1ªx20s vs. 2ªx20s vs. 3ªx20s) podem ser observados na tabela 9. Observa-se que também não houve diferença significativa entre as séries

em nenhuma das variáveis, demonstrando uma manutenção desses valores ao longo das três séries.

Tabela 9. Valores de média e desvio padrão de velocidade angular média (VAM), velocidade angular de pico (VAP), amplitude de movimento (ADM) e número de repetições (n° de rep.) entre três séries de 20 segundos de membro inferior.

Variável	(n)	1ªx20s		2ªx20s		3ªx20s		Sig.
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	
VAM (°/s)	13	294,53	±47,31	297,35	±55,73	295,41	±46,98	0,862
VAP (°/s)	13	765,82	±126,34	774,95	±125,55	811,40	±147,31	0,222
ADM (°)	14	88,55	±11,15	92,62	±13,10	91,99	±13,58	0,113
n° de rep.	13	32,38	±2,93	32,31	±4,71	32,92	±3,40	0,614

°/s: graus por segundo; °: graus; s: segundos.

Os resultados de velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições durante o exercício de flexão e extensão de cotovelo entre as seis séries de 10 segundos (1ªx10s vs. 2ªx10s vs. 3ªx10s vs.4ªx10s vs. 5ªx10s vs. 6ªx10s) podem ser observados na tabela 10. Observa-se que também não houve diferença significativa entre as séries em nenhuma das variáveis, demonstrando uma manutenção desses valores ao longo das seis séries.

Tabela 10. Valores de média e desvio padrão de velocidade angular média (VAM), velocidade angular de pico (VAP), amplitude de movimento (ADM) e número de repetições (n° de rep.) entre seis séries de 10 segundos de membro superior.

Variável	(n)	1ªx10s		2ªx10s		3ªx10s		4ªx10s		5ªx10s		6ªx10s		Sig.
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
VAM (°/s)	10	193,16	±19,13	193,79	±22,12	187,86	±23,62	190,80	±24,15	185,87	±27,33	185,29	±33,52	0,430
VAP (°/s)	10	573,26	±153,95	559,79	±156,31	573,55	±131,20	565,94	±105,99	567,70	±117,80	546,05	±146,03	0,360
ADM (°)	10	64,73	±28,01	64,85	±14,27	66,25	±12,54	66,92	±11,88	66,24	±13,14	62,57	±13,76	0,828
n° de rep.	11	12,45	±5,24	13,55	±3,32	13,91	±3,78	14,18	±3,62	14,27	±3,97	14,97	±3,49	0,147

°/s: graus por segundo; °: graus; s: segundos.

Tabela 11. Valores de média e desvio padrão de velocidade angular média (VAM), velocidade angular de pico (VAP), amplitude de movimento (ADM) e número de repetições (n° de rep.) entre seis séries de 10 segundos de membro inferior.

Variável	(n)	1ªx10s		2ªx10s		3ªx10s		4ªx10s		5ªx10s		6ªx10s		Sig.
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
VAM (°/s)	13	316,33	±58,57	314,32	±56,95	311,45	±57,67	313,00	±61,10	311,93	±64,01	307,15	±67,94	0,934
VAP (°/s)	13	759,11	±145,39	764,40	±121,63	770,18	±119,61	762,19	±109,94	770,21	±110,83	773,10	±162,69	0,993
ADM (°)	13	92,68	±14,92	94,68	±12,62	92,93	±14,73	94,94	±14,63	96,51	±16,09	88,67	±13,67	0,133
n° de rep.	13	17,14	±2,95	16,86	±2,62	17,64	±3,47	17,14	±3,65	17,07	±3,83	17,29	±3,42	0,592

°/s: graus por segundo; °: graus; s: segundos.

Os resultados de velocidade angular média, de pico, amplitude de movimento e número de repetições durante o exercício de flexão e extensão de joelho entre as seis séries de 10 segundos (1^ax10s vs. 2^ax10s vs. 3^ax10s vs.4^ax10s vs. 5^ax10s vs. 6^ax10s) podem ser observados na tabela 11. Observa-se que também não houve diferença significativa entre as séries em nenhuma das variáveis, demonstrando uma manutenção desses valores ao longo das seis séries.

4.4. Variáveis Neuromusculares

Os resultados da eletromiografia dos músculos bíceps braquial, tríceps braquial, reto femoral e bíceps femoral entre as estratégias (2x30s vs. 3x20s vs. 6x10s) podem ser observados na tabela 12. Observa-se que não houve diferença significativa entre as estratégias para todos os músculos avaliados.

Tabela 12. Valores de média e desvio padrão do %CVM dos músculos bíceps braquial (BB), tríceps braquial (TB), reto femoral (RF) e bíceps femoral (BF) nas três diferentes estratégias.

Variável	(n)	2x30s		3x20s		6x10s		Sig.
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	
BB (%CVM)	14	56,89	±39,75	50,15	±28,02	49,61	±25,97	0,703
TB (%CVM)	13	41,94	±22,07	41,85	±22,87	40,60	±19,57	0,964
RF (%CVM)	13	65,23	±41,33	76,27	±48,48	78,17	±55,24	0,455
BF (%CVM)	14	89,36	±102,8	108,1	±137,5	118,19	±121,7	0,193

%CVM: percentual da contração voluntária isométrica máxima.

