

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança

Guilherme Droescher de Vargas

**RESPOSTAS CINEMÁTICAS E NEUROMUSCULARES DE UM EXERCÍCIO DE
HIDROGINÁSTICA REALIZADO COM E SEM EQUIPAMENTOS**

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruehl

Coorientador: Prof. Ddo. Henrique Bianchi Oliveira

Porto Alegre

2019

Guilherme Droescher de Vargas

**RESPOSTAS CINEMÁTICAS E NEUROMUSCULARES DE UM EXERCÍCIO DE
HIDROGINÁSTICA REALIZADO COM E SEM EQUIPAMENTOS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Curso de Graduação em Educação Física - Licenciatura manhã da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof.º Dr. Luiz Fernando Martins Kruei

Porto Alegre

2019

**RESPOSTAS CINEMÁTICAS E NEUROMUSCULARES DE UM EXERCÍCIO DE
HIDROGINÁSTICA REALIZADO COM E SEM EQUIPAMENTOS**

Conceito final:

Aprovado em de de

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga - UFRGS

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus pais, Elizeo de Vargas e Liane Droescher, por todo amor, carinho e confiança que me depositaram ao longo de todos esses anos. Agradeço também aos meus irmãos Antonio, Alexandre e Elizeo Filho, pela parceria, paciência e incentivo nessa jornada. Gostaria também de dedicar aos meus avôs, Breno (em memória), Lia, Gétulio e Maria Luiza, assim como toda minha família. Quero agradecer também à minha namorada, Amanda, pelo amor, carinho e toda paciência durante essa etapa da minha vida.

Agradeço meu orientador Prof. Dr. Kruel, por ter apostado, acreditado em mim e poder compartilhar todo conhecimento ao longo dos últimos dois anos e meio, agradeço também por ter me convidado para participar do GPAT. Quero também agradecer a todos os participantes do GPAT, vocês são com uma família para mim. Em especial gostaria de agradecer à Prof^a. Dr. Ana Kanitz, Bruna e Thaís por me auxiliarem ao longo de toda realização deste trabalho, ao Artur, Claudia, Pedro e Rochelle pelo conhecimento e companhia compartilhado, e minha equipe especial de coleta e colegas do projeto de extensão, Anemari, Andressa, Felipe, Giordana, Giovanni e Jonas e Mariana. Por último, mas não menos especial, gostaria de agradecer aquele que tem sido meu amigo e irmão, responsável por acreditar em mim nos momentos em que nem eu mesmo acreditava, meu coorientador Henrique Bianchi Oliveira, obrigado pela paciência e dedicação ao longo destes semestres, e por me mostrar o papel de um professor e de um pesquisador.

Por fim, dedico também este trabalho aos meus amigos do curso de Educação Física, João Victor Rodrigues, Bruno Lenuzza, Lucas Klein, Marco Luan Soares, Eduardo Baptista, Aquiles Mariani, Miguel Ângelo e Rodrigo Leal. Obrigado pelo conhecimento, as risadas e bons momentos compartilhados ao longo desses quatro anos.

RESUMO

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 geral. Ainda são poucos são escassos os estudos que avaliam respostas agudos sobre o treino de força em meio aquático. Na prática de clubes e academias é frequente o uso de equipamentos flutuantes e resistivos, visando o aumento da resistência ao avanço por meio do aumento da área projetada e, conseqüentemente, a intensidade do exercício. Dessa forma, o principal objetivo do presente estudo foi comparar as respostas cinemáticas e neuromusculares do exercício flexão e extensão de cotovelo realizado sem equipamentos, com equipamento flutuante e com equipamento resistivo. A amostra foi composta por 12 mulheres jovens que realizaram o exercício nas situações sem equipamento, equipamento flutuante e equipamento resistivo, em máxima velocidade, durante 20 segundos. Foi feita a filmagem da execução das séries, assim como, a eletromiografia de Bíceps Braquial e Tríceps Braquial. Para comparação das variáveis cinemáticas e neuromusculares, foi utilizada uma ANOVA para medidas repetidas e o teste de equações de estimativas generalizadas (GEE), com *post hoc* de Bonferroni para ambos testes, índice de significância adotado foi $\alpha \leq 0,05$. Sobre os resultados cinemáticos, o equipamento resistivo apresentou maior velocidade angular média ($202,60 \pm 29,86^\circ/s$) do que a execução sem equipamento ($162,55 \pm 17,07^\circ/s$) e equipamento flutuante ($173,58 \pm 32,09^\circ/s$). A utilização do equipamento resistivo também promoveu maiores velocidades de pico ($451,98 \pm 89,06^\circ/s$) do que a situação sem equipamento ($366,60 \pm 52,16^\circ/s$). Em relação a amplitude de movimento, ambos equipamentos (flutuante: $101,41 \pm 19,78^\circ/s$; Resistivo: $102,49 \pm 19,11^\circ/s$) obtiveram maior amplitude de movimento em comparação a execução sem equipamento ($79,58 \pm 14,14^\circ/s$). Em relação número de repetições, as situações sem equipamento ($20,92 \pm 3,72$), equipamento resistivo ($20,25 \pm 3,69$) promoveram maiores repetições do que o equipamento flutuante ($17,75 \pm 3,79$). Em relação aos resultados neuromusculares, não foi observada diferenças entre as situações para as musculaturas analisadas. Dessa forma, a utilização do equipamento resistivo foi capaz de produzir maiores velocidades médias, de pico e, maiores amplitudes do que a realização com equipamento flutuante e sem equipamento. Entretanto, o número de repetições com

a utilização do equipamento resistivo e sem equipamento foram semelhantes, e maiores do que a utilização do equipamento flutuante. Em relação a análise da ativação neuromuscular, não se observou diferença entre as situações. Sugerindo assim, que a utilização de equipamentos apesar de mudar o padrão cinemático do movimento, não promove diferença na ativação neuromuscular.

Palavras-chave: Hidroginástica, equipamento, parâmetros cinemáticos, eletromiografia, treinamento de força.

ABSTRACT

Water-based exercise has been a modality that has been sought from different populations, which are looking for improvements in their physical fitness and overall health. There are still few studies that evaluate acute responses on strength training in the aquatic environment. In the practice of clubs and gyms, the use of floating and resistive equipment is frequent, aiming to increase the resistance to advancement by increasing the projected area and, consequently, the intensity of the exercise. Thus, the main objective of the present study was to compare the kinematic and neuromuscular responses of elbow flexion and extension exercise performed without equipment, with floating equipment and with resistive equipment. The sample consisted of 12 young women who performed the exercise in situations without equipment, floating equipment and resistive equipment, at maximum speed, for 20 seconds. The execution of the series was filmed, as well as the electromyography of Biceps Brachii and Triceps Brachii. To compare the kinematic and neuromuscular variables, a repeated measures ANOVA was used and the generalized estimation equation test (GEE), with Bonferroni post hoc test for both tests, adopted significance index $\alpha \leq 0.05$. Regarding the kinematic results, the resistive equipment presented higher average angular velocity ($202.60 \pm 29.86^\circ/\text{s}$) than the execution without equipment ($162.55 \pm 17.07^\circ/\text{s}$) and floating equipment ($173.58 \pm 32.09^\circ/\text{s}$). The use of resistive equipment also promoted higher peak speeds ($451.98 \pm 89.06^\circ/\text{s}$) than the situation without equipment ($366.60 \pm 52.16^\circ/\text{s}$). About the range of motion, both devices (fluctuating: $101.41 \pm 19.78^\circ/\text{s}$; Resistive: $102.49 \pm 19.11^\circ/\text{s}$) obtained greater range of motion compared to the execution without equipment ($79.58 \pm 14.14^\circ/\text{s}$). Regarding number of repetitions, situations without equipment (20.92 ± 3.72), resistive equipment (20.25 ± 3.69) promoted higher repetitions than the situation with the floating equipment (17.75 ± 3.79). In concern the neuromuscular results, no differences were observed between the situations for the analyzed muscles. Thus, the use of resistive equipment was able to produce higher average, peak velocities and larger amplitudes than the performance with floating equipment and without equipment. However, the number of repetitions with the use of resistive equipment and without equipment was similar, and higher than the use of floating equipment. Regarding the analysis of neuromuscular activation, no difference was observed between the situations. Thus suggesting that the use of equipment, despite changing

the kinematic pattern of movement, does not promote difference in neuromuscular activation.

key-words: Water-based exercise, equipment, kinematic parameters, EMG, Resistance training.

LISTA DE ABREVIATURAS

VAM: Velocidade angular média

VAP: Velocidade angular de Pico média

ADM: Amplitude média

CIVM: Contração Isométrica voluntária máxima

SUMÁRIO

1) INTRODUÇÃO	12
1.1) OBJETIVO.....	14
1.1.1) Objetivo geral.....	14
1.1.2) Objetivo específico	14
2) REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1) ELETROMIOGRAFIA E CINEMÁTICA NO MEIO AQUÁTICO	16
2.2) COMPARAÇÃO DE DIFERENTES EQUIPAMENTOS NO MEIO AQUÁTICO .	16
3) MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
3.1) POPULAÇÃO E AMOSTRA	18
3.1.1) Cálculo amostral	18
3.2) VARIÁVEIS	18
3.2.1) Variáveis caracterização da amostra.....	18
3.2.2) Variáveis dependentes.....	19
3.2.3) Variáveis independentes	19
3.2.4) Variáveis controle	19
3.3) PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS	20
3.3.1) Composição corporal	21
3.3.2) Termo de Consentimento Livre Esclarecido.....	21
3.3.3) Teste de CIVM.....	21
3.3.4) Marcação dos pontos	22
3.3.5) Protocolo Aquático.....	23
3.4) TRATAMENTO DOS DADOS	23
3.4.1) Cinemáticos	23
3.4.2) Neuromusculares.....	24
3.5) INSTRUMENTOS.....	24
3.5) DESENHO EXPERIMENTAL.....	26

3.6) ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	26
4) RESULTADOS.....	28
4.1) CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	28
4.2) CINEMÁTICOS.....	28
4.3) NEUROMUSCULARES	31
5) DISCUSSÃO	33
5.1) CINEMÁTICOS.....	33
5.2) NEUROMUSCULARES	34
6) CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38
ANEXO A	41
APÊNDICE A - IMAGENS DAS ROTINAS DE PROCESSAMENTO DE DADOS.....	42

1) INTRODUÇÃO

A importância da prática de exercícios físicos na vida da população geral está clara, tanto em parâmetros fisiológicos como psicológicos, contribuindo positivamente também na qualidade de vida a curto e longo prazo (CONN; HAFDAHL; BROWN, 2009). Além disso, o exercício está conquistando grande espaço na área clínica, no combate e controle de inúmeras doenças (ESTRELA; BAUER, 2017; MARSON et al., 2016). Dessa maneira, há uma grande procura pelo exercício físico por diversas populações, na busca de suprir seus objetivos, sejam eles terapêuticos estéticos ou para a melhora da qualidade de vida. Assim, surgem inúmeras modalidades de treinamento físico específicas para cada demanda, havendo uma grande variedade e possibilidade de escolha por uma atividade mais agradável de acordo com cada preferência individual.

Modalidades de exercícios realizados no meio aquático, como a hidroginástica, têm apresentado destaque na literatura, devido aos diversos benefícios oriundos do meio, como um menor impacto articular nos membros inferiores e menor sobrecarga cardiovascular (ALBERTON et al., 2013; REICHERT et al., 2015; TAKESHIMA et al., 2002). 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 geral. Nesta perspectiva, diversos estudos demonstrando melhoras significativas em parâmetros metabólicos, cardiorrespiratórios e neuromusculares em diversas populações (COSTA, 2015; KANITZ, 2015; LIEDTKE, 2014; PINTO et al., 2011; ZAFFARI, 2014). No entanto as investigações no meio aquático podem ser consideradas mais recentes comparadas aos exercícios realizados no meio terrestre, havendo assim, muitas lacunas a serem preenchidas.

Dentro da modalidade de hidroginástica, dependendo do objetivo, podem ser realizados exercícios com predominância da rota metabólica aeróbica, focando em ganhos cardiorrespiratórios, ou exercícios de força, priorizando os ganhos neuromusculares, além da combinação de exercícios aeróbicos e de força para o ganho em ambas as capacidades. Na literatura há diversas investigações sobre tipos de exercícios, identificando as melhores formas de execução, seus principais

ganhos, além da eficácia de cada modalidade de treinamento (aeróbio, força e combinado) (ALBERTON et al., 2013; ALMADA, 2012; PINTO et al., 2015; ZAFFARI, 2014). Porém, estudos realizados com hidrogenástica têm analisado principalmente metodologias de treinamento aeróbio, avaliando o comportamento das variáveis cardiorrespiratórias e biomecânicas em diversas formas de execução dos exercícios tanto aguda como cronicamente (ALBERTON et al., 2013, 2011, 2015; COSTA, 2015; KANITZ, 2015). Já em relação ao treinamento de força na hidrogenástica, muito se tem estudado sobre suas respostas crônicas (AMBROSINI et al., 2010; KRUEL et al., 2005; PÖYHÖNEN et al., 2002), em que se observa diferentes métodos de treinamento e poucos são os estudos que avaliam as respostas agudas em relação aos modelos de treino utilizado (BORREANI et al., 2014; PÖYHÖNEN et al., 2001).

No início das investigações sobre treinamento de força no meio aquático tentava-se reproduzir a mesma metodologia usada no treinamento de força tradicional do meio terrestre, prescrevendo o treinamento por números de séries e de repetições (Kruel et al., 2018). Porém, nos últimos anos tem sido proposta a prescrição através do tempo de execução de série, na tentativa de alcançar a rota metabólica desejada. Além disso, os exercícios são realizados em velocidade máxima, 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) a velocidade é o principal fator relacionado com o aumento da resistência ao movimento (Alexander, 1977) e, conseqüentemente, com a intensidade do exercício.

Na prática de clubes e academias é frequente o uso de equipamentos flutuantes e resistivos, visando o aumento da resistência ao avanço por meio do aumento da área projetada. No entanto são poucos os estudos que investigaram quais os efeitos da utilização de equipamentos na velocidade de execução e ativação muscular de exercícios de hidrogenástica (BLACK, 2005; BORREANI et al., 2014; PINTO, 2009; PÖYHÖNEN et al., 2000).