Os resultados da eletromiografia dos músculos bíceps braquial, tríceps braquial, reto femoral e bíceps femoral entre as duas séries de 30 segundos (1ªx30s vs. 2ªx30s) podem ser observados na tabela 13. Observa-se que não houve diferença significativa entre as séries em nenhum músculo, demonstrando uma manutenção desses valores ao longo das duas séries.

Tabela 13. Valores de média e desvio padrão do %CVM dos músculos bíceps braquial (BB), tríceps braquial (TB), reto femoral (RF) e bíceps femoral (BF) nas duas séries de 30 segundos.

Variável	(n)	1ªx30s		2ªx30s		Sig.
		Média	DP	Média	DP	
BB(%CVM)	13	41,93	±25,65	39,79	±23,28	0,543
TB (%CVM)	13	48,99	±25,54	41,80	±21,70	0,053
RF (%CVM)	12	63,26	±34,00	50,62	±28,97	0,060
BF(%CVM)	13	57,07	±39,84	46,11	±28,79	0,295

%CVM: percentual da contração voluntária isométrica máxima.

Os resultados da eletromiografia dos músculos bíceps braquial, tríceps braquial, reto femoral e bíceps femoral entre as três séries de 20 segundos (1ªx20s vs. 2ªx20s vs. 3ªx20s) podem ser observados na tabela 14. Observa-se que não houve diferença significativa entre as séries em nenhum músculo, demonstrando uma manutenção desses valores ao longo das três séries.

Tabela 14. Valores de média e desvio padrão do %CVM dos músculos bíceps braquial (BB), tríceps braquial (TB), reto femoral (RF) e bíceps femoral (BF) nas três séries de 20 segundos.

Variável	(n)	1ªx20s		2ªx20s		3ªx20s		Sig.
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	
BB (%CVM)	15	53,00	±35,75	48,58	±24,41	47,41	±36,05	0,331
TB (%CVM)	14	45,83	±24,73	46,58	±28,12	46,58	±31,83	0,959
RF (%CVM)	10	55,07	±23,45	55,88	±26,01	55,44	±23,99	0,981
BF (%CVM)	13	62,24	±26,65	58,31	±25,87	59,86	±32,41	0,542

%CVM: percentual da contração voluntária isométrica máxima.

Os resultados da eletromiografia dos músculos bíceps braquial, tríceps braquial, reto femoral e bíceps femoral entre as seis séries de 10 segundos (1ªx10s vs. 2ªx10s vs. 3ªx10s vs. 4ªx10s vs. 5ªx10s vs. 6ªx10s) podem ser observados na tabela 15. Observa-se que não houve diferença significativa entre as séries em nenhum músculo, demonstrando uma manutenção desses valores ao longo das seis séries.

Tabela 15. Valores de média e desvio padrão do %CVM dos músculos bíceps braquial (BB), tríceps braquial (TB), reto femoral (RF) e bíceps femoral (BF) nas seis séries de 10 segundos.

Variável	(n)	1ªx10s		2ªx10s		3ªx10s		4ªx10s		5ªx10s		6ªx10s		Sig.
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
BB (%CVM)	14	46,80	±24,24	45,73	±27,93	39,94	±21,67	44,81	±29,30	39,93	±19,83	36,85	±22,84	0,192
TB (%CVM)	11	71,33	±88,12	63,08	±83,73	62,34	±82,02	56,38	±79,17	57,43	±75,08	54,85	±71,66	0,053
RF (%CVM)	12	74,57	±48,51	73,03	±49,50	68,16	±37,93	65,53	±44,05	66,75	±53,53	67,73	±53,55	0,313
BF (%CVM)	12	78,59	±92,73	69,40	±77,85	62,36	±47,57	53,28	±29,10	53,81	±31,01	52,84	±37,80	0,989

%CVM: percentual da contração voluntária isométrica máxima.

5. DISCUSSÃO

5.1. Discussão das variáveis cinemáticas

O principal achado do presente estudo foi o aumento da velocidade angular média (VAM) conforme o fracionamento do tempo de série (2x30s vs. 3x20s vs. 6x10s), em que se observou uma maior velocidade nas seis séries de 10 segundos comparada com as duas séries de 30 segundos. Esse resultado foi encontrado tanto para o exercício de membro superior como para o de membro inferior. Esse achado proporciona fundamento para a teoria da prescrição do treinamento de força no meio aquático baseada nos princípios das rotas metabólicas, a qual utiliza a velocidade máxima de execução e manipula o tempo de série. Visto que de acordo com a equação geral dos fluídos ($R = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot C_d$; onde ρ é a densidade, A é a área projetada, V é a velocidade e C_d o coeficiente de arrasto), o aumento da velocidade está relacionado com o aumento da resistência ao avanço, percebe-se que em menores tempos de séries é possível alcançar maiores velocidades e, conseqüentemente, aumentar a resistência necessitando de uma maior força para executar o movimento.

Além disso, a VAM foi analisada dentro de cada estratégia por meio da comparação entre as séries (1°x30s vs. 2°x30s/ 1°x20s vs. 2°x20s vs. 3°x20s/ 1°x10s vs. 2°x10s vs. 3°x10s vs. 4°x10s vs. 5°x10s vs. 6°x10s). Através dos resultados foi possível observar que os valores não diminuíram ao longo das séries independente da estratégia realizada, tanto para o exercício de membro superior como para o de membro inferior. Sendo assim, o intervalo de cinco minutos utilizado entre as séries foi suficiente para a recuperação das musculaturas envolvidas.