Desta forma, com o objetivo de suprir esta lacuna e contribuir para o conhecimento relacionado à melhor prescrição de exercícios de força no meio aquático, elaborou-se o seguinte problema de pesquisa: Existe diferença nas respostas cinemáticas e neuromusculares durante o exercício de flexão e extensão

de cotovelo realizado sem equipamento, com equipamento flutuante e com equipamento resistivo?

1.1) OBJETIVO

1.1.1) Objetivo geral

Comparar as respostas cinemáticas e neuromusculares do exercício flexão e extensão de cotovelo realizado sem equipamento, com equipamento flutuante e com equipamento resistivo.

1.1.2) Objetivo específico

- Determinar e comparar a velocidade angular média durante o exercício flexão e extensão de cotovelo realizado sem equipamento, com equipamento flutuante e com equipamento resistivo em séries de 20 segundos e em um recorte de 0 a 10 e 10 a 20 segundos.
- Determinar e comparar a velocidade angular de pico durante o exercício flexão e extensão de cotovelo realizado sem equipamento, com equipamento flutuante e com equipamento resistivo em séries de 20 segundos e em um recorte de 0 a 10 e 10 a 20 segundos.
- Determinar e comparar a amplitude de movimento durante o exercício flexão e extensão de cotovelo realizado sem equipamento, com equipamento flutuante e com equipamento resistivo em séries de 20 segundos e em um recorte de 0 a 10 e 10 a 20 segundos.
- Determinar e comparar o número de repetições realizadas durante o exercício flexão e extensão de cotovelo realizado sem equipamento, com equipamento flutuante e com equipamento resistivo em séries de 20 segundos e em um recorte de 0 a 10 e 10 a 20 segundos.
- Determinar e comparar a amplitude máxima do sinal eletromiográfico do músculo bíceps braquial durante o exercício flexão e extensão de cotovelo

realizado sem equipamento, com equipamento flutuante e com equipamento resistivo em séries de 20 segundos e em um recorte de 0 a 10 e 10 a 20 segundos.

- Determinar e comparar a amplitude máxima do sinal eletromiográfico do músculo tríceps braquial durante o exercício flexão e extensão de cotovelo realizado sem equipamento, com equipamento flutuante e com equipamento resistivo em séries de 20 segundos e em um recorte de 0 a 10 e 10 a 20 segundos.

2) REVISÃO DE LITERATURA

2.1) ELETROMIOGRAFIA E CINEMÁTICA NO MEIO AQUÁTICO

Na literatura, são poucos os estudos que investigam os efeitos do meio aquático sobre variáveis neuromusculares e cinemáticas (BARROSO, 2018; PÖYHÖNEN et al., 2001)(PÖYHÖNEN et al., 2001; BARROSO., 2018)

Pöyhönen et al. (2001) analisaram a influência de uma única repetição de flexão e extensão de joelho no meio líquido e de múltiplas repetições (6 a 8 repetições) na atividade elétrica muscular, em máxima velocidade. O estudo contou com 18 participantes saudáveis, onde foi feita análise do sinal eletromiográfico dos músculos vasto lateral, vasto medial, bíceps femoral e semitendinoso na posição sentado. Os resultados cinemáticos demonstraram que as propriedades do fluxo da água modificadas pelas diferentes estratégias alteram a função neuromuscular dos músculos do quadríceps e de isquiotibiais.

No estudo de Barroso (2018), foi avaliada a diferença nas respostas cinemáticas e neuromusculares entre diferentes estratégias de treinamento de força em dois exercícios de hidroginástica realizados por mulheres jovens. Quinze mulheres jovens realizaram exercícios de flexão e extensão de joelho e cotovelo nas estratégias de treinamento de força no meio aquático: duas séries de 30 segundos, três séries de 20 segundos e seis séries de 10 segundos. Os achados do estudo mostram que com fracionamento das séries é possível alcançar maiores velocidades de execução, porém sem diferenças neuromusculares entre as diferentes estratégias.

2.2) COMPARAÇÃO DE DIFERENTES EQUIPAMENTOS NO MEIO AQUÁTICO

Foram encontrados apenas três estudos na literatura que avaliassem a influência do tipo de equipamento sobre a ativação muscular de exercícios de hidroginástica (BLACK, 2005; BORREANI et al., 2014; PINTO, 2009).

Na pesquisa de Black (2005), avaliou-se a ativação muscular do reto femoral e bíceps femoral durante o exercício chute frontal realizado sem equipamento e com equipamento resistivo. O exercício foi realizado na velocidade máxima de execução. Como resultados, não foram encontradas diferenças significativas entre o uso ou não de equipamento resistivo para nenhum dos músculos analisados, visto que a não utilização de equipamento resistivo pode ter sido compensada pela maior velocidade angular empregada no movimento aumentando a resistência ao avanço, entretanto, a velocidade de movimento não foi avaliada.

Pinto et al. (2009) compararam a influência de diferentes tipos de equipamentos (resistivo e flutuante) e sem equipamento na ativação muscular envolvida no movimento de flexão e extensão de cotovelo, em duas velocidades submáximas (80bpm e 100bpm) e na velocidade máxima de execução. Em todos os equipamentos, para o Bíceps Braquial, houve maior ativação neuromuscular na velocidade máxima de execução em comparação com ambas submáximas, sem diferença entre os equipamentos. Já a resposta neuromuscular do Tríceps Braquial, quando utilizado o equipamento flutuante, foi observada maior ativação em comparação as outras situações de equipamento, para todas as intensidades. Em relação as intensidades, a ativação do Tríceps Braquial foi maior nas intensidades de 100bpm e máxima, em relação a 80bpm.

Já Borreani et al. (2014) não observaram diferença na ativação muscular dos músculos adutor longo, reto abdominal, oblíquo externo e eretor da espinha durante a execução em máxima velocidade do exercício de adução de quadril com equipamento resistivo e flutuante, contudo não foi quantificada a velocidade angular no estudo.

3) MATERIAIS E MÉTODOS

3.1) POPULAÇÃO E AMOSTRA

A amostra foi composta por 12 participantes do sexo feminino, com idade 18 e 30 anos, com experiência em hidroginástica há pelo menos seis meses, que não possuíam limitações para realização de exercício físico.

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, devido às semelhanças metodológica com o presente estudo. Assim, o “n” amostral foi definido em 12 sujeitos.

3.2) VARIÁVEIS

3.2.1) Variáveis caracterização da amostra

- Idade;
- Massa Corporal;
- Estatura;
- IMC;
- Gordura Corporal.
- CIVM (Bíceps e Tríceps Braquial)

3.2.2) Variáveis dependentes

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

3.2.3) Variáveis independentes

- Uso de equipamentos
 - Sem equipamento;
 - Com equipamento flutuante;
 - Com equipamento resistivo.

3.2.4) Variáveis controle

- Temperatura da água (31 e 32°C);
- Profundidade de imersão (ombros).

3.2.5) Tratamento das variáveis independentes

As participantes foram posicionadas em uma piscina com dimensão de 16 x 6 metros em profundidade de ombros. Foi realizado o exercício de flexão e extensão de cotovelo do braço direito (figura 1). As participantes realizaram o exercício de flexão e extensão de cotovelo em três diferentes situações (sem equipamento, com equipamento flutuante e com equipamento resistivo) cuja ordem de realização foi randomizada pelo site <http://www.randomization.com>. Os equipamentos flutuante e resistivo que foram utilizados podem ser observados na figura 2. As participantes

realizaram o exercício, em cada situação, durante 20 segundos em velocidade máxima de execução, correspondendo ao índice 19 (extremamente intenso) da Escala de Percepção de Esforço de Borg. Durante o exercício, houve encorajamento verbal para que as participantes realizassem o exercício na maior velocidade e amplitude possível. Entre as situações houve um intervalo passivo de 5 minutos. A temperatura da água foi mantida entre 31°C e 32°C.