Os resultados de velocidade angular de pico (VAP) apresentaram comportamentos diferentes entre os exercícios realizados com o membro superior e inferior na comparação entre as estratégias (2x30s vs. 3x20s vs. 6x10s). Para o membro superior, a VAP apresentou diferença significativa entre as estratégias, no entanto o *post-hoc* de Bonferroni não foi capaz de encontrar onde estavam estas diferenças, mas observando as médias é possível perceber valores superiores nas estratégias 2x30s e 3x20s. Especula-se que os indivíduos necessitaram de mais tempo para vencer a inércia e atingir uma maior aceleração, e assim alcançar valores de VAP superiores nas estratégias de séries mais longas. Já para o membro inferior

não houve diferença significativa entre as estratégias. Esse resultado pode ser explicado devido à maior massa muscular do membro inferior, e consequentemente a maior força, possibilitando assim alcançar grande aceleração em todas as estratégias, obtendo valores de VAP iguais entre elas.

Além disso, foi realizada também a comparação dentro de cada estratégia (1°x30s vs. 2°x30s/ 1°x20s vs. 2°x20s vs. 3°x20s/ 1°x10s vs. 2°x10s vs. 3°x10s vs. 4°x10s vs. 5°x10s vs. 6°x10s) observando-se uma manutenção dos valores ao longo das séries, sem diferença significativa entre elas. Visto que a VAP está relacionada à potência muscular, observando estes resultados pode-se sugerir que o tempo de recuperação entre as séries foi suficiente para a recuperação muscular possibilitando assim atingir os mesmos picos de velocidade.

Para a variável amplitude de movimento (ADM) não foi encontrada diferença significativa dos valores entre as estratégias (2x30s vs. 3x20s vs. 6x10s), tanto no exercício de membros inferiores como para o exercício de membros superiores. Esse achado demonstra que mesmo havendo um aumento da velocidade angular média entre as estratégias foi possível manter a ADM, fator esse importante para o treinamento de força no MA. Além disso, na comparação entre as séries (1°x30s vs. 2°x30s/ 1°x20s vs. 2°x20s vs. 3°x20s/ 1°x10s vs. 2°x10s vs. 3°x10s vs. 4°x10s vs. 5°x10s vs. 6°x10s) também não apresentou diferença significativa entre elas em todas as estratégias analisadas.

Outro resultado importante encontrado no presente estudo foi o número de repetições realizadas em cada estratégia (2x30s vs. 3x20s vs. 6x10s). Analisando esta variável, para o exercício de membro superior foi possível observar um número de repetições significativamente maior na estratégia de seis séries de 10 segundos quando comparado com a estratégia de duas séries de 30 segundos. Porém, para o exercício de membro inferior não foi observado aumento significativo no número de repetições conforme o fracionamento das séries, apresentando valores semelhantes entre todas as estratégias. Além disso, na comparação entre as séries (1°x30s vs. 2°x30s/ 1°x20s vs. 2°x20s vs. 3°x20s/ 1°x10s vs. 2°x10s vs. 3°x10s vs. 4°x10s vs. 5°x10s vs. 6°x10s) também não houve diferença significativa entre elas em todas as estratégias analisadas em ambos exercícios, demonstrando uma manutenção desses valores ao longo das séries independente da estratégia.

Alguns estudos na literatura também avaliaram a VAM, VAP, ADM e o número de repetições de exercícios realizados no meio aquático. Pöyhönen et al. (2001) avaliaram a VAM durante a execução em máxima velocidade de seis a oito repetições do exercício de flexão e extensão de joelho por mulheres jovens realizado nas situações com e sem equipamento. Os autores encontraram valores semelhantes aos do presente estudo (2x30s: $298,96 \pm 48,45^\circ/\text{s}$; 3x20s: $307,08 \pm 54,88^\circ/\text{s}$; 6x10s: $319,70 \pm 58,92^\circ/\text{s}$) na situação sem equipamento (Flexão: $296^\circ/\text{s}$; Extensão: $302^\circ/\text{s}$) devido à similaridade da amostra e do exercício.

Pinto (2009) avaliou a VAM e ADM durante o exercício de flexão e extensão de cotovelos em mulheres jovens em diferentes cadências (80 e 100 bpm) e na máxima velocidade. Os valores da VAM quando o exercício foi realizado na máxima velocidade durante 15 segundos (Flexão: $166,62^\circ/\text{s}$; Extensão: $183,13^\circ/\text{s}$) corroboram com os valores do presente estudo (2x30s: $176,92 \pm 31,36^\circ/\text{s}$; 3x20s: $183,52 \pm 28,73^\circ/\text{s}$; 6x10s: $191,37 \pm 23,94^\circ/\text{s}$). Os resultados encontrados para a ADM na máxima velocidade (Flexão: $71,73^\circ$; Extensão: $72,62^\circ$) se aproximam dos valores encontrados no presente estudo que também foi realizado no esforço máximo (2x30s: $69,25 \pm 12,59^\circ$; 3x20s: $64,61 \pm 13,30^\circ$; 6x10s: $68,48 \pm 11,19^\circ$). Pinto (2009) também avaliou estas mesmas variáveis no exercício de corrida estacionária, porém os valores divergem muito dos achados no presente estudo por se tratar de um exercício diferente, dificultando assim a comparação desses estudos.

Barroso (2016) realizou um treinamento de força no MA e também avaliou a VAM, VAP e a ADM do exercício de flexão e extensão de joelho realizado na máxima velocidade durante 30 segundos em mulheres idosas antes e após a intervenção (VAM: Pré: $51,12^\circ/\text{s}$; Pós: $55,46^\circ/\text{s}$; VAP: Pré: $197,52 \pm 12,38^\circ/\text{s}$; Pós: $210,11 \pm 7,74^\circ/\text{s}$; ADM: Pré: $54,83^\circ$; Pós: $56,88^\circ$). Os resultados encontrados pela autora diferem muito dos valores encontrados no presente estudo (VAM: 2x30s: $298,96 \pm 48,45^\circ/\text{s}$; VAP: 2x30s: $841,21 \pm 115,20^\circ/\text{s}$; ADM: $90,68 \pm 16,33$), o que possivelmente esteja associado a diferente população avaliada, uma vez que Barroso (2016) avaliou mulheres idosas previamente sedentárias, e no presente estudo foram avaliadas mulheres jovens fisicamente ativas. Visto que com o avançar da idade há uma considerável perda de força muscular e para uma maior VAM é necessário de mais força para vencer a resistência ao avanço, a diferença dos resultados entre os estudos pode estar

diretamente relacionada a idade das participantes. Além disto, no estudo de Barroso (2016) é observado valores inferiores de ADM comparado com o presente estudo, o que também pode estar associado aos menores níveis de força muscular das mulheres idosas, que podem ter realizado uma menor amplitude de movimento durante toda a execução do exercício para manter a mesma VAM. Barroso (2016) também realizou uma análise descritiva observando em qual período de tempo (0 a 10s, 11 a 20s ou 21 a 30s) as amostras atingiram a VAP. Foi observado que a maior parte das amostras atingiu a VAP entre 11 e 20s de execução do exercício, corroborando com parte dos achados do presente estudo, que encontrou valores superiores de VAP nas estratégias 2x30s e 3x20s no exercício de membro superior.

No estudo de Pinto et al. (2018) foi realizada a comparação da VAM, VAP e ADM entre quatro séries de 15 segundos do exercício de flexão e extensão de joelho em mulheres jovens realizados na máxima velocidade. Corroborando com os achados do presente estudo, os autores também não encontraram diferença significativa entre as séries em todas as variáveis cinemáticas analisadas. Importante ressaltar que no estudo de Pinto et al. (2018) foi realizado um intervalo ativo (corrida estacionária) de um minuto e 30 segundos entre as séries, enquanto no presente estudo houve um intervalo passivo de cinco minutos entre as séries. Com base nesses resultados podemos observar que mesmo com um intervalo menor de recuperação é possível manter o mesmo comportamento destas variáveis ao longo das séries.

Outros estudos também avaliaram a VAM e VAP, entretanto em diferentes exercícios, como por exemplo, corrida estacionária (Alberton et al., 2011; Pinto, 2009) e flexão e extensão de quadril (Black, 2005). Desta forma é inadequada a comparação dos resultados com o presente estudo por serem exercícios distintos, acabam sendo analisadas outras articulações que correspondem a diferentes amplitudes de movimento e conseqüentemente diferentes ângulos. Além do mais, não foi encontrado nenhum estudo que tenha comparado as diferentes estratégias de treinamento de força no meio aquático, a fim de verificar o comportamento da VAM, da VAP e ADM conforme o fracionamento das séries.

Em relação ao número de repetições, foi encontrado na literatura apenas um estudo que tenha analisado o número de repetições em diferentes estratégias de exercícios de força no meio aquático. Reichert (2016) avaliou o número de repetições

de uma série de 30 segundos e de três séries de 10 segundos dos exercícios de flexão e extensão de joelho e cotovelo em mulheres idosas. Os resultados encontrados pela autora para o exercício de membro superior corroboram com os achados do presente estudo (2x30s: $62,79 \pm 19,73$; 3x20s: $71,50 \pm 17,73$; 6x10s: $78,00 \pm 12,51$), em que foi encontrado um maior número de repetições com o fracionamento das séries (1x30s: 30,20; 3x10s: 36,30). Já para o membro inferior, da mesma forma que no presente estudo, não se observou diferença entre as estratégias.

É possível afirmar que o número de repetições está diretamente relacionado com a VAM, em que se espera o aumento do número de repetições conforme o aumento da velocidade. No presente estudo teve um aumento nos valores da VAM conforme o fracionamento das séries, tanto para o exercício de membro superior como para o de membro inferior, ao que já era esperado. No entanto, apenas o exercício de membro superior apresentou aumento no número de repetições com o fracionamento das séries, demonstrando um maior volume de exercício dentro do mesmo tempo total de realização (60 segundos). Estes resultados podem ser explicados devido as diferentes amplitudes de movimento que existem para o membro superior e inferior. Como foi possível observar nos resultados do presente estudo, os valores médios da ADM do exercício de flexão e extensão de cotovelo (2x30s: $69,25 \pm 12,59^\circ$; 3x20s: $64,61 \pm 13,30^\circ$; 6x20s: $68,48 \pm 11,19^\circ$) são inferiores aos valores da ADM do exercício de flexão e extensão de joelho (2x30s: $90,68 \pm 16,33$; 3x20s: $92,51 \pm 12,90$; 6x10s: $92,89 \pm 13,48$). Assim, pode ser possível alcançar um maior número de repetições com o fracionamento das séries para o membro superior. Além disso, a manutenção do número de repetições observada ao longo de cada estratégia (comparação entre as séries) tanto para o membro superior quanto para o inferior, pode ser atribuído pelo tempo de intervalo entre elas, que no presente estudo foi de cinco minutos, sendo suficiente para a recuperação das musculaturas.