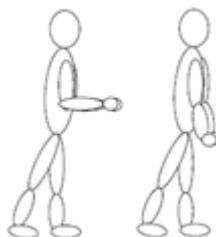


Figura 1. Flexão e extensão de cotovelos.

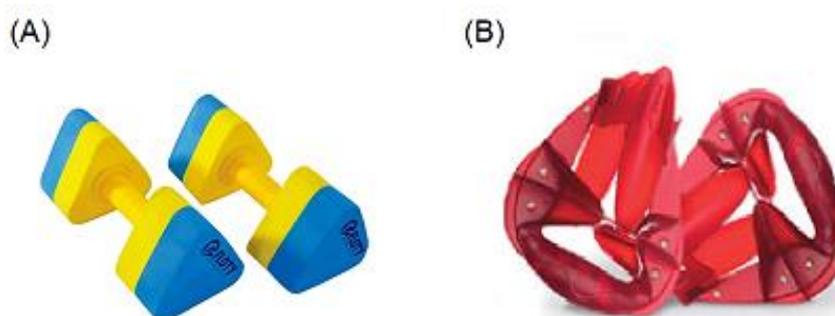


Figura 2. Equipamento flutuante (A) e resistivo (B) utilizado durante o protocolo de testes.

Durante o protocolo aquático, foi realizada a aquisição dos dados cinemáticos e neuromusculares. Para a análise cinemática, foi posicionada uma câmera subaquática a 5 metros da participante referente ao seu plano sagital. Para o alinhamento do sinal eletromiográfico e da cinemática, foi utilizado um sinal luminoso, presente na filmagem que indicou, com um sinal elétrico em um dos canais do eletromiógrafo, o início da coleta.

3.3) PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS

3.3.1) Composição corporal

Para a caracterização da amostra foi realizado inicialmente medidas de massa e estatura das participantes. Após, foi feita as medidas de dobras cutâneas tricipital, subescapular, peitoral, axilar-média, supra-ilíaca, 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, a composição corporal foi calculada por meio da fórmula de Siri (1993). As dobras foram medidas em forma de circuito, totalizando no máximo três medidas para cada dobra cutânea.

3.3.2) Termo de Consentimento Livre Esclarecido

Cada sujeito, para participar da pesquisa, leu e assinou um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO A), onde constaram todas as informações pertinentes ao estudo, o qual foi previamente submetido junto ao projeto para a avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS. A leitura e a assinatura do termo de consentimento foram realizadas de maneira individual e anteriormente à realização das coletas.

3.3.3) Teste de CIVM

O teste de contração isométrica voluntária máxima foi executado com o objetivo de obter um valor de referência da amplitude do sinal eletromiográfico dos músculos bíceps braquial e tríceps braquial. A amplitude do sinal eletromiográfico do músculo bíceps braquial foi adquirido durante a flexão de cotovelo, enquanto que do tríceps braquial, durante extensão de cotovelo. Para ambas situações, o teste teve início com a participante sentada com o cotovelo flexionado a 90°. Para a contração de flexão de cotovelo, as participantes estavam com a mão em posição supinada, enquanto que para extensão de cotovelo, pronada. As participantes realizaram uma contração isométrica contra uma resistência fixa. Foram realizadas três tentativas

para cada situação com um intervalo de dois minutos entre as tentativas. Cada CIVM foi realizada durante cinco segundos para a coleta do sinal eletromiográfico. Durante o teste, as participantes foram encorajadas a realizarem força o mais rápido e forte possível.

Anteriormente à CIVM, os eletrodos foram posicionados para aquisição do sinal eletromiográfico dos músculos avaliados. Para início deste processo, foi realizada tricotomia, abrasão e limpeza da pele na área de interesse visando a retirada das células mortas e diminuição da impedância. A determinação dos locais do posicionamento se deu através da consulta do site da SENIAM (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles). Para o bíceps braquial os eletrodos foram posicionados entre o acrômio medial e a fossa cubital, a um terço da fossa. Para o tríceps braquial, os eletrodos foram posicionados em 50% da linha entre a crista posterior do acrômio e o olécrano, em dois dedos de largura medial a linha. Os eletrodos foram posicionados longitudinalmente à direção das fibras musculares, a distância estabelecida entre o centro dos eletrodos foi de 20 mm (Beck et al., 2005) e o nível de impedância entre os eletrodos e a pele estava 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 utilizada uma cola de silicone transparente para impedir a entrada da água. Os cabos foram fixados com uma fita adesiva para diminuir as interferências no sinal.

3.3.4) Marcação dos pontos

Os pontos reflexivos foram posicionados todos no lado direito nas articulações referentes aos movimentos que foram exercidos. As marcações foram feitas no acrômio, no epicôndilo lateral do úmero e no processo estilóide do rádio.

3.3.5) Protocolo Aquático

Foi realizado um protocolo de teste aquático, no qual o exercício de flexão e extensão de cotovelo foi realizado em três situações (Sem equipamento, equipamento flutuante e equipamento resistivo), previamente randomizadas, executado em máxima velocidade.

3.4) TRATAMENTO DOS DADOS

3.4.1) Cinemáticos

Os vídeos gravados foram descarregados em um computador e transformados do formato *.mp4* para o formato *.avi*. A partir desses arquivos, os pontos refletivos posicionados para análise do ângulo do cotovelo foram digitalizados de forma automática e/ou manual, no software Kinovea.

Após essa digitalização, os dados foram filtrados com o filtro do tipo Passa-baixa Butterworth, de 5ª ordem, com uma frequência de corte de 8 Hz, e processados em uma rotina no software Labview. Através do processamento dessa rotina, se obteve arquivos de posição e de velocidade angular da articulação do cotovelo pelo tempo. A partir dos gráficos de posição angular do cotovelo X tempo foram obtidos os pontos do tempo inicial e final de cada repetição, e, também os pontos iniciais e finais das fases deflexão e extensão, utilizando-se a ferramenta “Acha Picos”. Esses tempos iniciais e finais de cada repetição e de cada fase,

posteriormente, foram utilizados para os recortes do sinal eletromiográfico, da amplitude de movimento e da velocidade angular média.

3.4.2) 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 Labview*. 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. Os dados foram tratados da seguinte forma:

- 1) CIVM: foi realizado um recorte do 1 s central da curva do sinal EMG de cada músculo testado. A partir do recorte foi feito o cálculo do valor RMS que foi utilizado como valor referência para os exercícios de força realizados em meio aquático.
- 2) A partir dos pontos do tempo inicial e final de cada repetição e do tempo inicial e final de cada fase do movimento, foram realizados os recortes. Posteriormente aos recortes, se obteve o valor RMS das repetições, e com esses valores será realizado uma média. Por fim, os valores foram normalizados e expressos em percentual da CVM (%CIVM), para a posterior análise estatística.

As imagens referentes à rotina de processamento dos dados se encontra no apêndice A.