5.2. Discussão das variáveis neuromusculares

A atividade neuromuscular dos músculos avaliados apresentou valores semelhantes na comparação entre as estratégias de treinamento de força (2x30s vs. 3x20s vs. 6x10s). Além disso, houve uma manutenção da atividade neuromuscular entre as séries dentro de cada estratégia (1°x30s vs. 2°x30s/ 1°x20s vs. 2°x20s vs. 3°x20s/ 1°x10s vs. 2°x10s vs. 3°x10s vs. 4°x10s vs. 5°x10s vs. 6°x10s).

Não foi encontrado nenhum estudo que tenha analisado a amplitude do sinal eletromiográfico em diferentes tempos de séries de exercícios de força no meio aquático. No entanto foram encontrados estudos que avaliaram a atividade neuromuscular em exercícios no meio aquático em diferentes situações e velocidades (Alberton et al. 2011; Pinto et al. 2011; Black, 2005; Colado et al. 2008; Borreani et al. 2014; Colado et al. 2013). No estudo de Pinto et al. (2011) foi verificada a atividade neuromuscular do músculo bíceps e tríceps braquial de mulheres jovens durante o exercício de flexão e extensão de cotovelo realizado por 15 segundos na máxima velocidade. Encontrou-se valores (%CVM) semelhantes (BB: 61,82; TB: 58,21) ao do presente estudo (BB→ 2x30: 56,89±39,75; 3x20s: 50,15±28,02; 6x10s: 49,61±25,97; TB→ 2x30s:41,94±22,07; 2x20s: 41,85±22,87; 6x10s: 40,60±19,57) devido à similaridade do exercício e da amostra analisada.

Pinto et al. (2011) também analisou os músculos reto femoral e bíceps femoral, porém no exercício de corrida estacionária executado na máxima velocidade durante 15 segundos. Para o músculo reto femoral, encontrou valores inferiores (36,22 %CVM) aos do presente estudo (2x30s: 65,23±41,33; 3x20s: 76,27±48,48; 6x10s: 78,17±55,24 %CVM), o que pode estar relacionado a grande diferença dos exercícios executados. No exercício de corrida estacionária, o movimento é executado verticalmente, assim, na fase de flexão do quadril há atuação da força de empuxo no segmento da coxa auxiliando no movimento, o que não ocorre durante o exercício flexão e extensão de joelho avaliado no presente estudo. Já para o músculo bíceps femoral (101,20 %CVM), Pinto et al. (2011) encontrou valores semelhantes aos encontrados no presente estudo (2x30s: 89,36±102,8; 3x20s: 108,1±137,5; 6x10s: 118,19±121,7), atingindo alta ativação neuromuscular em ambos estudos. No exercício de flexão e extensão de joelho, realizado no presente estudo, a força de empuxo não facilita o movimento, por se tratar de um exercício com um deslocamento

mais horizontal. Além do mais, quando se realiza um exercício horizontal há maior atuação da força de arrasto, que aumenta a resistência ao avanço, dificultando o movimento e necessitando de um maior recrutamento neuromuscular.

No estudo de Black (2005) foi realizado o exercício de flexão e extensão de quadril com o joelho estendido, realizado na máxima velocidade. A autora encontrou valores (68,42 %CVM) semelhantes ao do presente estudo para o músculo reto femoral, e valores inferiores para o bíceps femoral (72,46 %CVM). Atribui-se essa diferença entre os estudos a menor contribuição do bíceps femoral durante a extensão de quadril, movimento que também é realizado pelo músculo glúteo médio, em comparação ao movimento de extensão de joelho.

No presente estudo, não houve diferença na atividade neuromuscular entre as estratégias de treinamento, porém foi observado um aumento da velocidade angular média em ambos exercícios (flexão e extensão de cotovelo e de joelho) com o fracionamento das séries. Esse resultado foi inesperado, uma vez que o aumento da velocidade causa uma maior resistência ao avanço, sugerindo a necessidade de uma maior atividade neuromuscular para gerar mais força para executar o movimento. Especula-se que a maior velocidade nas séries de 10 segundos tenha sido alcançada devido ao maior recrutamento neuromuscular dos outros músculos agonistas do movimento de extensão (vasto lateral, vasto intermédio e vasto medial) e flexão (semitendinoso e semimembranáceo) de joelho, os quais não foram avaliados no presente estudo. Além disso, pode ter ocorrido o recrutamento de outras unidades motoras dos músculos avaliados que não foram captadas pela eletromiografia de superfície.

Já na comparação entre as séries dentro das estratégias, não foi observado alteração da atividade neuromuscular, havendo uma manutenção dos valores ao longo das séries, o que era esperado visto que também houve uma manutenção da velocidade angular.

Este parece ser o primeiro estudo a verificar a atividade neuromuscular de diferentes estratégias de série de treinamento de força no meio aquático. Possíveis limitações do presente estudo são a avaliação de apenas um músculo de cada fase do movimento dos exercícios, o longo tempo de intervalo entre as séries e blocos e

consequentemente o longo tempo em que os indivíduos estiveram em coletas no meio aquático. Sugere-se que estudos futuros analisem outras musculaturas envolvidas nestes exercícios, com ambas as análises (neuromuscular e cinemática) e com diferentes intervalos de recuperação entre as séries. Além disso, é interessante analisar outros exercícios de força no meio aquático e em outras populações, para verificar se haverá o mesmo comportamento destas variáveis.

6. CONCLUSÃO

A partir dos resultados do presente estudo foi possível concluir que a velocidade angular média apresentou maiores valores com o fracionamento das séries, ou seja, em séries mais curtas (6x10s) tanto no exercício flexão e extensão de cotovelo quanto no flexão e extensão de joelho. A velocidade angular de pico apresentou diferença entre as estratégias durante o exercício flexão e extensão de cotovelo, sugerindo maiores valores nas séries mais longas (2x30s) enquanto que durante o exercício flexão e extensão de joelho os valores foram semelhantes entre as estratégias. A amplitude de movimento foi similar entre as estratégias em ambos exercícios avaliados. Além disso, foi possível haver a manutenção dos valores de velocidade angular média, de pico e de amplitude de movimento ao longo das séries de cada estratégias com um intervalo de 5 minutos entre elas. Já as respostas neuromusculares não diferiram, independente da estratégia realizada e foi possível manter valores semelhantes entre as séries. Desta forma, o presente estudo serve como base para a teoria da prescrição do treinamento de força no meio aquático baseada nos princípios das rotas metabólicas.

Como aplicação prática, fracionar os tempos de séries ao longo da prescrição de um treinamento de força no meio aquático é uma ótima alternativa para aumentar a velocidade de execução e conseqüentemente haver incremento na intensidade do exercício.

REFERÊNCIAS

ALBERTON, C.L.; ANTUNES, A.H.; PINTO, S.S.; TARTARUGA, M.P.; SILVA, E.M.; CADORE, E.L.; KRUEL, L.F.M. Correlation between rating of perceived exertion and physiological variables during the execution of stationary running in water at different cadences. **J. Strength Cond. Res.** 25(1): 155–162, 2011.

ALBERTON, C.L.; CADORE, E.L.; PINTO, S.S.; TARTARUGA, M.P.; SILVA, E.M.; KRUEL, L.F.M. Cardiorespiratory, neuromuscular and kinematic responses to stationary running performed in water and on dry land. **Eur J Appl Physiol.** V. 111, n.6, p.1157-66, 2010.

ALBERTON, C.L.; FINATTO P.; PINTO, S.S.; ANTUNES, A.H.; CADORE, E.L.; PEIKRISZWILI TARTARUGA, M.; KRUEL, L.F.M. Vertical ground reaction force responses to different head-out aquatic exercises performed in water and on dry land. **J Sports Sci.** 30:1-11, 2014.

ALBERTON, C.L.; FINATTO, P.; PINTO, S.S.; ANTUNES, A.H.; CADORE, E.L.; KRUEL, L.F.M. Comparação das respostas cardiorrespiratórias de repouso entre os meios terrestre e aquático. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde.** V. 18, n. 3. P. 387-88, 2013b.

ALBERTON, C.L.; TARTARUGA, M.P.; PINTO S.S.; CADORE, E.L.; ANTUNES, A.H.; FINATTO, P.; KRUEL, L.F.M. Vertical ground reaction force during water exercises performed at diferente intensities. **Int J Sports Med.** V. 34, p. 881-887, 2013.

ALEXANDER R. Mechanics and energetics of animal locomotion. In Alexander R, Goldspink G (eds.). **Swimming London: Chapman & Hall.**p. 222-248,1977.

ALMADA, B.P.; KANITZ, A.C.; ALBERTON, C.L.; ZAFFARI, P.; PINTO, S.S.; KRUEL, L.F.M. Respostas cardiorrespiratórias de seis exercícios de hidroginástica realizados por mulheres pós-menopáusicas. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde.** V. 19, n. 3, p. 333-41, 2014.

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.** V.4, p. 153-162, 2010.

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. The effects of a water-based exercise program on strength and functionality of older adults. **J Aging Phys Act.** V. 20, n. 4, p. 469-83, 2012.

BLACK, G.L.; **Estudo comparativo entre respostas eletromiográficas realizado com exercícios de velocidade e resistência variável no meio líquido.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, 2005.

BORREANI, S.; COLADO, J.C.; FURIO, J.; MARTIN, F.; TELLA, V. Muscle activation in young men during a lower limb aquatic resistance exercise with different devices. *The Physician and Sportsmedicine.* v. 42, n. 2, p. 80-87, 2014.

BUTELLI, A.C.K.; PINTO, P.P.; SCHONELL, M.C.W.; ALMADA, B.P.; CAMARGO, L.K.; CONCEIÇÃO, M.O.; KRUEL, L.F.M. Effects of single vs. multiple sets water-based resistance training on maximal dynamic strength in young men. **Journal of Human Kinetics.**v. 47, p. 169-177, 2015.