3.5) INSTRUMENTOS

- Balança com estadiômetro Welmy, com resolução de 100 gramas e 1 cm, respectivamente
- Plicômetro Cescorf, com resolução de 1mm.

- Fita métrica sunny, com resolução de 1mm.
- Eletromiógrafo Miotool 400, da marca MIOTEC equipamentos biomédicos (Porto Alegre/Brasil). O equipamento é composto por um sistema de 4 canais, com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal;
- Eletrodos de superfície com 1mm de raio, Meditrace™100;
- Multímetro, da marca SUNWA, modelo Sp-110;
- Microcomputador DELL, com processador Intel inside core i5, para transmissão das variáveis eletromiográficas;
- Adesivos Oclusivos transparentes da marca CREMER de 10cm x 12cm
- Silicone que foi utilizado na saída dos cabos para evitar a entrada de água
- Secadores elétricos foram utilizados para a secagem da cola de silicone
- Álcool gel e lâmina de barbear Bic, para limpeza da pele
- Adesivos reflexivos, para marcar pontos anatômicos, foram utilizados fitas com 2cm de diâmetro.
- 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.
- Foi utilizado o software Kinovea (kinevea.org) para a digitalização das imagens e reconstrução das coordenadas de cada ponto.
- Sinal luminoso 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 era acionada, acendendo uma luz visível para a câmera, e simultaneamente, ativando eletricamente o respectivo canal do eletromiógrafo.

3.5) DESENHO EXPERIMENTAL

O protocolo de testes foi realizado no Centro Natatório da Escola de Educação Física Fisioterapia e Dança da UFRGS. As participantes realizaram, no primeiro dia, uma entrevista e foi apresentado o Termo de consentimento livre esclarecido e, em seguida, foi feita a caracterização da amostra. No segundo dia, foi realizado acolhimento das participantes, sendo feito a limpeza e abrasão da pele, colocação dos eletrodos para as coletas dos protocolos de CIVM. Ao fim dessa etapa, iniciou o processo de isolamento para posterior marcação dos pontos reflexivos e assim a realização do protocolo aquático, conforme as figuras 3 e 4.

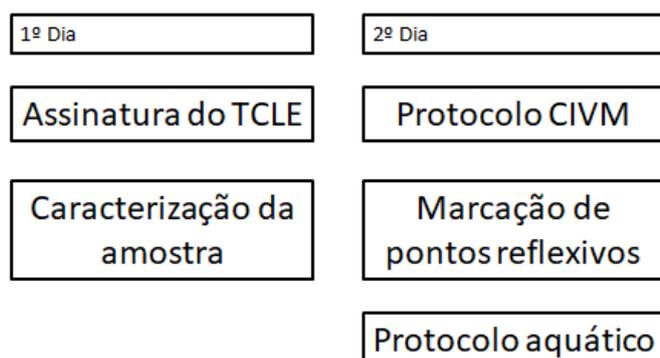


Figura 3. Desenho experimental.

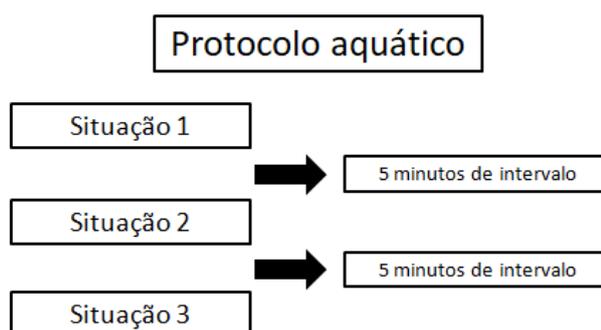


Figura 4. Protocolo aquático.

3.6) ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise descritiva foi utilizada média e desvio padrão. Utilizamos o teste de Shapiro Wilk para verificar a normalidade dos dados e o teste de Levene para a

homogeneidade das variâncias. Para comparação das variáveis cinemáticas e neuromusculares entre as diferentes situações, durante os 20 segundos, foi utilizada uma ANOVA para medidas repetidas com teste complementar *post-hoc* de Bonferroni. Para comparação entre os períodos de 0 a 10 e 10 a 20 segundos e tipos de equipamentos foi feito o teste de equações de estimativas generalizadas (GEE) com *post hoc* de Bonferroni para localizar as diferenças. O índice de significância adotado foi $\alpha=0,05$, os testes foram realizados no programa estatístico SPSS vs 20.0.

4) RESULTADOS

4.1) CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Caracterização da amostra para as variáveis idade, estatura, massa, percentual de gordura corporal, índice de massa corporal (IMC) e valor da contração isométrica voluntária máxima.

Tabela 1. Caracterização da amostra para as variáveis idade (anos), estatura (cm), massa (kg), percentual de gordura corporal (%), índice de massa corporal (IMC) e valor da contração isométrica voluntária máxima (RMS)

Variáveis	Média	DP
Idade (anos)	23,32	±3,01
Estatura (cm)	162,1	±0,11
Massa (kg)	61,80	±8,74
Percentual de gordura corporal (%)	29,21	±13,11
IMC	23,34	±3,22
CIVM TB (RMS)	515,75	±210,05
CIVM BB (RMS)	393,46	±190,80

4.2) CINEMÁTICOS

Os resultados de velocidade angular média, velocidade de pico, amplitude e número de repetições ao longo dos 20 segundos pode ser visto na tabela 2. Foi encontrada diferença significativa para a velocidade angular média entre os equipamentos de modo que, o equipamento resistivo apresentou maiores valores do que a execução sem equipamento ($p < 0,000$) e sobre o equipamento flutuante ($p = 0,017$). Não houve diferença significativa entre as velocidades do equipamento flutuante e sem equipamento. Quanto à velocidade de pico, houve diferença significativa, sendo uma maior velocidade de pico com equipamento resistivo quando comparado à execução sem equipamento ($p = 0,007$).

Sobre a amplitude de movimento, foi observada diferença significativa entre os equipamentos, onde a condição sem equipamento foi menor do que com o aparelho flutuante ($p < 0,000$) e resistido ($p < 0,000$). Referente ao número de

repetições, foi encontrada diferença significativa. O equipamento flutuante apresentou menores números de repetições quando comparado a realização sem equipamento ($p < 0,000$) e com o equipamento resistivo ($p < 0,000$).

Tabela 2. Valores de velocidade angular média (VAM), velocidade angular de pico (VAP), Amplitude média (ADM) e número de repetições (Nº reps) ao longo dos 20 segundos

Variável	Sem equipamento		Flutuante		Resistivo		p
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
VAM (°/s)	162,55 ^a	±17,07	173,58 ^a	±32,09	202,60 ^b	±29,86	,000
VAP (°/s)	366,60 ^a	±52,16	412,33 ^{ab}	±94,60	451,98 ^b	±89,06	,008
ADM (°)	79,58 ^a	±14,14	101,41 ^b	±19,78	102,49 ^b	±19,11	,000
Nº reps	20,92 ^b	±3,72	17,75 ^a	±3,79	20,25a ^b	±3,69	,000

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças entre os equipamentos; °/s: graus por segundo; °: graus

Os resultados de velocidade angular média, velocidade de pico, amplitude e número de repetições com recorte de 0 a 10 e de 10 a 20 segundos está presente na tabela 3. A velocidade angular média apresentou diferença entre os tempos ($p < 0,000$) sendo encontrado maiores valores no recorte de 10 a 20, também foi encontrada diferença entre os equipamentos ($p < 0,000$), onde o equipamento resistivo apresentou maiores valores do que a execução sem equipamento ($p < 0,000$). O equipamento flutuante também apresentou maior velocidade angular média do que sem equipamento ($p = 0,001$). Quanto à velocidade de pico, foi possível observar diferença entre os tempos ($p = 0,005$), sendo observada maior velocidade na no período entre 10-20 segundos, ainda sobre a velocidade de pico, diferença significativas entre os equipamentos foram encontradas, sendo a execução com equipamento resistivo apresentando maior velocidade de pico do que a comparação sem equipamento ($p < 0,000$).

Quando analisamos a amplitude de movimento, encontramos diferença significativa sobre o tempo ($p = 0,002$), sendo observada maior amplitude de 10 a 20, quando comparada de 0 a 10 segundos. Na comparação dos equipamentos, a

execução sem equipamento apresentou menores amplitude quando comparado com o equipamento flutuante ($p<0,000$) e resistivo ($p<0,000$).

Em relação ao número de repetições, foi observada diferença significativa ($p<0,000$) na comparação entre os tempos, sendo maior o número de repetições de 0 a 10. Entre os equipamentos também foi encontrado diferença significativa ($p<0,000$), onde o equipamento flutuante apresentou menores números de repetições quando comparado a realização sem equipamento ($p<0,000$) e com o equipamento resistivo ($p<0,000$).

Tabela 3. Valores de velocidade angular média (VAM), velocidade angular de pico (VAP), Amplitude média (ADM) e número de repetições (Nº reps) nos períodos de 0 a 10 e 10 a 20 segundos.

	Sem equipamento		Flutuante		Resistivo		t	eq	t*eq
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	p	p	p
VAM 0-10s	150,75 ^{Aa}	±17,54	163,36 ^{Aa}	±28,88	192,47 ^{Ab}	±28,76	,000	,000	,288
VAM 10-20s	174,35 ^{Ba}	±17,59	183,80 ^{Ba}	±36,58	212,73 ^{Bb}	±31,72			
VAP 0-10s	332,47 ^{Aa}	±45,57	390,03 ^{Aab}	±79,12	415,64 ^{Ab}	±91,82	,005	,000	,347
VAP 10-20s	366,11 ^{Ba}	±52,45	410,94 ^{Bab}	±95,56	435,88 ^{Bb}	±72,91			
ADM 0-10s	76,57 ^{Aa}	±15,41	99,32 ^{Ab}	±20,03	100,67 ^{Ab}	±19,76	,002	,000	,086
ADM 10-20s	82,65 ^{Ba}	±13,19	103,80 ^{Bb}	±20,56	104,42 ^{Bb}	±18,97			
Nº rep 0-10s	10,75 ^{Ab}	±1,86	9,17 ^{Aa}	±1,85	10,33 ^{Ab}	±1,73	,000	,000	,759
Nº rep10-20s	10,17 ^{Bb}	±1,94	8,58 ^{Ba}	±1,97	9,92 ^{Bb}	±2,06			

Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças entre os tempos; Letras minúsculas diferentes indicam diferenças entre os equipamentos; °/s: graus por segundo; °: graus

Os resultados descritivos do número de indivíduos que atingiram a velocidade de pico em cada período de tempo avaliado são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 4. Número de participantes que atingiram a velocidade de pico em 0 a 10 segundos e 10 a 20 segundos.

Variável	0-10	10-20
	Número de indivíduos	Número de indivíduos
Sem equipamento	2	10
Flutuante	3	9
Resistivo	4	8

4.3) NEUROMUSCULARES

Os resultados do percentual de ativação de Bíceps Braquial e Tríceps Braquial em relação a CIVM de ambos, entre os diferentes equipamentos pode ser observado na tabela 5. Observou-se diferença significativa no percentual de ativação do Bíceps ($p=0,044$), porém, o *post hoc* de Bonferroni não identificou onde foi essa diferença. O percentual da ativação de Tríceps não apresentou diferença significativa.

Tabela 5. Valores de média e desvio padrão do %CVM dos músculos bíceps braquial (BB), tríceps braquial (TB) ao longo dos 20 segundos

Variável	Sem equipamento		Flutuante		Resistivo		p
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
BB(%CVM)	125,47 ^a	±53,93	105,17 ^a	±38,73	118,31 ^a	±43,10	,044
TB(%CVM)	69,58 ^a	±31,21	66,99 ^a	±27,37	67,78 ^a	±26,79	,836

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças entre os equipamentos; %CVM: percentual da contração voluntária isométrica máxima

Os resultados do percentual de ativação de BB e TB em relação a CIVM, com recorte de 0 a 10 e 10 a 20 segundo estão apresentados na tabela 6. Foi observada diferença significativa entre os tempos para BB ($p=0,004$) e TB ($p<0,000$), sendo a maior ativação no período 0-10s. Não foi observada diferença entre os equipamentos.

Tabela 6. Valores de média e desvio padrão do %CVM dos músculos bíceps braquial (BB), tríceps braquial (TB) nos períodos de 0 a 10 e 10 a 20 segundos.

	Sem equipamento		Flutuante		Resistivo		t	eq	t*eq
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	p	p	p
%Bíceps 0-10s	130,10 ^{Aa}	±57,69	113,08 ^{Aa}	±40,81	121,93 ^{Aa}	±42,56	,004	,074	,215
%Bíceps 10-20s	119,81 ^{Ba}	±52,11	96,45 ^{Ba}	±37,02	113,95 ^{Ba}	±45,45			
%Tríceps 0-10s	73,66 ^{Aa}	±31,88	71,06 ^{Aa}	±27,52	73,57 ^{Aa}	±28,06	,000	,800	,408
%Tríceps 10-20s	64,87 ^{Ba}	±31,41	62,42 ^{Ba}	±27,83	61,27 ^{Ba}	±25,96			

Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças entre os tempos; Letras minúsculas diferentes indicam diferenças entre os equipamentos; %CVM: percentual da contração voluntária isométrica máxima

5) DISCUSSÃO

5.1) CINEMÁTICOS

O principal achado do presente estudo foram as diferenças cinemáticas entre os diferentes tipos de equipamentos. A utilização do equipamento resistivo apresentou maiores valores de VAM, quando comparada às situações com equipamento flutuante e sem equipamento. De maneira similar, o comportamento da VAP também foi maior na realização do exercício de flexão e extensão do cotovelo com o equipamento resistivo. As amplitudes de movimento também foram maiores com a utilização de ambos os equipamentos, do que a realização sem equipamento. Já o número de repetições foi maior para o equipamento resistivo e sem equipamento, na comparação com o equipamento flutuante.

Barroso (2018) comparou respostas cinemáticas entre três diferentes estratégias de treinamento de força, a partir do fracionamento do tempo de execução do exercício de flexão e extensão de cotovelo sem equipamento, em meio aquático realizado por mulheres jovens. Entre as estratégias foram feitas 3 séries de 20 segundos. Os valores VAM ($1^{\text{a}} \times 20: 183,47 \pm 28,52^{\circ}/\text{s}$; $2^{\text{a}} \times 20: 181,23 \pm 30,33^{\circ}/\text{s}$; $3^{\text{a}} \times 20: 184,43 \pm 38,40^{\circ}/\text{s}$), VAP ($1^{\text{a}} \times 20: 616,15 \pm 122,18^{\circ}/\text{s}$; $2^{\text{a}} \times 20: 587,65 \pm 132,14^{\circ}/\text{s}$; $3^{\text{a}} \times 20: 576,31 \pm 169,24^{\circ}/\text{s}$) e n° de rep. ($1^{\text{a}} \times 20: 26,92 \pm 6,98$; $2^{\text{a}} \times 20: 27,42 \pm 7,68$; $3^{\text{a}} \times 20: 28,25 \pm 7,81$) foram maiores do que os encontrados no presente estudo (VAM: $162,55 \pm 17,07^{\circ}/\text{s}$; VAP: $366,60 \pm 52,16^{\circ}/\text{s}$; n° de rep: $20,92 \pm 3,72$). Essas diferenças podem ser explicadas, quando analisamos ADM de Barroso (2018) ($1^{\text{a}} \times 20: 62,79 \pm 11,69^{\circ}$; $2^{\text{a}} \times 20: 60,00 \pm 15,14^{\circ}$; $3^{\text{a}} \times 20: 56,42 \pm 12,75^{\circ}$), estes são menores do que os achados do presente estudo ($79,58 \pm 14,14^{\circ}$).

Na literatura, foi encontrado apenas um estudo (PINTO, 2009) que comparou diferenças cinemáticas na execução do exercício de flexão e extensão de cotovelo com diferentes equipamentos em meio aquático. Este estudo verificou a VAM e ADM do exercício em diferentes cadências (80 e 100 bpm) e na máxima velocidade, está executada ao longo de 15 segundos. Os valores da execução sem equipamento para VAM, na máxima velocidade (flexão: $166,62^{\circ}/\text{s}$; extensão: $183,13^{\circ}/\text{s}$) e AMP (flexão: $71,73^{\circ}$; extensão: $72,62^{\circ}$), corroboram com os achados do presente estudo (VAM: $162,55 \pm 17,07^{\circ}/\text{s}$; AMP: $79,58 \pm 14,14^{\circ}$). Pinto (2009) também encontrou

maiores VAM, com os equipamentos flutuantes (flexão: 209,14^o/s; extensão: 208,20^o/s) e resistivo (flexão: 224,26^o/s; extensão: 226,83^o/s), do que o presente estudo (Flutuante: 173,58^o/s; Resistivo: 202,60^o/s), o que pode ser explicado por ter encontrado também menores valores de ADM para o equipamento flutuante (flexão: 91,04^o; extensão: 90,38^o) e resistivo (flexão: 91,64^o; extensão: 91,34^o), quando comparados com os resultados do presente estudo (Flutuante: 101,41/s; Resistivo: 102,49^o/s). Devida a maior amplitude de movimento, que representa um maior deslocamento angular do segmento, podemos supor que a velocidade tenha uma tendência a ser menor ao longo do exercício. É importante ressaltar, que não houve restrição da amplitude de movimento, apenas a instrução de que o mesmo fosse realizado o mais próximo de 90^o.

Outro resultado importante do presente estudo se deu ao analisarmos os períodos de 0 a 10 e 10 a 20 segundos, onde encontramos maior VAM, VAP e ADM, para todas situações, sendo os maiores valores obtidos de 10 a 20 segundos. Barroso (2016), analisou os períodos de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30 de uma série de 30 segundos, realizado por idosas pré e pós treinamento. A maioria das participantes atingiu as velocidades de pico no período de 10 a 20. No presente estudo, a maioria das participantes atingiu as velocidades de pico no período de 10 a 20, independente do tipo de equipamento utilizado. Acredita-se que este resultado, pode estar atribuído por uma inércia maior no início do movimento, fazendo com que as velocidade de pico fossem atingidas no período de 10 a 20 segundos.

5.2) NEUROMUSCULARES

A atividade do sinal eletromiográfico apresentou valores similares entre os diferentes tipos de equipamentos. Esses achados entram em consenso com a literatura (BLACK, 2005; BORREANI et al., 2014; PINTO et al., 2011).

Black (2005) avaliou a atividade muscular, durante flexão e extensão do quadril, em diferentes velocidades (40, 60, 80 bpm) e máxima velocidade de execução, com e sem equipamento. Os resultados do estudo mostraram maior ativação neuromuscular nas maiores velocidades, entretanto, não foi encontrada

diferença do sinal na realização do exercício com ou sem equipamento. Apesar de Black (2005) analisar um exercício de membros inferiores, os achados sobre a máxima velocidade de execução, deste estudo, entram em consenso com o que foi observado no presente estudo sobre a ativação de músculos antagonistas, quando utilizados diferentes equipamentos.

Assim como em um treino de musculação, os exercícios em meio aquático também se utilizam de equipamento, que buscam aumentar ou maximizar a resistência oferecida pelo meio. Enquanto no ambiente terrestre, a quantidade de "peso" levantada é utilizada como determinação de resistência, o ambiente aquático se apropria de aspectos específicos do meio, como flutuabilidade, área de resistência ao avanço, ou até mesmo a velocidade de execução do movimento. A resistência criada por um equipamento, deve se valer da sua área ou forma de superfície frontal (LENK, 2001). Dessa forma, os equipamentos utilizados no presente estudo, tinham como função gerar alterações sobre essas propriedades, para observarmos as alterações que implicariam sobre a mecânica de execução do exercício, assim como na ativação neuromuscular.

Pinto (2011) avaliou flexão e extensão de cotovelo, em diferentes velocidades (80, 100 bpm) e máxima velocidade, sem equipamento, com equipamento flutuante e resistivo, onde encontrou maior ativação do Tríceps Braquial durante a realização com o equipamento flutuante (64,80%), sobre as outras condições (sem equipamento: 58,21%; resistivo: 52,14%) para todas as velocidades de execução. Para o Bíceps Braquial não houve diferença entre os equipamentos em nenhuma das diferentes velocidades (sem equipamento: 61,82%; flutuante 56,54%; resistivo 60,81%). O presente estudo não encontrou essa diferença na ativação do Tríceps Braquial nos diferentes equipamentos e apresentou maiores valores de ativação (sem equipamento: 69,58%; flutuante 66,99%; resistivo 67,78%), o mesmo aconteceu para a ativação do Bíceps Braquial (sem equipamento: 125,47%; flutuante 105,17%; resistivo 118,31%), este apresentando uma ativação maior do que a de seu antagonista, e também, dos valores encontrados por Pinto (2011).

O estudo de Borreani (2014), comparou a atividade neuromuscular, em membros inferiores de homens, a partir de três repetições máximas, utilizando diferentes equipamentos (flutuante e resistivo) e de diferentes tamanhos (grande e

pequeno). Da mesma forma que o presente estudo, não foi encontrada diferenças no sinal para os diferentes equipamentos. Dessa forma, Borreani (2014) afirma que quando o movimento é executado em máxima velocidade intencional, independentemente do tipo de equipamento, ou o tamanho do mesmo, a ativação muscular é semelhante.

O presente estudo apresenta uma limitação, referente à ativação de outras musculaturas sinergistas e estabilizadoras, durante a execução do movimento, que não foram avaliadas e que poderiam ajudar a explicar melhor a participação do sistema neuromuscular durante a realização do exercício.

O presente estudo traz uma análise cinemática integrada aos aspectos neuromusculares de uma série de 20 segundos, de um exercício de hidroginástica realizado em máxima velocidade, comparando a utilização de diferentes tipos de equipamentos.

6) CONCLUSÃO

Sobre as variáveis cinemáticas foram observadas diferenças entre os diferentes equipamentos. A utilização dos equipamentos resistivo e flutuante foi capaz de produzir maiores velocidades médias, de pico e, maiores amplitudes do que a não utilização de equipamentos. Entretanto, o número de repetições com a utilização do equipamento resistivo e sem equipamento foram semelhantes, e maiores do que a utilização do equipamento flutuante. Sobretudo, as diferenças observadas na análise de cinemática, não influenciou os resultados neuromusculares, não havendo diferença entre a utilização dos equipamentos resistivo, flutuante ou sem equipamento. Sugerindo assim, que a utilização de equipamentos apesar de mudar o padrão cinemático do movimento, não promove diferença na ativação neuromuscular.

Como aplicação prática podemos entender que apesar das alterações biomecânicas do movimento, a utilização do aparelho não parece influenciar a ativação o sinal eletromiográfico do exercício de flexão e extensão de cotovelo em um série de 20 segundos. Dessa forma, a utilização dos equipamentos está associada com uma maior velocidade de execução e também amplitude, podendo oferecer um risco de lesão maior à populações com limitações osteoarticulares, que muitas vezes, praticam hidroginástica.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER R. Mechanics and energetics of animal locomotion. In Alexander R, Goldspink G (eds.). **Swimming London: Chapman & Hall**. p. 222-248,1977.
- ALBERTON, C. L. et al. Vertical ground reaction force during water exercises performed at different intensities. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 34, n. 10, p. 881–887, 2013.
- ALBERTON, Cristine Lima et al. Cardiorespiratory, neuromuscular and kinematic responses to stationary running performed in water and on dry land. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 111, n. 6, p. 1157–1166, 2011.
- ALBERTON, Cristine Lima et al. Vertical ground reaction force responses to different head-out aquatic exercises performed in water and on dry land. **Journal of sports sciences**, [s. l.], v. 33, n. 8, p. 795–805, 2015.
- ALMADA, Bruna Pereira. Respostas cardiorrespiratórias de seis exercícios de hidroginástica realizados por mulheres pós-menopáusicas. [s. l.], 2012.
- AMBROSINI, Anelise Bueno et al. The effects of strength training in hydrogymnastics for middle-age women. **International Journal of Aquatic Research and Education**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 6, 2010.
- BARROSO, Bruna Machado. Respostas cinemáticas e neuromusculares de diferentes estratégias de treinamento de força em dois exercícios de hidroginástica realizados por mulheres jovens. [s. l.], 2018.
- BLACK, Gabriela Lovis. Estudo comparativo entre respostas eletromiográficas realizado com exercícios de velocidade e resistência variável no meio líquido. [s. l.], 2005.
- BORREANI, Sebastien et al. Muscle activation in young men during a lower limb aquatic resistance exercise with different devices. **The Physician and sportsmedicine**, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 80–87, 2014.
- CONN, Vicki S.; HAFDAHL, Adam R.; BROWN, Lori M. Meta-analysis of Quality-of-Life Outcomes From Physical Activity Interventions. **Nursing Research**, [s. l.], v. 58, n. 3, p. 175–183, 2009. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19448521>>. Acesso em: 2 out. 2019.
- COSTA, Rochelle Rocha. Efeitos de dois modelos de treinamento de hidroginástica em parâmetros fisiológicos de mulheres idosas dislipidêmicas: um ensaio clínico randomizado controlado. [s. l.], 2015.
- ESTRELA, André Luiz; BAUER, Moisés Evandro. Envelhecimento saudável e atividade física: uma revisão sistemática sobre os efeitos do exercício nas doenças

cardiovasculares. **Scientia Medica**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 4, 2017.

KANITZ, Ana Carolina. Efeitos de dois modelos de treinamento de hidroginástica nas respostas cardiorrespiratórias e na força de mulheres idosas: um ensaio clínico randomizado controlado. [s. l.], 2015.

KRUEL, Luiz Fernando Martins et al. Efeitos de um treinamento de força aplicado em mulheres praticantes de hidroginástica. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 32–38, 2005.

LENK, M. Equipamento Aquático. **AEA Manual do profissional de Fitness Aquático. Rio de Janeiro, ed Shape**, [s. l.], 2001.

LIEDTKE, Giane Veiga. Comparação dos efeitos de diferentes métodos de treinamento de hidroginástica no equilíbrio corporal e na aptidão física de mulheres idosas. [s. l.], 2014.

MARSON, Elisa Correa et al. 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**, [s. l.], v. 93, p. 211–218, 2016.

PINTO, S. S. et al. Cardiorespiratory and neuromuscular responses during water aerobics exercise performed with and without equipment. **International journal of sports medicine**, [s. l.], v. 32, n. 12, p. 916–923, 2011.

PINTO, Stephanie S. et al. Neuromuscular adaptations to water-based concurrent training in postmenopausal women: effects of intrasession exercise sequence. **Age**, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 6, 2015.

PINTO, Stephanie Santana. Comparação das respostas cardiorrespiratórias, neuromusculares e cinemáticas de um exercício de hidroginástica executado em diferentes cadências com e sem equipamento. [s. l.], 2009.

PÖYHÖNEN, Tapani et al. Determination of hydrodynamic drag forces and drag coefficients on human leg/foot model during knee exercise. **Clinical biomechanics**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 256–260, 2000.

PÖYHÖNEN, Tapani et al. Electromyographic and kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water. **Clinical Biomechanics**, [s. l.], v. 16, n. 6, p. 496–504, 2001.

PÖYHÖNEN, TAPANI et al. Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 34, n. 12, p. 2103–2109, 2002.

REICHERT, Thaís et al. Efeitos da hidroginástica sobre a capacidade funcional de idosos: metanálise de estudos randomizados. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, [s. l.], v. 20, n. 5, p. 447, 2015.

TAKESHIMA, Nobuo et al. Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 544–551, 2002.

ZAFFARI, Paula. Efeitos de um treinamento combinado na hidroginástica sobre variáveis neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais de mulheres idosas. [s. l.], 2014.

ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____, concordo voluntariamente a participar do estudo "Respostas cinemáticas e neuromusculares de um exercício de hidroginástica realizado com e sem equipamentos".

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 e durante as sessões de exercícios.

Eu, por meio deste, autorizo Guilherme Droescher de Vargas, 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 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.

Dos procedimentos de testes:

- Os procedimentos expostos acima têm sido explicados para mim por Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos, Guilherme Droescher de Vargas e bolsistas selecionados;
- Guilherme Droescher de Vargas, Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos bolsistas e professores, irão responder qualquer dúvida que eu tenha sobre esses procedimentos;
- Todos os dados relativos à minha pessoa irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob minha solicitação escrita. Além disso, eu entendo que no momento da publicação, não irá ser feita associação entre os dados publicados e a minha pessoa;
- Não haverá compensação financeira pela minha participação neste estudo;
- Poderei fazer contato com o orientador do estudo Professor Luiz Fernando Martins Krueel e seu orientando Guilherme Droescher de Vargas, 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: _____

APÊNDICE A - IMAGENS DAS ROTINAS DE PROCESSAMENTO DE DADOS