CADORE, E.L., PINTO, R.S., KRUEL, L.F.M. Neuromuscular adaptations to strength and concurrent training in elderly men. **Rev. Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano.** 14(4):483-495, 2012.

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

CHANDLER, T.F.; ARNOLD, C.E. Bioenergética. In: CHANDLER, T.F.; BROWN, L.E. **Treinamento de força para o desempenho humano.** Porto Alegre: Artmed, 2009, p. 27-43.

COLADO, J.C.; BORREANI, S.; PINTO, S.S.; TELLA, V.; MARTIN, F.; FLANDEZ, J.; KRUEL, L.F.M. Neuromuscular responses during aquatic resistance exercise with diferente devices and depths. **Journal of Strength and Conditioning Research**.v. 27, n. 12, p. 3384-3390, 2013.

COLADO, J.C.; GARCIA-MASSO, X.; ROGERS, E.M.; TELLA, V.; BENAVENT, J.; DANTAS, E.H. Effects of Aquatic and Dry Land Resistance Training Devices on Body Composition and Physical Capacity in Postmenopausal Women. **Journal of Human Kinetics**. v. 32, p. 185-195, 2012.

COLADO, J.C.; TELLA, V.; TRIPLETT, N.T. A method for monitoring intensity during aquatic resistance exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**.v. 22, n. 6, p. 2045-2049, 2008.

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

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

CONN, S.V.; HAFDAHL, R.A.; BROWN M. L. Meta-analysis of quality-of-life outcomes from physical activity intervention. **Nurs Res**. v. 58, n. 3, p. 175–183, 2009.

COSTA, R.R. Water-based aerobic training improves strength parameters and cardiorespiratory outcomes in elderly women. **Exp Gerontol**. 15;108:231-239, 2018.

DELEVATTI, R.S. **Efeitos de dois modelos de treinamento físico em meio aquático no controle do diabetes mellitus tipo 2 – um ensaio clínico controlado randomizado: the diabetes and aquatic training study (DATS)**. Tese de doutorado, 2016.

ESTRELA A. L.; BAUER E. M. Envelhecimento saudável e atividade física: uma revisão sistemática sobre os efeitos do exercício nas doenças cardiovasculares. **Sci Med**. 27(1):ID25837, 2017.

FIGUEIREDO, P.A.P.; BORGES JR, N.G.; TARTARUGA, L.A.P.; KRUEL, L.F.M. Methodology of isolate the system to collect EMG signal in the water. **Aquatic Fitness Research Journal**. 3(1):32, 2006.

GASTIN, P.B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*. 31(10):725-41; 2001.

GRACE A.; CHAN E., GIALLAURIA F; GRAHAM P. L.; SMART N. A. Clinical outcomes and glycaemic responses to different aerobic exercise training intensities in type II diabetes: a systematic review and meta-analysis. **Cardiovasc.Diabetol**.16:37, 2017.

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. StrengthCond Res**.V. 24, p. 3150-3156, 2010.

KANITZ, A.C. **Efeitos de dois modelos de treinamento de hidroginástica nas respostas cardiorrespiratórias e na força de mulheres idosas: um ensaio clínico randomizado controlado**.Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado, 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. **RevBrasFisiolExerc**.V. 4, n.1, p. 32-38, 2005.

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.

MARSON E.C.; DELEVATTI R.S.; PRADO A.K.; NETTO N.; KRUEL L.F. Effects of aerobic, resistance, and combined exercise training on insulin resistance markers in overweight or obese children and adolescents: A systematic review and meta-analysis.**Preventive Medicine**.93:211-218, 2016.

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.** 59:310-319, 1989.

PENDERGAST, D.R.; MOON, R.E.; KRASNEY, J.J.; HELD, H.E.; ZAMPARO, P. Human Physiology in an Aquatic Environment. *Compr. Physiol.* 5:1705-1750, 2015.

PINTO, S.S.; CADORE, E.L.; ALBERTON, C.L.; SILVA, E.M.; KANITZ, A.C.; TARTARUGA, M.P.; KRUEL, L.F.M.; Cardiorespiratory and neuromuscular responses during water aerobics exercise performed with and without equipment. ***International Journal of Sports Medicine.*** V. 32, p. 916-23, 2011.

PINTO, S.S.; CADORE, E.L.; ALBERTON, C.L.; ZAFFARI, P.; BAGATINI, N.C.; BARONI, B.M.; RADELLI, R.; LANFERDINI, F.J.; COLADO, J.C.; PINTO, R.S.; VAZ, M.A.; BOTTARO, M.; KRUEL, L.F.M. Effects of intra-session exercise sequence during water-based concurrent training. ***Int. J. Sports Med.***V. 34, p. 1-8, 2013.

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 post-menopausal women: effects of intrasession exercise sequence. ***Age.***V. 37, n.1, p. 9751, 2015.

PINTO, S.S; ALBERTON C.L.; CADORE E.L.; KANITZ, A.C.; DELEVATTI R.S.; PANTOJA, P.D.; TARTARUGA, L.P.; REICHERT, T.; BREGAGNOL, L.P.; LISBOA, S.D.C.; KRUEL, L.F.M. Does Aerobic Exercise Impair Neuromuscular Function During Water-Based Resistance Exercises? ***Res Q Exerc Sport.*** *Não publicado.*

PINTO, SS; **Comparação das respostas cardiorrespiratórias, neuromusculares e cinemáticas de um exercício de hidrogenásticas executado em diferentes cadências com e sem equipamento.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, 2009.

PÖYHÖNEN, T.; KYROLAINEN, H.; KESKINEN, K.L; HAUTALA, A.; SAVOLAINEN, J.; MÄLKIÄ, E. Electromyographic and kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water. ***Clin.Biomech.***v. 16, p. 496-504, 2001b.

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

REICHERT, T.; DELEVATTI R.S.; PRADO A.P.G.; BAGATINI N.C.; SIMMER N. S.; MEINERZ, A. P.; BARROSO, B.M.; COSTA, R.R.; KANITZ, A.C.; KRUEL L.F.M. Low- and High-Volume Water-Based Resistance Training Induces Similar Strength and Functional Capacity Improvements in Older Women: A Randomized Study. **J Phys Act Health.** Mar 27:1-8, 2018.

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, M.C.; ALBERTON, C.L.; TIGGEMANN, C.L.; NOLL, M.; COSTA, R.; SANTOS, N.S.; KRUEL, L.F.M. Effects of Single Vs. Multiple Sets during 10 Weeks of Water-based Resistance Training on Neuromuscular Adaptations in Young Women. **Int J Sports Med.** 37(10):813-8, 2016.

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

SOUZA, A.S.; PINTO, S.S.; KANITZ, A.C.; RODRIGUES, B.M.; ALBERTON, C.L.; SILVA, E.M.; KRUEL, L.F.M. Physiological comparisons between aquatic resistance training protocols with and without equipment. **Journal of Strength and Conditioning Research.** v. 26, n. 1, p. 276-283, 2012.

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.** V. 16, n. 3, p. 649-657, 2010.

TAKESHIMA, N.; ROGERS, M.E.; WATANABE, W.F.; BRECHUE, W.F.; OKADA, A.; YAMADA, T.; ISLAM, M.M; HAYANO, J. Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. **Med. Sci. Sports Exerc.** V. 33, n. 3, p.544-551, 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.** v. 20, n. 4, p. 811-818, 2006.

WILMORE, J.H; COSTILL, D.L.; KENNEY, W.L. Physiology of Sports and Exercise. United States: Human Kinetics, 2008.

Winter, DA. Biomechanics and motor control of human movement. 2a ed. New York: John Wiley, 1990.

ZAFFARI, P. **Efeitos de um treinamento combinado na hidrogenástica nas variáveis neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais de mulheres idosas.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, 2014.

7. ANEXOS

ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____, concordo voluntariamente a participar do estudo "Respostas cinemáticas e neuromusculares entre diferentes estratégias de treinamento de força em dois exercícios de hidroginástica em mulheres jovens".

Estou ciente que participarei de sessões de exercícios de força no meio aquático, e que não poderei realizar qualquer tipo de atividade física extenuante antes dos testes realizados, caso contrário, deverei informar aos responsáveis da pesquisa. Também estou ciente que serão realizadas avaliações antes, durante e depois as sessões de exercícios.

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

- Testes para avaliar a força isométrica máxima.
- Para o posicionamento dos eletrodos nas avaliações neuromusculares, depilação seguida de uma limpeza da pele com álcool.
- Isolamento dos eletrodos através de adesivos oclusivos e cola de silicone a prova d'água.
- Medidas de composição corporal (peso, altura e dobras cutâneas).

Estou ciente que durante os testes máximos estará presente um médico responsável, além de estar disponível, no laboratório, uma linha telefônica para a Assistência Médica de Emergência (SAMU 192). Além disso, estou ciente de que não haverá um médico presente durante as sessões de exercícios.

Estou ciente que os riscos relacionados a participação do estudo serão mínimos. Porém, após a depilação, limpeza com álcool da pele para o posicionamento dos eletrodos e isolamento dos mesmos, posso ter algum tipo de irritação na pele como vermelhidão e um leve inchaço.

Além disso, estou ciente que os benefícios de participar deste estudo serão o conhecimento sobre exercícios de força no meio aquático, e a possibilidade de utilizá-los em um treinamento para ganhos de força muscular.

Dos procedimentos de testes:

- Os procedimentos expostos acima têm sido explicados para mim por Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos, Bruna Machado Barroso e bolsistas selecionados;
- Bruna Machado Barroso, Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos bolsistas e professores, irão responder qualquer dúvida que eu tenha sobre esses procedimentos;
- Todos os dados relativos à minha pessoa irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob minha solicitação escrita. Além disso, eu entendo que no momento da publicação, não irá ser feita associação entre os dados publicados e a minha pessoa;
- Não haverá compensação financeira pela minha participação neste estudo;
- Contudo, os custos com o deslocamento até a Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da UFRGS será de responsabilidade dos pesquisadores;
- Poderei fazer contato com o orientador do estudo Professor Luiz Fernando Martins Krueel e sua orientanda Bruna Machado Barroso, para quaisquer problemas referentes à 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)
(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 _____.

Nome em letra de forma participante: _____.

Assinatura do participante: _____.

ANEXO B

Figuras da rotina utilizada no software LabView para a análise cinemática:

