

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

Natália Carvalho Bagatini

RESPOSTAS BIOMECÂNICAS E FISIOLÓGICAS DE UM EXERCÍCIO DE
HIDROGINÁSTICA EXECUTADO COM E SEM EQUIPAMENTOS

Porto Alegre

2016

Natália Carvalho Bagatini

Respostas biomecânicas e fisiológicas de um exercício de hidroginástica
executado com e sem equipamentos

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

2016

Nome: BAGATINI, Natália

Título: Respostas biomecânicas e fisiológicas de um exercício de hidroginástica executado com e sem equipamentos

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. Cristine Lima Alberton

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente, ao meu professor orientador Krueel, pela oportunidade e confiança depositada nestes seis anos de orientação. Dedico a ti todo o meu crescimento, a partir dos meus erros e acertos ao longo destes anos.

Aos professores da banca, Prof^a. Ana Carolina Kanitz, Prof^a Cristine Lima Alberton e Prof. Leonardo Peyré-Tartaruga, por contribuírem ativamente para o crescimento da minha pesquisa e, conseqüentemente, para meu crescimento pessoal e profissional.

Aos funcionários do Centro Natatório, principalmente ao Roberto, Gilson e Prof. Beto, que estiveram sempre disponíveis e prestativos para que as coletas de dados ocorressem de forma organizada.

Aos funcionários da MIOTEC e APAMED, pela assistência prestada.

À minha amostra, agradeço a disposição ilimitada durante as coletas do estudo.

Um agradecimento especial às minhas co-orientadoras durante a graduação, Ana, Teté e Tini, vocês são minhas fontes de inspiração, por serem estas mulheres incríveis, exemplos de coragem, dedicação e força. Dedico à vocês a minha constante vontade de ser o meu melhor.

Aos GPAT, por todo o apoio dos colegas ao longo destes anos, e principalmente por conhecer pessoas incríveis dentro do grupo. Rochele e Maira, vocês são exemplos de mulheres batalhadoras, me espelho muito em vocês para concretizar meus sonhos. Thaís, agradeço teu apoio e amizade incomparáveis. Agradeço também aos colegas e amigos que de uma forma ou de outra foram importantes neste processo, Salime, Carol, Paulinha, Rodrigo, Giane e Matheus.

Finalmente, agradeço à minha família, em especial aos meus pais, que nunca mediram esforços para que os meus projetos pessoais e profissionais se tornassem realidade. Vocês garantiram todo o apoio necessário para que eu concluísse esta etapa. Dedico esta conquista à vocês.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi de analisar as respostas de ativação muscular e força de reação do solo de um exercício de hidroginástica com diferentes equipamentos, executado por mulheres jovens. Sendo assim, foram realizados três testes progressivos máximos em ambiente aquático, com no mínimo 48 horas de intervalo, com o exercício de chute, sem equipamento (SE), com equipamento resistivo (RE) e flutuante (FL), a fim de determinar a cadência correspondente ao segundo limiar ventilatório (LV2). O terceiro e último dia de testes consistiu primeiramente na contração voluntária isométrica máxima (CVM) em ambiente terrestre, dos músculos a serem avaliados: reto femoral (RF), bíceps femoral (BF), tibial anterior (TA) e gastrocnêmio lateral (GA). Após finalizada a CVM de cada músculo, foi feito um isolamento dos eletrodos, e então o sujeito entrou na piscina para realizar os testes de eletromiografia (EMG) e força de reação do solo (FRS) nas intensidades do LV2 e máximo esforço (MAX). Dentro da piscina, o sujeito foi posicionado na profundidade do processo xifóide e então, executou as três situações do exercício de chute (SE, RE e FL), de forma randomizada, nas intensidades LV2 e máximo esforço (MAX). Foi utilizada o teste estatístico de Equações estimativas generalizadas e o teste *post-hoc* de Bonferroni. Após o tratamento dos dados e análise estatística, foram encontrados maiores valores de ativação muscular da intensidade LV2 para MAX, para todas as situações nos músculos RF, BF e TA, exceto para GL que não obteve diferenças entre intensidades para a situação RE. Comparando as situações, não houve diferenças significativas entre as mesmas para RF, BF e TA, exceto para o músculo GL que obteve menores valores de ativação para a situação RE comparada à SE. Para os resultados de FRS, foram encontrados maiores valores para a intensidade MAX para as situações SE e RE, enquanto para FL, não foram encontradas diferenças de FRS entre as intensidades. Comparando as situações, FL obteve menores valores comparado à SE e RE, nas duas intensidades. Para os resultados de impulso (IMP), foram encontradas diferenças significativamente menores para a intensidade MAX para todas as situações, com menores valores de IMP na situação FL. A partir dos resultados encontrados no

presente estudo, de uma maneira geral, a utilização de equipamentos tanto RE quanto FL, parece não influenciar a ativação muscular durante a execução do exercício CH, além disso, a intensidade MAX elicitava maiores valores de ativação. Além disso, apesar de terem sido encontradas diferenças de FRS e IMP entre as intensidades, o equipamento FL obteve menores valores de FRS e IMP, sem diferenças entre LV2 e MAX na FRS, demonstrando que apesar de obter uma maior ativação muscular em MAX, não houve um aumento significativo de FRS nesta intensidade. Sendo assim, a utilização de equipamentos parece influenciar principalmente a variável de FRS, reduzindo estes valores e tornando o exercício de CH mais seguro quando é necessária uma menor sobrecarga articular, enquanto a ativação muscular não se difere das outras situações.

Palavras-chave: eletromiografia, força de reação do solo, hidroginástica, equipamentos.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

Autora: Natália Carvalho Bagatini

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel.

Título da dissertação: Respostas biomecânicas e fisiológicas de um exercício de hidroginástica executado com e sem equipamentos

Porto Alegre, 2016.

ABSTRACT

The aim of the present study was to analyze the muscle activation and ground reaction forces responses of one hydrogymnastic exercise performed by women with different devices. Three sessions of water progressive tests were conducted with 48 hours of interval with the frontal kick exercise (FK) without devices (WD), with resistance devices (RD) and floating devices (FD), to determine the cadence corresponding to the second ventilatory threshold (VT2). The third and last day of tests consisted initiated with the maximum voluntary contraction (MVC) of the muscles to be analyzed: rectus femoris (RF), biceps femoris (BF), tibialis anterior (TA) and gastrocnemius lateralis (GL). After that, the electrodes were isolated and then the subject entered the pool (immersion on the xifoide process) to perform the electromiography (EMG) and ground reaction forces (GRF) tests in VT2 and maximum (MAX) intensity. Generalized estimating equation and Bonferroni's test were used for the statistical analyses. The results showed higher muscle activity for the MAX comparing to VT2 for RF, BF and TA, except for GL muscle, which didn't achieve difference between the intensities for RD. Comparing the three situations, there was no significant difference between. In VT2 and MAX there was no difference between all situations, except for GL in MAX, which obtained lower values for RD compared with FD. The ground reaction forces results showed higher values for the MAX intensity for the WD and RD situations, while for FD there was no difference between VT2 and MAX. Comparing the situations, FD obtained lower values compared with WD and RD in both intensities. For impulse (IMP), significant lower values were founde for the MAX intensity for all situations, with lower values for FD. According to the results, it might be concluded that the use of devices seems to not influence the muscle activity during the FK exercise, besides that, the MAX intensity elicits higher results. Despite the differences for GRF and IMP, the FL situation leads to a higher muscle activation in MAX while there is no GRF increase from VT2. Therefore, the use of devices appears to influence mostly the GRF variable, showing lowest values for this situation comparing to WD and RD making FK safer when a lower joint overload is needed, while the muscle activation didn't differ from WD and RD.

Keywords: electromyography, ground reaction force, hydrogymnastic, devices.

FEDERAL UNIVERSITY OF RIO GRANDE DO SUL

POST-GRADUATION PROGRAM ON HUMAN MOVEMENT SCIENCES

Author: Natália Carvalho Bagatini

Advisor: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel.

Title: Biomechanical and physiological responses of a water based exercise with and without devices

Porto Alegre, 2016.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVO	19
1.1.1	OBJETIVOS GERAIS.....	19
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1	RESPOSTAS DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO DOS EXERCÍCIOS AQUÁTICOS.....	20
2.1	RESPOSTAS ELETROMIOGRÁFICAS DOS EXERCÍCIOS AQUÁTICOS.....	33
3	MATERIAIS E MÉTODOS	43
3.1	AMOSTRA	43
3.1.1	CÁLCULO DO TAMANHO DA AMOSTRA	43
3.2	VARIÁVEIS ANALISADAS	44
3.2.1	VARIÁVEIS DEPENDENTES.....	44
3.2.2	VARIÁVEIS INDEPENDENTES.....	44
3.2.3	VARIÁVEIS DE CONTROLE.....	44
3.2.4	VARIÁVEIS DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	45
3.3	PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	45
3.3.1	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	45
3.3.2	FAMILIARIZAÇÃO.....	46
3.3.3	TESTES MÁXIMOS.....	46
3.3.3.1	Tratamento dos dados de teste máximo.....	48
3.3.4	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	48
3.3.4.1	CONTRAÇÃO VOLUNTÁRIA ISOMÉTRICA MÁXIMA.....	48
3.3.4.2	PREPARAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS ELETRODOS.....	48
3.3.5	TESTES DE ELETROMIOGRAFIA E FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO DENTRO D'ÁGUA.....	52
3.3.6	TRATAMENTO DOS DADOS.....	54

3.3.6.1	FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO.....	54
3.3.6.2	ELETROMIOGRAFIA.....	55
3.3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	55
4	RESULTADOS.....	56
4.1	RESPOSTAS DE ELETROMIOGRAFIA.....	57
4.2	RESPOSTAS DE FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO.....	58
5	DISCUSSÃO.....	61
5.1	DISCUSSÃO DA ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA.....	61
5.2	DISCUSSÃO DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO.....	66
6	CONCLUSÃO.....	69
	REFERÊNCIAS.....	70
	ANEXOS.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tornozeleira Aquafins e tornozeleira de EVA

Figura 2: Exercício de chute

Figura 3: Posicionamento dos eletrodos para os músculo reto femoral, tibial anterior, bíceps femoral e gastrocnêmio lateral

Figura 4: Eletrodo

Figura 5: Tegaderm

Figura 6: Platafoma de força AMTI

Figura 7: Fluxograma representativo do delineamento experimental

Figura 8: Respostas da amplitude do sinal eletromiográfico

Figura 9: Respostas da força de reação do solo

Figura 10: Respostas do impulso

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização da amostra

Tabela 2: Média das cadências correspondentes ao LV2

Tabela 3: Média dos valores *root mean square* (RMS) da ativação muscular obtida através da contração isométrica voluntária máxima

Tabela 4: Média dos valores de duração de execução para uma repetição do chute

Lista de quadros:

Quadro 1: Principais estudos de FRS com exercícios de hidroginástica

Quadro 2: Principais estudos de EMG com exercícios de hidroginástica

Lista de siglas

AD	Músculo adutor longo
AQ	<i>Aquafins</i>
BA	Botas de arrasto
BB	Bíceps braquial
BF	Bíceps femoral
BPM	Batidas por minuto
CAD _{MÁX}	Cadência máxima
CH	Chute
CP	Corrida posterior
CO	Corrida
CO _b	Corrida baixa
CVM	Contração voluntária isométrica máxima
DF	Deslize frontal
DL	Deslize lateral
DP	Desvio padrão
EE	Músculo eretor da espinha
EL	Elevação lateral
EMG	Eletromiografia
EP	Elevação posterior
FRS	Força de reação do solo
FRS _A	Força de reação do solo anterior
FRS _P	Força de reação do solo posterior
FL	Equipamento flutuante
Hz	Hertz
IMP	Impulso da força de reação do solo vertical
G	Força de reação do solo vertical relativizada pelo peso corporal de fora d'água
GL	Gastrocnêmio lateral
LA	Luvras de arrasto
LD	Músculo latíssimo do dorso

LV1	Primeiro limiar ventilatório
LV2	Segundo limiar ventilatório
MAX	Máximo esforço
OD	Músculo oblíquo externo lado dominante
ON	Músculo oblíquo externo lado não-dominante
PC	Peso corporal
PH	Peso hidrostático
TA	Músculo tibial anterior
RA	Músculo reto abdominal
RE	Equipamento resistivo
RF	Músculo reto femoral
RMS	<i>Root mean square</i>
SA	Saltito anterior
SAr	Suporte de arrasto
Sab	Saltito abductor
Sad	Saltito adutor
SE	Sem equipamento
SF	Suporte flutuante
ST	Músculo semitendinoso
VM	Músculo vasto medial
VL	Músculo vasto lateral

1 INTRODUÇÃO

A prática de exercícios aquáticos tem sido amplamente procurada e estudada na literatura. Um destes exercícios é a hidroginástica, que consiste na execução de exercícios com deslocamento vertical, em uma piscina rasa, com movimentos dos membros superiores e inferiores (Kruel 1994). O motivo pelo qual esta atividade tem ganhado mais atenção, é devido aos seus benefícios proporcionados (Kruel 1994), que são devido às propriedades físicas da água, que afetam o corpo quando ele está imerso (Poyhonen et al., 2001). Um dos benefícios da realização dos exercícios aquáticos é a menor carga que é imposta sobre as articulações dos membros inferiores dentro d'água (Alberton et al., 2010b, Alberton et al., 2014b, Kruel et al., 2001). Segundo Kruel et al. (2001), esta menor sobrecarga que ocorre dentro d'água é decorrente da ação do empuxo, que atua com uma força contrária à força peso no corpo do sujeito que está realizando o exercício, causando uma redução do peso hidrostático de até 70%, quando em imersão em processo xifóide. Esta redução do peso hidrostático acarretará em redução da sobrecarga articular (Harrison et al., 1992).

As respostas biomecânicas e eletromiográficas dos exercícios de hidroginástica vem sendo amplamente estudados (Figueiredo, 2004, Black, 2005, Alberton et al., 2011a, Bagatini 2013, Colado et al., 2013, Alberton et al., 2014a, Alberton et al., 2014b, Borreani et al., 2014, Pinto et al., 2011, Fontana et al., 2012; Zaffari, 2012; Alberton et al., 2013). De uma forma geral, exercícios executados em maiores velocidades e com apoio unipodal acarretarão em maiores sobrecargas biomecânicas e isto se deve ao fato de que uma maior força é necessária para que se consiga executar o movimento em velocidades mais aceleradas gerando uma maior força para que ocorra transição do membro de suporte de um pé para o outro (Fontana et al., 2012; Zaffari, 2012; Alberton et al., 2013; Bagatini 2013, Alberton et al., 2014b). Além disso, os exercícios executados em maiores velocidades e/ou com maiores áreas projetadas, poderão acarretar em maiores ativações eletromiográficas (Alberton et al., 2014a). O estudo destas variáveis, tanto biomecânicas quanto fisiológicas, é necessário para que se compreenda qual é a sobrecarga que ocorre quando o sujeito está em exercício em imersão.

Os estudos que analisaram as características biomecânicas dos exercícios de hidroginástica demonstraram que existem vários aspectos que podem influenciar os seus resultados, como o tipo de exercício, a profundidade de imersão e a velocidade de execução. Sendo assim, a força de reação do solo (FRS) de exercícios de hidroginástica tem maior magnitude quando estes são realizados em maiores velocidades, com transferência de peso corporal acentuada entre os pontos de apoio (pés) e com curtas fases de voo (Fontana et al., 2012; Alberton et al., 2013; Bagatini 2013; Zaffari 2013, Alberton et al., 2014b), além disso, exercícios com característica unipodal tendem a acarretar em maiores valores de FRS (Bagatini 2013; Zaffari 2013).

Outra variável que pode ser afetada, dependendo das características do exercício em ambiente aquático, é a ativação muscular, visto que exercícios como o chute (CH) podem acarretar em maiores ativações musculares para determinados músculos (bíceps femoral, reto femoral e semitendinoso), além de que maiores intensidades de execução tendem a gerar maiores ativações, principalmente em máximo esforço (Alberton et al., 2010; Alberton et al., 2014a). Quando analisa-se estas variáveis, os exercícios com maiores áreas projetadas tendem a obter uma maior ativação muscular, pois necessitam de mais força para vencer a resistência da água. Dentro da hidroginástica, são utilizadas diferentes estratégias de aula a fim de manipular as propriedades físicas da água, como o uso de equipamentos resistivos (RE) e flutuantes (FL). Os equipamentos resistivos utilizam de maiores áreas projetadas, que aumentariam o arrasto, acarretando em uma necessidade de produzir mais força, já os equipamentos flutuantes visam alterar a propriedade relacionada a flutuabilidade, auxiliando a execução da fase ascendente dos exercícios e dificultando a fase descendente, atuando contra o empuxo (Edlich et al., 2987). Assim como para a execução de exercícios sem equipamentos, a ativação muscular é maior quando ocorre aumento de intensidades submáximas para máxima com equipamentos RE e FL (Black 2005; Pinto et al., 2011). Entretanto, a utilização de diferentes equipamentos parece não afetar as respostas de ativação muscular, principalmente em máximo esforço (Colado et al., 2013; Borreani et al., 2014), mas, dependendo da característica do exercício e músculo analisado, podem ocorrer diferenças com a utilização de equipamentos, visto que Pinto et al. (2011) encontrou maiores ativações na utilização

de FL e RE para os músculos tríceps braquial (TB) e bíceps femoral (BF), respectivamente, durante o exercício corrida estacionária com flexão e extensão de cotovelos. Estes estudos encontrados na literatura que analisaram diferentes equipamentos, diferem em exercícios e intensidades, entretanto, não foram encontrados estudos que analisassem o exercício de CH, que é muito utilizado nas aulas de hidroginástica. Ainda assim, os estudos com diferentes equipamentos foram realizados com cadências fixas e em máximo esforço, e não foram encontrados estudos que analisassem os efeitos de diferentes equipamentos em intensidades fisiológicas (Black 2005; Pinto et al., 2011; Colado et al., 2013; Borreani et al., 2014). Além destas pesquisas que analisaram variáveis fisiológicas (ativação muscular), não foram encontrados estudos na literatura que comparassem a força de reação do solo de exercícios de hidroginástica com e sem equipamentos.

É importante ressaltar que na prática de hidroginástica são realizados diferentes exercícios, com e sem equipamentos e nas mais diversas intensidades de execução, sendo assim, se torna importante o estudo sobre a magnitude das cargas que são impostas no ambiente aquático. Neste sentido, além de serem analisadas as respostas biomecânicas que ocorrem dentro d'água, também se faz necessário o aprofundamento das análises dos exercícios neste ambiente, como por exemplo avaliando a ativação muscular em diferentes situações e intensidades. Este maior conhecimento das respostas biomecânicas e fisiológicas que ocorrem durante os exercícios de hidroginástica pode aperfeiçoar uma prescrição segura desta atividade

Sendo assim, devido ao grande crescimento e procura desta atividade por mulheres e também à necessidade de se ter uma melhor prescrição dos exercícios, elaborou-se o seguinte problema: “Quais são as respostas biomecânicas e neuromusculares de um exercício de hidroginástica, em diferentes intensidades de execução, com e sem equipamentos, realizados por mulheres?”

1.1 OBJETIVO

1.1.1 OBJETIVOS GERAIS

- Determinar e comparar as respostas de ativação muscular e força de reação do solo de um exercício de hidroginástica, executado em diferentes intensidades, com e sem equipamentos.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Amplitude do sinal eletromiográfico dos músculos: gastrocnêmio lateral (GL), tibial anterior (TA), reto femoral (RF) e bíceps femoral (BF) de um exercício de hidroginástica, executado em diferentes intensidades, com e sem e equipamentos;
- Determinar e comparar o pico da força de reação do solo vertical (FRS) relativizado pelo peso corporal de fora d'água de um exercício de hidroginástica, executado em diferentes intensidades, com e sem e equipamentos;
- Impulso da força de reação de reação vertical do solo (IMP) de um exercício de hidroginástica, executado em diferentes intensidades, com e sem e equipamentos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RESPOSTAS DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO DOS EXERCÍCIOS AQUÁTICOS

Os aspectos biomecânicos vem sendo estudados principalmente nas atividades aquáticas, como a caminhada ou corrida em piscina rasa, e existem vários aspectos que podem influenciar as forças de reação do solo envolvidas durante estes exercícios. Tanto a velocidade de execução quanto a profundidade podem acarretar diferentes valores de FRS (Nakazawa et al., 1994; Barela & Duarte 2008; Hauptenthal et al., 2010; Hauptenthal et al., 2012) sendo que, quando um exercício é realizado em uma maior velocidade, a tendência é de que os valores de FRS sejam mais elevados, além disso, com a diminuição da profundidade em que o indivíduo está imerso, também ocorre um aumento dos valores de FRS.

Harrison et al. (1992), foram os pioneiros a analisarem a caminhada aquática, com o intuito de auxiliar a hidroterapia e a reabilitação dentro d'água. Neste estudo, foram analisadas as FRS durante a caminhada em piscina rasa nas profundidades correspondentes à vértebra C7 e no processo xifoide, em duas velocidades: lenta e rápida. Os resultados demonstraram que há uma redução do peso hidrostático em relação às diferentes profundidades analisadas, na profundidade C7 houve redução do peso hidrostático de 85% e no processo xifoide de 71%. Apesar de este ser um estudo mais simples, ele precedeu outras pesquisas que também analisaram qual é a sobrecarga obtida dentro d'água, se tornando uma ferramenta de estudo importante para o estudo das características biomecânicas dos exercícios.

Seguindo esta mesma linha de estudo, Nakazawa et al. (1994), analisaram a FRS, FRS média (FRSm), impulso (IMP) e fase de suporte durante a caminhada em velocidade confortável na terra e na água, em diferentes profundidades: 0,4; 0,7; 1 m e 1,2 m. A FRS corrigida pelo peso corporal dos sujeitos fora d'água (G) diminuiu cerca de 50% na profundidade de 1,2 m quando comparada à 0,4 m. Além disso, o tempo da fase de suporte aumentou gradativamente com o aumento da profundidade. Os valores

de IMP diminuíram com o aumento da profundidade, entretanto, ao contrário da FRS, os resultados foram maiores dentro d'água do que na terra. Estes maiores valores de IMP nas menores profundidades devem ser devido ao fato de que para realizar o exercício de caminhada, é necessário um maior IMP para se deslocar à frente.

Além da profundidade, outro aspecto que pode influenciar os valores de FRS é a velocidade. No estudo de Myioshi et al. (2004), foi analisado o efeito da velocidade nos aspectos biomecânicos da caminhada em piscina rasa realizada em três velocidades: lenta, confortável e rápida. Sendo assim, foram encontrados aumentos dos valores de FRS de 20 a 30% G da situação lenta para a rápida. Segundo os autores, existe uma redução da FRS dentro d'água, entretanto, deve-se ter um cuidado ao utilizar velocidades mais rápidas visto que pode-se observar que esta velocidade acarreta em maiores valores de FRS.

Outro estudo que analisou o efeito da velocidade na caminhada aquática foi o de Roesler et al. (2006), que analisou a FRS durante a caminhada lenta e rápida em três níveis de imersão: processo xifóide, esterno e entre o processo xifóide e o esterno. Corroborando ao estudo citado anteriormente, a FRS foi aumentada quando a velocidade era incrementada da lenta para a rápida, apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas. Os menores valores de FRS foram encontrados na maior profundidade (esterno) e os maiores valores (cerca de 10% de aumento) no processo xifoide, que correspondia à menor profundidade de imersão.

A fim de analisar as diferenças da caminhada na terra e na água, Barela et al. (2006) analisaram as características biomecânicas de FRS e IMP da caminhada na água (no processo xifoide) e na terra, na velocidade considerada confortável. Os valores encontrados para FRS foram maiores no ambiente terrestre (1,27 PC) do que no aquático (1,03 PC) e os autores relatam que essa redução pode ser principalmente atribuída à uma menor velocidade de execução da caminhada neste ambiente, indicando assim, um impacto reduzido. Para a variável do IMP, foram encontrados maiores valores na água (0,2 PC.s) do que na terra (0,0 PC.s). Segundo os autores, este valor 0 do IMP fora d'água é devido à ausência de mudança de velocidade entre o início e o final da fase de suporte do sujeito. Entretanto, diferente da terra, dentro

d'água é necessário gerar um IMP para vencer a força de arrasto exercida pela água e se deslocar horizontalmente, mesmo que para manter uma velocidade constante.

Em um estudo subsequente, Haupenthal et al. (2010), também analisaram a FRS durante a corrida em velocidade auto-selecionada em piscina rasa com dois níveis de imersão (peito e quadril). Quando a corrida era realizada no nível de imersão do peito, os valores correspondiam à 0,8 G e à 0,98 G na profundidade do quadril. Devido ao fato de que a velocidade era auto-selecionada, os sujeitos acabavam aumentando a velocidade quando a corrida era realizada no nível de imersão do quadril, sugerindo que não foram encontradas diferenças significativas entre as profundidades pois houve variabilidade da velocidade. Corroborando aos estudos já citados, os resultados desta pesquisa demonstram que não somente o nível de imersão, mas também a velocidade de execução da corrida podem aumentar ou diminuir a sobrecarga dentro d'água. Em um outro estudo de Haupenthal et al. (2012), a caminhada dentro d'água executada por homens e mulheres foi analisada nas velocidades lenta e rápida nas profundidades de imersão do quadril e do peito. A FRS na velocidade lenta chegou à 0,69 G para os homens na profundidade do peito e 0,87 G para as mulheres nesta profundidade. Já para a velocidade rápida foram encontrados os maiores valores dos homens na profundidade do quadril, chegando aos valores de 0,97 G, e à 1,16 G para as mulheres. Isto reforça o fato de que a velocidade, o gênero e profundidade podem influenciar os componentes biomecânicos dentro d'água, tendo que ser levados em consideração para uma prescrição adequada da caminhada.

Além da caminhada/corrída dentro d'água, a hidroginástica é uma das atividades mais procuradas atualmente pelos praticantes de atividades aquáticas, e esta é composta por exercícios com deslocamento prioritariamente vertical, com transferência do peso entre os membros inferiores. A FRS acarretada por esta atividade, nas articulações de quem a pratica, pode ser influenciada por diversos aspectos, sendo eles a velocidade de execução, a profundidade de imersão do sujeito na água e também o exercício que está sendo executado.

Uns dos precursores no estudo da FRS e IMP de exercícios de hidroginástica foram Krueel et al. (2001). Nesta pesquisa, foi analisado o componente biomecânico a

partir da execução de cinco exercícios de hidroginástica: Garça, Lagosta, Jacaré I e II e Pelicano, fora d'água (F), dentro d'água na profundidade na cicatriz umbilical (PCU) e na profundidade dos ombros (PO). Foram encontrados maiores valores de FRS e IMP na situação F quando comparada às outras (PCU e PO). Em relação aos exercícios, não foram encontradas diferenças significativas para os cinco exercícios analisados, demonstrando que todos acarretam uma FRS e IMP semelhantes, sendo assim, foi realizada uma média entre os valores dos cinco exercícios para as comparações. Para a FRS, fora d'água os exercícios acarretaram em valores médios de $204,09 \pm 68,31$ % do peso corporal (%PC) e dentro d'água na PCU e PO a FRS foi de $60,55 \pm 18,13$ %PC e $49,77 \pm 13,64$ %PC, respectivamente, demonstrando uma diferença significativa entre os valores de dentro e fora d'água, sem diferença entre as profundidades de imersão. Já quando analisamos o IMP, fora d'água ocorreu uma média de $62,02 \pm 21,50$ e dentro d'água na PCU e PO foi de $18,29 \pm 4,14$ e $13,64 \pm 3,37$, respectivamente.

Posteriormente, as variáveis de FRS e IMP também foram analisadas por Zaffari (2012). Neste estudo, foram utilizados os exercícios corrida (CO), chute (CH), deslize frontal (DF), corrida posterior (CP), elevação posterior (EP) e saltito anterior (SA), que foram executados por mulheres pós-menopáusicas, nas cadências 80, 100 e 120 bpm. Em relação às diferentes intensidades analisadas, foram encontradas diferenças significativas, com maiores valores para a cadência 120 bpm, seguida de 100 bpm e com menores valores para a cadência 80 bpm independente do exercício executado. A CO e CH obtiveram os maiores valores de FRS em todas as intensidades analisadas, sendo que na intensidade de 120 bpm os valores encontrados foram de $0,76 \pm 0,07$ G e $0,8 \pm 0,19$ G, respectivamente. Já a CP, EP e DF obtiveram os valores mais intermediários, mais próximos de 0,5 G na intensidade de 80 bpm e próximos de 0,7 G em 120 bpm. O exercício de SA obteve os valores mais baixos para a FRS, sendo $0,21 \pm 0,05$ G na intensidade 80 bpm, $0,27 \pm 0,07$ G em 100 bpm e $0,38 \pm 0,13$ G em 120 bpm. Para o IMP, verificou-se que para os exercícios CO, CH, CP e EP o fator cadência apresentou influência significativa, com diferenças entre todas as cadências, com maiores valores para 80 bpm. De uma forma geral, em todas as cadências os exercícios EP e CH obtiveram os maiores valores de IMP (80 bpm: $124,2 \pm 39,28$ N.s

na EP e $133,22 \pm 30,34$ N.s no CH) e o SA obteve os menores valores (120 bpm: $58,87 \pm 18,57$ N.s) e os demais exercícios obtiveram valores intermediários.

Em um estudo subsequente sobre as influências do gênero, cadência e nível de imersão, Fontana et al. (2012), analisaram a FRS da CO. As intensidades selecionadas foram: cadência de 90, 110 e 130 bpm e as profundidades foram definidas no processo xifoide e crista ilíaca dos sujeitos. Não foram encontradas diferenças significativas entre os gêneros, sendo assim, foi realizada uma análise sobre os efeitos do nível de imersão e velocidade. Não foram observadas diferenças entre as cadências 110 e 130 bpm ($1,09 \pm 0,21$ G à $1,12 \pm 0,21$ G na profundidade do processo xifóide e $1,29 \pm 0,23$ G à $1,34 \pm 0,29$ G na crista ilíaca). Além disso, um dos principais achados do estudo foi de que os valores de FRS eram reduzidos com o aumento da profundidade de imersão, para todas as cadências. Entretanto, apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas entre as cadências mais rápidas (110 e 130 bpm), houve uma tendência de aumento com o aumento da velocidade.

Alberton et al. (2013), também analisaram a FRS e IMP de exercícios de hidroginástica na terra e na água, sendo que os exercícios analisados foram o DF, CO e CH, nas intensidades do primeiro e segundo limiar ventilatório e no máximo esforço. Os três principais efeitos que foram analisados (ambiente, intensidade e exercício) foram significativos para a FRS e obtiveram interação, demonstrando que o padrão do pico da FRS depende da combinação destes três fatores. Para todas as cadências e exercícios, foram encontrados menores valores de FRS na água. Neste ambiente, foram encontrados os menores valores para o exercício DF, seguido de CO, com os maiores valores para o CH, chegando em até $1,16 \pm 0,21$ G no máximo esforço. Em relação ao IMP, os dois ambientes apresentaram padrões semelhantes, com os valores diminuindo significativamente com o aumento de intensidade e com maiores valores quando o exercício era executado na terra, sendo que no primeiro limiar ventilatório, que correspondia à menor intensidade, os valores de IMP na terra foram de aproximadamente 320 N.s na CO, 350 N.s no CF e 250 N.s no DF e na água foram de 100, 100 e 50 N.s, respectivamente. Além disso, todos os valores do exercício DF foram menores.

Em um estudo mais recente, Bagatini (2013) analisou FRS e IMP de 9 exercícios de hidroginástica: CO, CH, DF, DL, CP, EP, SA, Saltito adutor (SAd) e Elevação lateral (EL), realizados por mulheres jovens nas intensidades de 80, 100 e 120 bpm. Como resultado foi observado que a FRS foi significativamente menor para a cadência 80 bpm, exceto para o exercício de SAd. Além disso, não foram encontradas diferenças significativas entre as cadências 100 e 120 bpm, exceto para o EL. Já em relação aos exercícios, o SAd, SA e DL obtiveram os menores valores de FRS e os exercícios CP, CH e EP obtiveram os maiores valores de FRS. Em relação ao IMP, a cadência de 80 bpm obteve os maiores valores, seguida de 100 bpm e 120 bpm, e os exercícios CP, CH, EP e EL obtiveram os maiores valores e o DL e SAd os menores. Os resultados corroboraram ao estudo de Zaffari (2012), onde foram encontrados menores resultados de FRS para os exercícios bipodais quando comparados aos unipodais.

Em um estudo de Alberton et al. (2014a), foi investigada a FRS a partir da execução de três exercícios: CO, CH e DF, em três intensidades: correspondentes ao primeiro e segundo limiar ventilatório (LV1 e LV2) e máximo esforço (MAX). A FRS foi significativamente menor no LV1 comparado às outras intensidades, sem diferenças entre LV2 e MAX, além disso, o exercício DF acarretou menores valores de FRS, independentemente da intensidade em que era executado. Os autores sugerem que os menores valores para DF são devido à característica do exercício, visto que a transferência de peso durante a execução do exercício é através de um deslize, em contraste com a CO e CH que necessitam de um saltito para que ocorra a transferência de peso.

Em uma pesquisa conduzida por Alberton et al. (2014b), possivelmente uma sequência do estudo de Alberton et al. (2013), foram analisados o pico da FRS e o IMP durante a execução de seis exercícios: CH, CO, DF, DL, SAd e Saltito abductor (Sab), executados nas intensidades LV1 e LV2 de cada sujeito, na terra e na água. Em relação à comparação entre meios, todos os valores de IMP e FRS foram maiores para o ambiente terrestre, o que comprovou a hipótese dos autores. Quando analisamos os resultados encontrados dentro d'água, para todos os exercícios estudados, foram encontrados valores significativamente menores de FRS quando os exercícios eram

realizados na intensidade LV1 comparada à LV2. Quando analisados os diferentes exercícios, CH e CO apresentaram maiores valores quando comparados aos outros no LV1 e o exercício SAd obteve os menores valores nesta intensidade. A CO, CH e SAb apresentaram maiores valores na intensidade LV2 e não diferiram entre si. Além disso, DF, DL e SAd apresentaram os valores mais baixos nesta intensidade. Em relação ao IMP, o exercício SAb demonstrou não haver diferença significativa entre as intensidades, enquanto os demais exercícios apresentaram uma redução significativa de LV1 para LV2. Os resultados deste estudo demonstram que a FRS é maior nos exercícios CH e CO para as duas intensidades e os valores na intensidade correspondente ao LV1 são menores quando comparados à intensidade LV2, sendo que com o IMP ocorreu o contrário, os maiores valores foram encontrados na intensidade corresponde à LV1. Neste estudo também foi possível observar que com o aumento da intensidade, aumentam os valores de FRS e diminuem os valores de IMP, semelhante ao estudo de Zaffari (2012) e Bagatini (2013).

O estudo mais recente encontrado na literatura foi o de Brito-Fontana et al. (2015), que analisou a FRS do exercício CO. Nesta pesquisa, o exercício foi executado em máxima esforço na terra, e dentro d'água nas profundidades de imersão: peito e quadril. Foram encontrados valores significativamente maiores para o ambiente terrestre ($2,98 \pm 0,37$ G), seguido da profundidade do quadril ($1,96 \pm 0,31$ G) e do peito ($1,25 \pm 0,19$ G). Estes resultados demonstram que em MAX, há diferença de FRS entre as profundidades no ambiente aquático, com menores valores para a profundidade do ombro.

Em relação a FRS de exercícios de hidroginástica executados com equipamentos, os estudos de Triplet et al. (2009) e Colado et al. (2010) analisaram exercícios pliométricos (salto) dentro d'água e analisaram a FRS que os mesmos acarretavam com e sem equipamentos. Triplet et al. (2009) analisou a força de impacto de um exercício pliométrico em uma perna só, fora d'água, dentro d'água com e sem RE nas mãos, sendo que a intensidade foi considerada a mesma em que os sujeitos utilizariam em uma sessão de treinamento (os mesmos eram atletas). Nesta pesquisa, foram encontrados menores valores para os saltos dentro d'água e

diferenças significativas entre as situações do salto com e sem RE, com menores valores para RE. Os autores sugerem que os menores valores de impacto com RE podem ser explicado devido ao aumento da força de arrasto, que auxiliaria, junto com a flutuabilidade, a descida do corpo após o salto de forma mais lenta, assim diminuindo o impacto da perna no chão. Em outro estudo com saltos, Colado et al. (2010) analisou o *Squat jump* (salto com as duas pernas) fora d'água, dentro d'água com e sem RE nos mãos, sendo que a intensidade foi considerada a mesma em que os sujeitos utilizariam em uma sessão de treinamento (os mesmos eram atletas). Neste estudo, além de terem sido encontrados valores de impacto menores na água, não foram encontradas diferenças entre o salto com e sem RE. Neste estudo os autores sugerem que o equipamento resistivo não teve resistência contra a água suficiente para reduzir o impacto durante o salto com as duas pernas.

Estas pesquisas que compararam diferentes exercícios, intensidades ou diferentes profundidades, reforçam o fato de que todos estes componentes que serão selecionados são fundamentais para a prática da hidroginástica, visto que eles podem acarretar em diferentes respostas de FRS e IMP. Por exemplo, exercícios realizados em menor profundidade, maiores velocidades e com apoio unipodal, tendem a gerar maiores valores de FRS e exercícios em maior profundidade, menores velocidades e com apoio bipodal tendem a gerar menores valores de FRS, enquanto exercícios com maior tempo de contato com o solo e maior força tendem a gerar maiores valores de impulso.

Quadro 1: Principais estudos de FRS com exercícios de hidroginástica

Estudo	Amostra (média de idade ± desvio padrão)	Exercícios	Variáveis	Ambiente	Velocidade	Resutados
Kruel (2001)	23 mulheres (54 ±11,16 anos)	CO, CP, CPC, EL e COB	FRS	Aquático (Imersão no umbigo e ombros) e terrestre	Confortável	<p>Terra Ombro Cicatriz umbilical</p> <p>CO 193,99±74,73 52,01±19,8 66,36±23,20% PC</p> <p>COB 199,9±75,52 56,88±14,0 62,39±16,80% PC</p> <p>CP 242,98±47,36 48,71±13,2 65,14±18,42% PC</p> <p>CPC 202,28±86,15 48,43±8,84 58,02±12,11% PC</p> <p>EL 175,27±74,28 40,75±7,72 47,80±19,90% PC</p>
Zaffari (2012)	12 mulheres (52,7 ± 2,57 anos)	CO, CH, DF, SA, EP e CP	FRSv	Aquático (Imersão no processo xifóide)	Cadências: 80, 100 e 120 bpm	<p>CO</p> <p>80 bpm: 0,59±0,13 G 100 bpm:0,78±0,18 G 120 bpm:0,80±0,19 G</p> <p>CH</p> <p>80 bpm: 0,64±0,08 G 100 bpm:0,75±0,13 G 120 bpm:0,76±0,07 G</p> <p>DF</p> <p>80 bpm: 0,49±0,20 G 100 bpm:0,61±0,13 G 120 bpm: 0,65±0,17G</p> <p>SA</p> <p>80 bpm: 0,21±0,05 G 100 bpm:0,27±0,07 G 120 bpm:0,38±0,13 G</p> <p>EP</p> <p>80 bpm: 0,56±0,14 G</p>

						100 bpm:0,74±0,14 G 120 bpm:0,77±0,15 G CP 80 bpm: 0,57±0,14 G 100 bpm: 0,68±0,16 G 120 bpm: 0,73±0,18 G
Fontana et al. (2012)	11 homens (24,0 ± 3,0 anos) e 11 mulheres (23,0 ± 2,5 anos)	CO	FRSv, FRS _A e FRS _P	Terrestre e aquático (Imersão no processo xifóide)	90, 110 e 130 bpm	FRSv Terra Peito Quadril 90 bpm: 1,80±0,17 0,98±0,22 1,12±0,20 G 110 bpm:1,94±0,30 1,09±0,21 1,29±0,23 G 130 bpm:2,11±0,30 1,12±0,21 1,34±0,29 G FRS _A Terra Peito Quadril 90 bpm: 0,11±0,03 0,10±0,04 0,11±0,03 G 110 bpm:0,11±0,03 0,09±0,04 0,14±0,06 G 130 bpm:0,11±0,04 0,07±0,04 0,12±0,04 G FRS _P Terra Peito Quadril 90 bpm: 0,06±0,01 0,06±0,03 0,07±0,02 G 110 bpm:0,06±0,01 0,07±0,03 0,09±0,03 G 130 bpm:0,07±0,02 0,07±0,03 0,07±0,03 G
Alberton et al. (2013)	15 mulheres (23,2 ± 2,0 anos)	CO, CH e DF	FRSv	Terrestre e aquático (Imersão no processo xifóide)	Cadências correspondentes ao LV1, LV2 e MAX	Terra Água CO LV1: 1,45±0,21 0,87±0,24 G LV2: 1,90±0,40 1,10±0,23 G MAX: 2,46±0,46 1,18±0,21 G CH LV1: 1,45±0,16 0,92±0,20 G LV2: 1,80±0,23 1,13±0,19 G MAX: 2,20±0,37 1,16±0,21 G DF LV1: 1,33±0,09 0,71±0,15 G LV2: 1,53±0,13 0,85±0,16 G MAX: 1,79±0,15 0,87±0,20 G
Bagatini (2013)		CO, CH, DF, SA, EP,DL, EL, SAL e CP	FRSv	Aquático (Imersão no processo xifóide)	Cadências: 80, 100 e 120 bpm	CO 80 bpm: 0,55±0,13 G 100 bpm: 0,79±0,19 G 120 bpm: 0,93±0,33 G

						<p>CH</p> <p>80 bpm: 0,77±0,19 G</p> <p>100 bpm: 0,79±0,19 G</p> <p>120 bpm: 0,93±0,33 G</p> <p>DF</p> <p>80 bpm: 0,62±0,13 G</p> <p>100 bpm: 0,79±0,19 G</p> <p>120 bpm: 0,93±0,33 G</p> <p>DL</p> <p>80 bpm: 0,36±0,13 G</p> <p>100 bpm: 0,48±0,07 G</p> <p>120 bpm: 0,51±0,11 G</p> <p>Sad</p> <p>80 bpm: 0,47±0,11 G</p> <p>100 bpm: 0,79±0,20 G</p> <p>120 bpm: 0,50±0,08 G</p> <p>SA</p> <p>80 bpm: 1,23±0,05 G</p> <p>100 bpm: 0,32±0,11 G</p> <p>120 bpm: 0,44±0,15 G</p> <p>EL</p> <p>80 bpm: 0,62±0,15 G</p> <p>100 bpm: 0,79±0,20 G</p> <p>120 bpm: 0,89±0,23 G</p> <p>EP</p> <p>80 bpm: 0,74±0,09 G</p> <p>100 bpm: 0,92±0,15 G</p> <p>120 bpm: 0,99±0,19 G</p> <p>CP</p> <p>80 bpm: 0,75±0,13 G</p> <p>100 bpm: 0,99±0,19 G</p> <p>120 bpm: 1,05±0,20 G</p>
--	--	--	--	--	--	--

Alberton et al. (2014a)	12 mulheres (23,4 ± 2,1)	CO, CH, DF, DL, SAL e Sab	FRSv	Terrestre e aquático (Imersão no processo xifóide)	Cadências correspondentes ao LV1 e LV2	<p>Terra</p> <p>Água</p> <p>CO</p> <p>LV1: 1,47±0,18 0,88±0,26 G</p> <p>LV2: 1,97±0,37 1,10± 0,25 G</p> <p>CH</p> <p>LV1: 1,45±0,13 0,92±0,20 G</p> <p>LV2: 1,83±0,23 1,13±0,19 G</p> <p>DF</p> <p>LV1: 1,32±0,10 0,72±0,14 G</p> <p>LV2: 1,53±0,13 0,88±0,14 G</p> <p>DL</p> <p>LV1: 1,12±0,21 0,63±0,20 G</p> <p>LV2: 1,35±0,35 0,75±0,18 G</p> <p>SAL</p> <p>LV1: 1,23±0,31 0,51±0,12 G</p> <p>LV2: 1,53±0,13 0,77±0,19 G</p> <p>Sab</p> <p>LV1: 1,33±0,30 0,72±0,21 G</p> <p>LV2: 1,31±0,25 0,94±0,30 G</p>
Alberton et al. (2014b)	12 mulheres (23,8 ± 2,2 anos)	CO, CH e DF	FRSv	Aquático (Imersão no processo xifóide)	Cadências correspondentes ao LV1, LV2 e MAX	<p>CO</p> <p>LV1: 0,87±0,24 G</p> <p>LV2: 1,10±0,23 G</p> <p>MAX:1,18±0,21 G</p> <p>CH</p> <p>LV1: 0,92±0,20 G</p> <p>LV2: 1,13±0,19 G</p> <p>MAX:1,16±0,21 G</p> <p>DF</p> <p>LV1: 0,71±0,15 G</p> <p>LV2: 0,85±0,16 G</p> <p>MAX:0,87±0,20 G</p>

Brito-Fontana et al. (2015)	16 homens 16 mulheres (24,0 ± 4,0 anos)	CO	FRSv	Terrestre e aquático (Imersão no peito e quadril)	MAX	Terra 2,98±0,37	Peito 1,97±0,31	Quadril 1,25±0,19 G
-----------------------------	---	----	------	--	-----	--------------------	--------------------	------------------------

Legendas: FRS_A: força de reação do solo anterior; FRS_P: força de reação do solo posterior; FRS_v: força de reação do solo; CAD_{MAX}: cadência máxima; G = Força de reação do solo vertical corrigida para o peso; bpm: batidas por minuto; LV1:Primeiro limiar ventilatório; LV2: Segundo limiar ventilatório; MAX: máximo esforço; CO: Corrida, COB: Corrida baixa, CH: Chute, CP: Corrida Posterior, CPC: Corrida posterior baixa, DF: Deslize Frontal, DL: Deslize Lateral, SA: Saltito Anterior, SAL: Saltito Lateral, EL: Elevação Lateral, EP: Elevação Posterior, PC: Peso corporal, SAL: Saltito lateral; Sab: Saltito Abdutor.

2.2 RESPOSTAS ELETROMIOGRÁFICAS DOS EXERCÍCIOS AQUÁTICOS

Além das variáveis biomecânicas e cardiorrespiratórias das atividades aquáticas, uma análise da ativação muscular que ocorre durante estas atividades também tem sido estudada. Inicialmente, os exercícios aquáticos eram indicados principalmente para reabilitação e terapia, e isto se deve as propriedades físicas da água, que geram menores sobrecargas articulares do que na terra (Harrison et al., 1992). Um dos primeiros estudos que analisou a atividade muscular durante a execução do exercício de flexão e extensão do joelho com equipamento de resistência foi o de Poyhonen et al. (2001), que analisaram a ativação muscular dos músculos vasto medial (VM), vasto lateral (VL) e bíceps femoral (BF) deste movimento dentro de uma piscina rasa e em ambiente terrestre. O padrão da ativação muscular demonstrou uma diminuição rápida na contração concêntrica dos agonistas com coincidente ativação dos antagonistas, e esta situação não ocorreu na terra, visto que a coativação dos antagonistas foi baixa. Além disso, a utilização do equipamento *Hydro Boot* acarretou em maiores valores de ativação durante a extensão, comparando à situação sem equipamento dentro d'água. Como já esperado pelos autores, os valores na terra foram significativamente maiores que na água, entretanto, durante a flexão de joelho com equipamento não houve diferença na ativação entre os dois ambientes. Estes achados demonstram que este exercício na água pode estimular a melhora da capacidade funcional e desempenho do sistema neuromuscular.

Masumoto et al. (2004), realizaram um estudo com o objetivo de descrever a ativação muscular (percentual da contração voluntária isométrica máxima – CVM) que ocorre durante a caminhada na água. Esta pesquisa avaliou a ativação eletromiográfica dos músculos reto femoral (RF), glúteo médio (GL), vasto medial (VL), tibial anterior (TA), reto abdominal (RA), BF e músculos paraespinhais (MP) durante a caminhada em esteira subaquática com ou sem fluxo de água. A ativação muscular obtida dentro d'água para todos os músculos analisados foi considerada menor do que quando realizada na terra. Além disso, ocorreu uma maior ativação muscular quando o exercício era realizado com fluxo de água. Em outro estudo conduzido por Masumoto et al. (2007), onde também foram analisados músculos dos membros inferiores (RF,

BF, VM e gastrocnêmio) durante a caminhada na água e na terra, foram encontrados valores significativamente menores na água do que na terra, quando a velocidade não era controlada. Entretanto, quando a caminhada era realizada na mesma velocidade que a na terra, foram encontrados maiores valores de EMG na água para todos os músculos analisados. Isto demonstra que pode-se acarretar em maiores valores de EMG na água, depende da velocidade em que será executada a caminhada.

O estudo de Kaneda et al. (2007), comparou a EMG durante a caminhada em piscina rasa, em piscina funda e na terra. A ativação muscular dos músculos TA, sóleo (SO), gastrocnêmio medial (GM) e BF foi acessada afim de comparar as três diferentes situações de caminhada. Para a caminhada em piscina funda foram encontrados menores valores de ativação para os músculos SO e GM. Já o BF obteve maior ativação muscular durante a caminhada em piscina funda quando comparada à terra e à piscina rasa. Os autores atribuem a menor ativação do SO e GM na piscina funda devido à profundidade dos sujeitos na piscina, e os maiores valores do BF devido à uma maior flexão de joelho ou extensão do quadril durante este exercício neste ambiente.

Quando analisamos a ativação eletromiográfica dos exercícios de hidroginástica, o estudo de Alberton et al. (2011), verificou a influência do meio terrestre e aquático e os efeitos da velocidade de execução na ativação muscular durante a realização do exercício de hidroginástica CO. As intensidades utilizadas foram as cadências de 60, 80 e 120 bpm e o máximo esforço (MAX) e os músculos analisados foram o RF, BF, semitendinoso (ST) e vasto lateral (VL). As respostas neuromusculares demonstraram não haver um aumento significativo entre as cadências submáximas para todos os músculos, entretanto, houve diferença significativa entre as cadências submáximas e a intensidade correspondente ao máximo esforço. Isso demonstra que somente a intensidade do máximo esforço foi suficiente para acarretar uma maior atividade muscular durante o exercício da corrida. Já em outro estudo mais amplo, Alberton et al. (2011) aprofundou o estudo da EMG dos músculos previamente citados além do tibial anterior (TA) e gastrocnêmio lateral (GL), durante a realização de três exercícios: CO, CH e DF, nas intensidades referentes ao primeiro limiar ventilatório, segundo limiar ventilatório e máximo esforço. Foram encontrados maiores valores de ativação

muscular para os músculos RF, ST, VL, BF e GL para o exercício CH e menores para a CO, ao contrário do músculo TA que apresentou maiores valores para o DF. Além disso, foram encontradas diferenças significativas para todos os grupos musculares em relação às três intensidades. Pode-se observar que o exercício CH obteve uma maior ativação muscular quando comparado aos outros exercícios, e isto pode se atribuir à grande área projetada durante a execução do mesmo, necessitando de uma maior ativação muscular para vencer a resistência da água.

Em um estudo mais recente que comparou a ativação muscular de diferentes exercícios de hidroginástica, CO, CH e DF, Alberton et al. (2014a), nas intensidades: LV1, LV2 e MAX. Maiores valores de EMG foram encontrados para o exercício CH comparado à CO para os músculos RF e ST, e menores valores EMG foram encontrados para o exercício CO nos músculos VL e BF comparando-o com os outros exercícios. Quando analisado o músculo TA, foi encontrada uma diferença significativamente maior no DF comparado à CO. Para o músculo GL, foram encontradas diferenças, entre o DF e os outros exercícios, com menores valores para o deslize. Em relação às três intensidades, foram encontrados valores significativamente maiores com o aumento da intensidade, exceto para o músculo GL, visto que não foram encontradas diferenças entre as intensidades submáximas LV1 e LV2. Os achados deste estudo em relação ao exercício CO, com menores valores de ativação para este exercício, podem ser explicado à menor área projetada durante a execução deste movimento, quando comparado aos exercícios CH e DF, reduzindo a ativação muscular. Além disso, os resultados demonstram que maiores velocidades geram maior ativação muscular, ou seja, se o intuito é gerar uma sobrecarga neuromuscular maior, pode-se utilizar velocidades mais intensas.

Em relação à utilização de diferentes equipamentos de hidroginástica e a sua influência na ativação muscular, Black (2005), Pinto et al. (2011), Colado et al. (2013) e Borreani et al. (2014) analisaram diferentes exercícios em piscina rasa com a utilização de equipamentos flutuantes ou resistivos.

Black (2005), analisou a ativação neuromuscular dos músculos BF e RF durante exercício de flexão e extensão de quadril no meio aquático em quatro intensidades, 40, 60 e 80 bpm e MAX, nas situações SE e RE, sendo que nesta última situação, foi utilizado o mesmo equipamento que a presente pesquisa, o *Aquafins*. Para o músculo RF, foram encontradas diferenças entre as quatro intensidades para cada uma das situações, mas nesta pesquisa foram utilizadas intensidades mais baixas do que no presente estudo, visto que a média de cadência mais baixa de LV2 foi de 100 bpm para as situações RE e FL. Corroborando aos achados da presente pesquisa, foram encontrados maiores valores para o MAX, apesar de comparar com intensidades mais baixas, sempre houve aumento de ativação das cadências submáximas para MAX. O músculo BF não obteve diferença na ativação comparando SE e RE para todas intensidades, já na cadência de 40 e 80 bpm, o músculo RF gerou maior ativação com RE. A autora desta pesquisa sugere que a utilização de equipamento RE em MAX é uma boa alternativa, entretanto, acredito que é uma alternativa para variação de situações, visto que em MAX, o equipamento RE durante flexão e extensão de quadril não aumentará a ativação muscular, será a mesma que SE.

Pinto et al. (2011), analisaram as respostas neuromusculares do exercício de CO combinado à flexão e extensão de cotovelo, nas cadências de 80 e 100 bpm e MAX, com equipamentos resistivos (*Aquafins*) e flutuantes (material de EVA) nos tornozelos e punhos e sem equipamentos. Os músculos coletados e analisados foram o bíceps braquial (BB), tríceps braquial (TB), BF e RF. Não foram encontradas diferenças significativas para os músculos analisados entre as cadências submáximas, entretanto, foram encontradas diferenças em relação à estas cadências e ao máximo esforço, exceto para o TB que acarretou em valores semelhantes para a cadência de 100 bpm e MAX. Para as cadências submáximas, foi encontrado um padrão semelhante entre as duas cadências, exceto para o BF, que acarretou em maiores valores de ativação EMG em 100 bpm. Os resultados demonstram que para os músculos BB e RF, o exercício executado em qualquer situação gera uma atividade muscular semelhante. Em relação aos diferentes equipamentos, de uma maneira geral, não foram encontradas diferenças significativas para as situações com e sem equipamentos, exceto para o TB que obteve maior ativação EMG utilizando o equipamento flutuante e BF que obteve maior ativação

EMG com o equipamento resistivo na fase de extensão do quadril. Os resultados deste estudo sugerem que a intensidade MAX parece ser a melhor estratégia para otimizar a atividade neuromuscular dentro d'água, independente da utilização ou não de equipamentos. Em relação aos diferentes equipamentos, o TB parece otimizar a ativação muscular utilizando o equipamento flutuante e BF utilizando o equipamento resistivo.

Em um estudo que analisou a ativação EMG de membros superiores, músculos abdominal e lombar (estabilizadores), Colado et al. (2013), compararam a EMG durante o exercício de extensão do ombro em máxima velocidade, em duas profundidades de imersão distintas (processo xifoide e clavícula) e utilizando quatro equipamentos diferentes: *wetshapers* resistivos, luvas resistivas, halteres flutuantes (EVA) e flutuantes nos punhos (EVA). Os músculos analisados foram o latíssimo do dorso (LD), RA e eretor da espinha (EE). Quando o exercício foi executado com a profundidade no processo xifoide, não foram encontradas diferenças entre os equipamentos utilizados. Já quando compara-se as duas profundidades, o LD acarretou em maior EMG na profundidade do processo xifoide quando comparado à profundidade na clavícula. Sendo assim, se a intenção é otimizar a ativação muscular deste exercício, os autores sugerem que seja utilizada a profundidade do processo xifoide, e a utilização do equipamento não é relevante.

Em outro estudo que analisou diferentes equipamentos resistivos e flutuantes pequenos e grandes, Borreani et al. (2014), compararam a ativação EMG dos músculos adutor longo (AL), oblíquo externo do lado dominante (OD), oblíquo externo do lado não dominante (ON), RA e EE, durante a execução do exercício de adução do quadril na intensidade MAX. Contrariando a hipótese dos autores, não foram encontradas diferenças significativas entre os diferentes equipamentos utilizados, além disso, a ativação do ON é maior durante a execução do movimento, para que o corpo se estabilize durante o movimento. Estes dois estudos que compararam diferentes equipamentos, de Colado et al., 2013, e Borreani et al., 2014, sugerem que no máximo esforço independe o tipo de equipamento utilizado, mas deve-se salientar que a velocidade máxima de cada situação não foi comparada, ou seja, certos equipamentos

podem acarretar em menores velocidades de execução do movimento, gerando uma menor ativação muscular.

Quadro 2: Principais estudos de EMG com exercícios de hidroginástica

Estudo	Amostra (média de idade ± desvio padrão)	Exercícios e equipamentos	Variáveis	Velocidade	Resultados																																																															
Black (2005)	12 Mulheres (21,3 ± 1,3)	Flexão e extensão de quadril SE e com RE	%CVM RF e BF	40, 60 e 80 bpm e MAX	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"></th> <th style="width: 25%;">SE</th> <th style="width: 25%;">RE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">% CVM RF</td> </tr> <tr> <td>40 bpm:</td> <td>15,36 ± 4,42</td> <td>22,09 ± 5,44</td> </tr> <tr> <td>60 bpm:</td> <td>19,78 ± 12,00</td> <td>29,68 ± 3,57</td> </tr> <tr> <td>80 bpm:</td> <td>22,48 ± 48,97</td> <td>42,35 ± 13,87</td> </tr> <tr> <td>MAX:</td> <td>68,42 ± 20,67</td> <td>75,14 ± 30,39</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">% CVM BF</td> </tr> <tr> <td>40 bpm:</td> <td>13,47 ± 7,76</td> <td>16,48 ± 7,75</td> </tr> <tr> <td>60 bpm:</td> <td>15,40 ± 8,05</td> <td>17,40 ± 5,63</td> </tr> <tr> <td>80 bpm:</td> <td>21,07 ± 12,49</td> <td>34,93 ± 14,27</td> </tr> <tr> <td>MAX:</td> <td>72,46 ± 21,26</td> <td>78,76 ± 17,14</td> </tr> </tbody> </table>		SE	RE	% CVM RF			40 bpm:	15,36 ± 4,42	22,09 ± 5,44	60 bpm:	19,78 ± 12,00	29,68 ± 3,57	80 bpm:	22,48 ± 48,97	42,35 ± 13,87	MAX:	68,42 ± 20,67	75,14 ± 30,39	% CVM BF			40 bpm:	13,47 ± 7,76	16,48 ± 7,75	60 bpm:	15,40 ± 8,05	17,40 ± 5,63	80 bpm:	21,07 ± 12,49	34,93 ± 14,27	MAX:	72,46 ± 21,26	78,76 ± 17,14																														
	SE	RE																																																																		
% CVM RF																																																																				
40 bpm:	15,36 ± 4,42	22,09 ± 5,44																																																																		
60 bpm:	19,78 ± 12,00	29,68 ± 3,57																																																																		
80 bpm:	22,48 ± 48,97	42,35 ± 13,87																																																																		
MAX:	68,42 ± 20,67	75,14 ± 30,39																																																																		
% CVM BF																																																																				
40 bpm:	13,47 ± 7,76	16,48 ± 7,75																																																																		
60 bpm:	15,40 ± 8,05	17,40 ± 5,63																																																																		
80 bpm:	21,07 ± 12,49	34,93 ± 14,27																																																																		
MAX:	72,46 ± 21,26	78,76 ± 17,14																																																																		
Alberton et al. (2011)	12 mulheres (22,33 ± 0,57)	CO	%CVM ST, VL, RF e BF	60, 80 e 100 bpm e MAX	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"></th> <th style="width: 25%;">Terra</th> <th style="width: 25%;">Água</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">% CVM ST</td> </tr> <tr> <td>60 bpm:</td> <td>≅ 20</td> <td>≅ 15</td> </tr> <tr> <td>80 bpm:</td> <td>≅ 25</td> <td>≅ 20</td> </tr> <tr> <td>100 bpm:</td> <td>≅ 30</td> <td>≅ 20</td> </tr> <tr> <td>MAX:</td> <td>≅ 100</td> <td>≅ 110</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">% CVM VL</td> </tr> <tr> <td>60 bpm:</td> <td>≅ 20</td> <td>≅ 15</td> </tr> <tr> <td>80 bpm:</td> <td>≅ 25</td> <td>≅ 15</td> </tr> <tr> <td>100 bpm:</td> <td>≅ 40</td> <td>≅ 10</td> </tr> <tr> <td>MAX:</td> <td>≅ 85</td> <td>≅ 70</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">% CVM RF</td> </tr> <tr> <td>60 bpm:</td> <td>≅ 20</td> <td>≅ 10</td> </tr> <tr> <td>80 bpm:</td> <td>≅ 20</td> <td>≅ 10</td> </tr> <tr> <td>100 bpm:</td> <td>≅ 20</td> <td>≅ 15</td> </tr> <tr> <td>MAX:</td> <td>≅ 70</td> <td>≅ 50</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">% CVM BF</td> </tr> <tr> <td>60 bpm:</td> <td>≅ 30</td> <td>≅ 15</td> </tr> <tr> <td>80 bpm:</td> <td>≅ 30</td> <td>≅ 15</td> </tr> <tr> <td>100 bpm:</td> <td>≅ 30</td> <td>≅ 15</td> </tr> <tr> <td>MAX:</td> <td>≅ 60</td> <td>≅ 40</td> </tr> </tbody> </table>		Terra	Água	% CVM ST			60 bpm:	≅ 20	≅ 15	80 bpm:	≅ 25	≅ 20	100 bpm:	≅ 30	≅ 20	MAX:	≅ 100	≅ 110	% CVM VL			60 bpm:	≅ 20	≅ 15	80 bpm:	≅ 25	≅ 15	100 bpm:	≅ 40	≅ 10	MAX:	≅ 85	≅ 70	% CVM RF			60 bpm:	≅ 20	≅ 10	80 bpm:	≅ 20	≅ 10	100 bpm:	≅ 20	≅ 15	MAX:	≅ 70	≅ 50	% CVM BF			60 bpm:	≅ 30	≅ 15	80 bpm:	≅ 30	≅ 15	100 bpm:	≅ 30	≅ 15	MAX:	≅ 60	≅ 40
	Terra	Água																																																																		
% CVM ST																																																																				
60 bpm:	≅ 20	≅ 15																																																																		
80 bpm:	≅ 25	≅ 20																																																																		
100 bpm:	≅ 30	≅ 20																																																																		
MAX:	≅ 100	≅ 110																																																																		
% CVM VL																																																																				
60 bpm:	≅ 20	≅ 15																																																																		
80 bpm:	≅ 25	≅ 15																																																																		
100 bpm:	≅ 40	≅ 10																																																																		
MAX:	≅ 85	≅ 70																																																																		
% CVM RF																																																																				
60 bpm:	≅ 20	≅ 10																																																																		
80 bpm:	≅ 20	≅ 10																																																																		
100 bpm:	≅ 20	≅ 15																																																																		
MAX:	≅ 70	≅ 50																																																																		
% CVM BF																																																																				
60 bpm:	≅ 30	≅ 15																																																																		
80 bpm:	≅ 30	≅ 15																																																																		
100 bpm:	≅ 30	≅ 15																																																																		
MAX:	≅ 60	≅ 40																																																																		
Pinto et al. (2011)	15 mulheres	CO com flexão e	% CVM	80 bpm, 100	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">SE</th> <th style="width: 33%;">RE</th> <th style="width: 33%;">FL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	SE	RE	FL																																																												
SE	RE	FL																																																																		

	(23,33 ± 0,51)	extensão de cotovelos SE, com FL e RE nos membros superiores e inferiores	BB, TB, RF e BF	bpm e MAX	<p>% CVM BF</p> <p>80 bpm: ≅ 20 ≅ 20 ≅ 20</p> <p>100 bpm: ≅ 20 ≅ 20 ≅ 20</p> <p>MAX: ≅ 60 ≅ 60 ≅ 60</p> <p>% CVM TB</p> <p>80 bpm: ≅ 20 ≅ 30 ≅ 40</p> <p>100 bpm: ≅ 40 ≅ 30 ≅ 40</p> <p>MAX: ≅ 60 ≅ 50 ≅ 60</p> <p>% CVM RF</p> <p>80 bpm: ≅ 15 ≅ 15 ≅ 10</p> <p>100 bpm: ≅ 10 ≅ 10 ≅ 10</p> <p>MAX: ≅ 35 ≅ 35 ≅ 35</p> <p>% CVM BF</p> <p>80 bpm: ≅ 20 ≅ 30 ≅ 20</p> <p>100 bpm: ≅ 30 ≅ 30 ≅ 30</p> <p>MAX: ≅ 100 ≅ 90 ≅ 90</p>
Colado et al. (2013)	23 homens (23,2 ± 1,18)	Flexão e extensão de ombros com FL e RE (pequenos e grandes)	% CVM LD, RA e EE	MAX	<p>SAr LA HF TE</p> <p>% CVM LD</p> <p>MAX: 73,03±10,3 79,94±10,3 71,85±11,2 79,34±9,9</p> <p>% CVM RA</p> <p>MAX: 56,47±9,6 55,10±10,6 41,99±7,2 70,11±13,7</p> <p>% CVM EE</p> <p>MAX: 20,63±2,7 26,47±4,34 20,53±2,9 23,39±3,4</p>
Borreani et al. (2014)	24 homens (23,2 ± 1,18)	Adução e abdução de quadril com FL e RE (pequenos e grandes)	% CVM AL, OEI, OEC, RA e EE	MAX	<p>BA AQ BF SF</p> <p>% CVM AL</p> <p>MAX: 43,61±8,2 36,10±6,8 35,87±7,2 48,21±9,39</p> <p>% CVM RA</p> <p>MAX: 13,61±3,0 13,22±2,2 11,84±3,2 20,95±5,7</p> <p>% CVM OEI</p>

					MAX: 43,61±8,2 36,10±6,8 35,87±7,2 48,21±9,39 % CVM OEC MAX: 43,61±8,2 36,10±6,8 35,87±7,2 48,21±9,39 % CVM RA MAX: 43,61±8,2 36,10±6,8 35,87±7,2 48,21±9,39 % CVM EE MAX: 43,61±8,2 36,10±6,8 35,87±7,2 48,21±9,39
Alberton et al. (2014a)	23,38 mulheres (23,8 ± 2,2)	CH, CO e DF	% CVM ST, VL, TA, GL, RF e BF		Terra Água CO LV1: 1,45±0,21 0,87±0,24 G LV2: 1,90±0,40 1,10±0,23 G MAX: 2,46±0,46 1,18±0,21 G

Legenda: AQ: Aquafins; BA: Bota de arrasto; BF: Bota flutuante; CO: corrida; CH: chute; DF: deslize frontal; RE: equipamento resistivo; FL: equipamento flutuante; % CVM: percentual da contração voluntária isométrica máxima; AL: adutor longo; BB: bíceps braquial; BF: bíceps femoral; EE: eretor da espinha; GL: gastrocnêmio lateral; HF: Halter flutuante; LA: Luvas de arrasto; LV1: primeiro limiar ventilatório; LV2: segundo limiar ventilatório; TA: tibial anterior; RA: reto abdominal; RF: reto femoral; SAR: Suporte de arrasto; MAX: máximo esforço; SF: Suporte flutuante; TA: Tornozeleira de eva flutuante.

A partir dos estudos pesquisados na literatura, os autores sugerem que a utilização de diferentes equipamentos (resistivos ou flutuantes) parece não influenciar a ativação muscular (Colado et al., 2013 e Borreani et al., 2014). Mas isto depende da característica do exercício e da intensidade, visto que no estudo de Pinto et al. (2011), foram encontradas maiores ativações EMG para o BF e TB com diferentes equipamentos. Devido à esta escassez de estudos que analisem diferentes intensidades, exercícios e equipamentos, torna-se importante um estudo que compare estas diferentes variáveis, visto que elas podem influenciar a ativação muscular durante a execução dos exercícios.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 *Amostra.*

A amostra foi composta por 12 mulheres jovens, com idade entre 20 e 35 anos, já ambientadas ao meio líquido, ausentes de doenças osteoarticulares, musculoesqueléticas, cardíacas e/ou pulmonares. A amostra foi selecionada de forma aleatória, a partir da divulgação do estudo em rede social (facebook), divulgação pelo campus olímpico da ESEFID-UFRS e por convite. Todas assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido previamente aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul de número 440.474 (ANEXO B)

3.1.1 *Cálculo do tamanho da amostra.*

Para o desenvolvimento do estudo, calculou-se o “n” amostral com base no estudo de Alberton et al. (2014a), que verificaram as respostas cinéticas e neuromusculares de diferentes exercícios de hidroginástica realizados em três intensidades de esforço por mulheres jovens. Optou-se por esse estudo para realização do cálculo amostral devido à semelhança do mesmo com alguns aspectos da abordagem metodológica que será descrita a seguir.

O cálculo foi realizado através do programa GPOWER versão 3.0.10 para Windows, no qual foi adotado um nível de significância de 0,05, um poder de 90%, e um coeficiente de correlação de 0,9 para todas as variáveis. O cálculo realizado demonstrou a necessidade de um “n” de no mínimo 12 indivíduos para as variáveis para as variáveis neuromusculares. Por meio desses dados, foi estabelecido um “n” amostral, para o presente estudo, de 12 indivíduos.

3.2 *Variáveis analisadas.*

3.2.1 *Variáveis dependentes:*

- Pico da força de reação do solo vertical (FRS) relativizado pelo peso corporal de fora d'água
- Impulso da força de reação de reação vertical do solo (IMP)
- Amplitude do sinal eletromiográfico do músculo: gastrocnêmio lateral (GL)
- Amplitude do sinal eletromiográfico do músculo: tibial anterior (TA)
- Amplitude do sinal eletromiográfico do músculo: reto femoral (RF)
- Amplitude do sinal eletromiográfico do músculo: bíceps femoral (BF)

3.2.2 *Variáveis independentes:*

- Intensidades:
 - Cadência correspondente ao segundo limiar ventilatório (LV2)
 - Máximo esforço (MAX)
- Situações:
 - Equipamento resistivo (RE)
 - Equipamento flutuante (FL)
 - Sem equipamento (SE)

3.2.3 *Variáveis de controle:*

- Temperatura da água mantida entre 30 e 31° C
- Profundidade de imersão mantida entre o processo xifoide e ombros
- Amplitude de movimento do exercício
- Ritmo de execução do exercício

3.2.4 Variáveis de caracterização da amostra:

- Idade
- Estatura
- Massa corporal
- Percentual de gordura
- Redução do peso hidrostático

3.3 Procedimentos de coleta de dados

3.3.1 Caracterização da amostra.

Foi realizada uma sessão para a caracterização da amostra, que foi realizada no Centro Natatório da Instituição, com o intuito de coletar os dados pessoais dos sujeitos. Sendo assim, foram coletados os dados de massa corporal e estatura através de uma balança (FILIZOLA; São Paulo, Brasil), com resolução de 100 g e um estadiômetro acoplado, com resolução de 1 mm, respectivamente. Após este procedimento, foi realizada a coleta das medidas de dobras cutâneas através de um plicômetro (LANGE, Cambridge Scientific Instruments, Cambridge, Reino Unido), sendo que as dobras coletadas foram: tricipital, subescapular, peitoral, axilar-média, supra-ilíaca, abdominal e coxa. Após a coleta das dobras cutâneas, foi estimada a densidade corporal a partir de um protocolo proposto por Jackson et al. (1980) e foi estimada a composição corporal através da fórmula de Siri apud Heyward & Stolarczyk (1996). O peso hidrostático foi medido a partir de uma plataforma de força dentro d'água (AMTI Net force) e este valor foi utilizado para aferição da redução do peso hidrostático, que refere-se à redução do peso dentro d'água em relação ao peso fora d'água (N).

3.3.2 Familiarização.

Na mesmo dia em que ocorreu a coleta dos dados pessoais, foi realizada uma sessão de familiarização com o exercício de chute, para que os indivíduos aprendessem a execução correta. Esta familiarização ocorreu na piscina do Centro Natatório da Instituição, mesmo local em que foi realizado o procedimento experimental.

3.3.3 Testes máximos:

A fim de determinar a variável independente da cadência correspondente ao segundo limiar ventilatório (LV2), foram realizadas três sessões de testes progressivos máximos em meio aquático. Estes testes ocorreram na piscina da Instituição, que tem as dimensões de 16 m X 9 m com temperatura controlada entre 30 e 31°C. O teste consistiu na realização do exercício de chute, sendo que em um dia foi realizado sem equipamentos, outro com equipamento resistivo nos tornozelos (tornozeleiras *Aquafins*) e outro dia com equipamento flutuante nos tornozelos (tornozeleiras de EVA), que são apresentadas na figura 1.



Figura 1 : Tornozeleira Aquafins e Tornozeleira de EVA.

O exercício de chute iniciava na posição inicial ortostática, com os braços ao lado do corpo. A primeira fase do exercício consistia na flexão do quadril até 45°, flexão seguida de extensão do joelho e flexão plantar do tornozelo direito. A segunda fase do exercício consistia na extensão do quadril, flexão inicial seguida de extensão do joelho e flexão dorsal do tornozelo direito. Os membros inferiores direito e esquerdo

realizavam o mesmo movimento alternadamente. Logo, este exercício apresenta apoio unipodal e uma fase de voo onde ocorre troca de apoio entre os pés direito e esquerdo (figura 2)



Figura 2 : Exercício de Chute (CH)

O teste foi controlado a partir de cadências gravadas em um notebook (marca Dell-Inspiron) e o mesmo iniciou em uma cadência de 80 bpm durante 3 minutos com incrementos de 10 bpm a cada 1 minuto, semelhante ao estudo de Alberton et al., (2014a), até a exaustão máxima voluntária ou até que o sujeito não conseguisse acompanhar o ritmo da cadência. Durante a realização dos testes máximos, as variáveis cardiorrespiratórias foram coletadas a cada 10 segundos, para análise do segundo limiar ventilatório (LV2). Foi utilizado um analisador de gases portátil do tipo caixa de mistura (VO2000, MedGraphics, Ann Arbor, Estados Unidos). O mesmo equipamento foi acoplado a um pneumotacógrafo de fluxo médio para a coleta dos dados, e este foi acoplado à uma máscara de neoprene que foi afixada no sujeito que realizou o teste. Além dos valores de VO_2 , a FC também foi coletada durante o teste, através de um frequencímetro (Polar, Kajaani, Finlândia)

3.3.3.1 Tratamento dos dados dos testes máximos.

O LV2 foi determinado por dois fisiologistas experientes e independentes. Para isto, foi utilizada a curva de ventilação (CV), obtida durante o teste máximo, através do segundo ponto de inflexão da curva. Após este procedimento de determinação dos limiares, o mesmo foi confirmado através da curva dos equivalentes ventilatórios de O₂ (Ve/VO₂) e de CO₂ (Ve/VCO₂). Após a determinação do segundo limiar ventilatório, foi verificada em qual cadência o indivíduo estava executando o exercício, a fim de determinar a cadência correspondente ao segundo limiar ventilatório (LV2).

3.3.4 Procedimento experimental.

Os sujeitos que participaram do estudo compareceram à mais uma sessão (além das sessões de testes máximos) para a coleta da contração voluntária isométrica máxima (CVM) e testes de eletromiografia (EMG) e força de reação do solo (FRS) dentro d'água.

3.3.4.1 Contração isométrica voluntária máxima.

No início da sessão de coletas, foi realizada a contração isométrica voluntária máxima dos músculos tibial anterior, gastrocnêmio, reto femoral e bíceps femoral.

Visto que no estudo de Pinto et al. (2010), não foram encontradas diferenças entre CVM dentro e fora d'água, a CVM fora d'água foi realizada para normalizar a EMG dos músculos analisados. Sendo assim, não se fez necessária a realização de CVM dentro d'água.

3.3.4.2 Preparação e localização dos eletrodos.

Para a preparação dos eletrodos que foram necessários para a mensuração do sinal EMG, foram seguidos os seguintes passos:

1. Verificada a localização dos quatro músculos a serem analisados: músculo reto femoral (Figura 3a), tibial anterior (Figura 3b), porção curta do bíceps femoral (Figura 3c) e gastrocnêmio lateral (Figura 3d), a partir das normas da Senian (*Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles, 2010*);

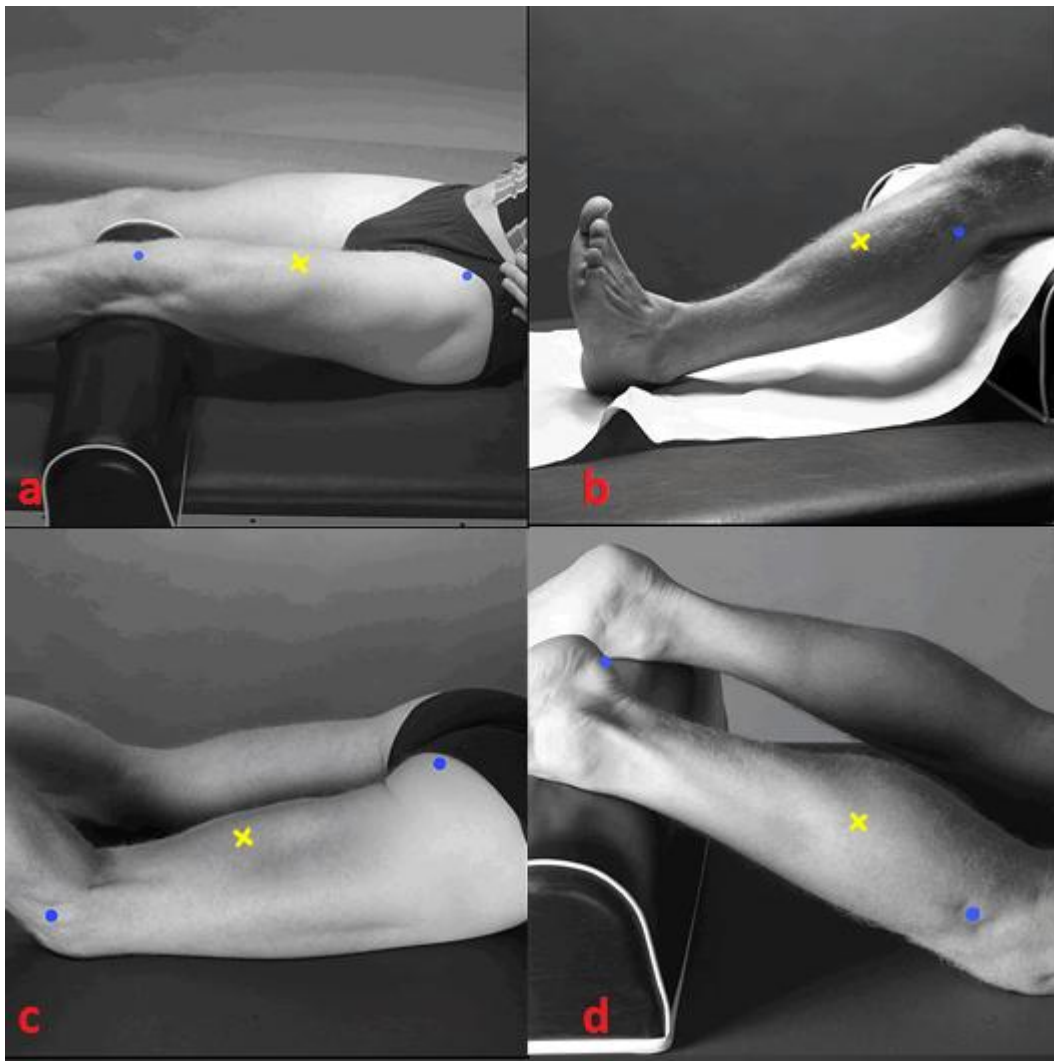


Figura 3: Posicionamento dos eletrodos para os músculos Reto Femoral (a), Tibial Anterior (b), Bíceps Femoral (c) e Gastrocnêmio lateral (d).

2. Foram removidos os pelos das superfícies musculares de interesse;
3. Foi realizada uma limpeza e abrasão da pele com algodão com álcool para o posicionamento dos eletrodos, retirando as células mortas e diminuindo a impedância da pele;
4. A seguir foram colocados eletrodos monopolares (Figura 4), com configuração bipolar, longitudinalmente à direção das fibras dos músculos;



Figura 4: Eletrodo

5. Por fim, foi posicionado um eletrodo de referência na clavícula, onde não há de sinal EMG.

Após finalizado o procedimento de posicionamento dos eletrodos, foi verificado o nível de resistência entre os eletrodos e a pele, que deveria estar abaixo de 3000 Ohms, e após, foi realizada a CVM para cada um dos músculos analisados, sendo que a ordem de execução foi randomizada.

Os sujeitos realizavam a CVM durante cinco segundos, e repetiam mais duas vezes, a fim de posteriormente selecionar a CVM que obteve maiores valores. Para captação dos dados da CVM, foi utilizado o equipamento de eletromiografia Miotool

(Miotool400, Miotec, Brasil), com uma frequência de amostragem de 2000 Hz, e um notebook (Dell inspiron, EUA) com o software Miograph.

Finalizada a CVM de cada músculo, o sujeito era preparado para o teste de EMG dentro d'água. Para isso, foi realizado um procedimento para isolamento dos eletrodos, a fim de que não ocorressem interferências no sinal EMG ou entrada e contato de água com os eletrodos, seguindo os seguintes passos:

1. Colocação de um adesivo oclusivo da marca Tegaderm tamanho 10 X 12 cm 1626W (figura 8) em cima dos eletrodos e do fio conector do eletromiógrafo;



Figura 5: Tegaderm

2. Após este primeiro adesivo, era colado um outro por cima, sendo que este recebia dois pequenos cortes para que o espaço entre o fio e a pele fossem o menor possível;
3. No pequeno espaço entre o o fio e a pele, era colocada uma pequena quantidade de cola de silicone, para vedar a possível passagem da água para dentro do adesivo. Para acelerar a secagem da cola, um secador de cabelos era posicionado a pelo menos 30 cm de distância.
4. Finalizado o processo de isolamento, um adesivo extra era colocado em cima desta parte que havia cola. Sendo assim, para cada músculo analisado, foram

utilizados três adesivos Tegaderm, totalizando 12 adesivos necessários para cada sujeito.

3.3.5 Teste de eletromiografia e força de reação do solo dentro d'água

O teste de EMG ocorria após a CVM, na piscina do Centro Natatório da Instituição, que tem as dimensões de 16 m X 9 m com temperatura controlada entre 30 e 31°C. Esta sessão tinha como objetivo coletar os dados de ativação muscular do exercício de chute, sem equipamento, com equipamento flutuante e resistivo, na cadência correspondente ao segundo limiar ventilatório (LV2) e máximo esforço (MAX).

Os exercícios foram executados em duas intensidades: na cadência correspondente ao segundo limiar ventilatório (LV2) e no máximo esforço (MAX). Ressaltando que o LV2, para cada exercício, em cada situação, foi obtida através dos testes progressivos máximos, e a mesma foi ditada por um som digital. A ordem de execução de cada situação (SE, FL e RE) era randomizada, entretanto o exercício era sempre executado primeiramente na intensidade LV2, seguida da intensidade MAX. O exercício de chute era executado por 30 segundos, tendo um intervalo de 3 minutos entre cada intensidade (LV2 e MAX) e 5 minutos entre situações (SE, FL e RE). Para avaliação do sinal EMG, foi utilizado o mesmo eletromiógrafo de superfície das CVM, da marca Miotool.

Concomitante à análise EMG, para avaliação das variáveis biomecânicas, o exercício foi realizado sobre uma plataforma de força subaquática (AMTI modelo OR6-WP, figura 6), com frequência de amostragem de 2000 Hz. Os sujeitos realizavam o exercício de pés descalços e somente o pé direito tocava na plataforma.



Figura 6: Plataforma de força AMTI.

A fim de analisar cada repetição do exercício de chute, foi realizada uma filmagem subaquática, com uma câmera SANYO (VPC-WH1, SANYO, Japão), com frequência de amostragem de 60 Hz, sincronizada com o equipamento de eletromiografia. A partir de um sinal visual, as coletas foram iniciadas ao mesmo tempo. O delineamento experimental é apresentado na figura 7.

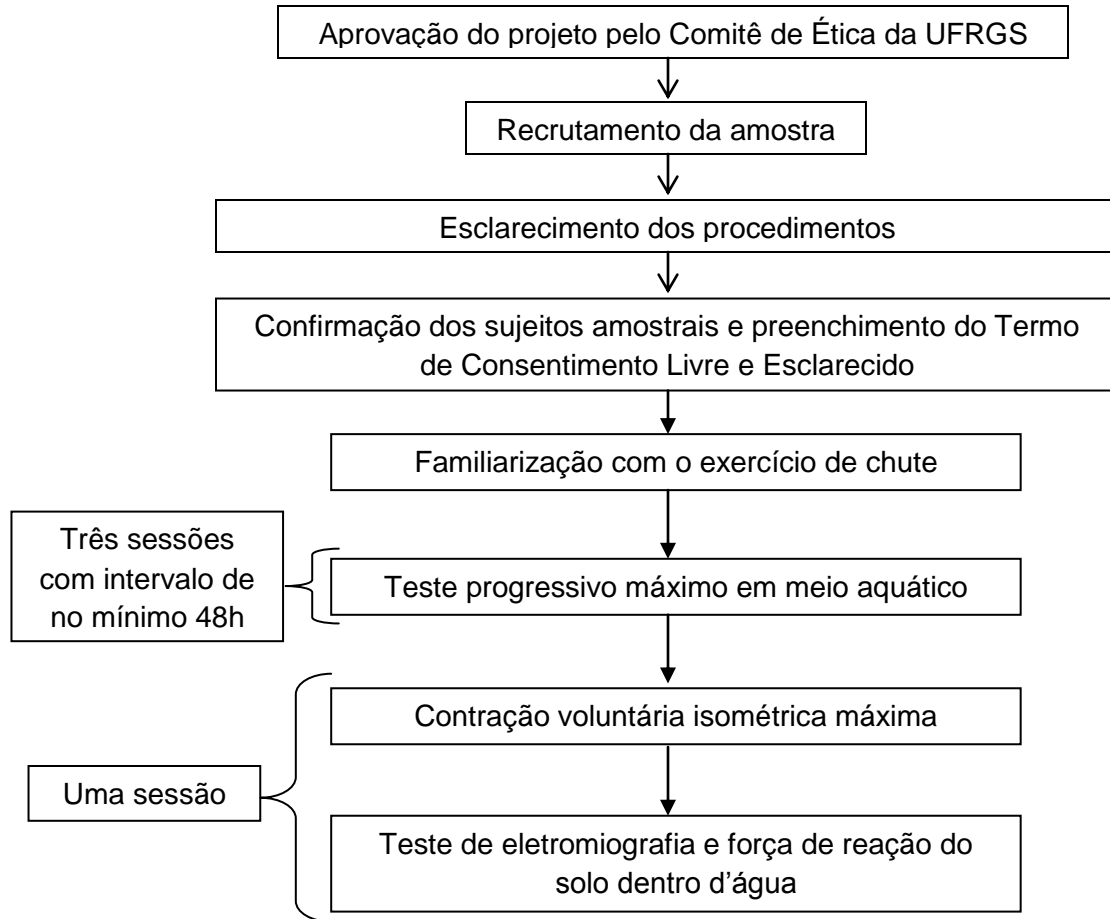


Figura 7: Fluxograma representativo do delineamento experimental

3.3.6 Tratamento dos dados.

3.3.6.1 Força de reação do solo.

O sinal da FRS captado pela plataforma de força foi gravado em um notebook no *software* de aquisição de dados BioAnalysis. Esse sinal foi exportado para análise no *software* SAD32. O sinal da FRS captado pela plataforma de força foi tratado inicialmente com a separação dos canais, para análise do componente FRS vertical. A seguir, foi realizada uma filtragem digital do sinal, utilizando o filtro passa-baixa Butterworth, com frequência de corte de 10 Hz de terceira ordem. Após este procedimento, foram excluídas as 5 primeiras curvas de FRS e então determinados os

picos de força de reação do solo vertical das 10 repetições seguintes de cada situação em cada intensidade. Estes valores da FRS foram normalizados pelo peso corporal dos indivíduos fora d'água (G). Após este procedimento, foi realizada uma análise do impulso a partir da integral, que representa a área sob a curva, entre força e tempo de apoio das mesmas repetições. Com os valores obtidos, foi feita uma média das cinco repetições centrais para posterior análise estatística.

3.3.6.2 *Eletromiografia.*

Após o sinal EMG ser gravado no software Miograph, o mesmo foi exportado para o software SAD32. Sendo assim, foi realizada uma filtragem do tipo passa-banda Butterworth com frequência de corte entre 20 e 500 Hz (de ordem 3). Assim como para a plataforma de força, as 5 primeiras repetições foram excluídas e sendo assim foi realizado um recorte do sinal das próximas 10 repetições registradas nos equipamentos. Foi, então, obtido o valor *root mean square* (RMS) normalizado e expresso em percentual da CVM correspondente a cada repetição e a seguir foi realizada uma média das 10 repetições para análise estatística.

3.3.7 *Análise estatística.*

Os dados de caracterização da amostra, as cadências médias obtidas através dos testes progressivos máximos e os valores obtidos nas contrações voluntárias isométricas máximas serão apresentados em média \pm desvio padrão (DP), Na verificação dos efeitos situação (SE, RE e FL) e intensidade (LV2 e MAX), foi adotado o método de Equações de Estimativas Generalizadas (GEE), utilizando os fatores situação e intensidade. Para localização das diferenças, foi utilizado o *post-hoc* de Bonferroni. Os resultados da GEE serão apresentados em média \pm erro padrão. O software SPSS (*Statistical package for social sciences*) versão 20.0 foi utilizado para análise dos dados e o índice de significância adotado foi de $\alpha=0,05$

4 RESULTADOS

A caracterização da amostra pode ser observada na Tabela 1 apresentada através de média e desvio padrão.

Tabela 1: Caracterização da amostra através dos valores de Idade (anos), Estatura (cm), Massa Corporal (kg), Gordura corporal (%), Peso Corporal (N) e Redução do Peso Hidrostático (%).

Variáveis	Média	DP
Idade (anos)	26,6	± 5,3
Estatura (cm)	162,7	± 5,2
Massa Corporal (Kg)	58,3	± 4,6
Gordura corporal (%)	28,9	± 9,1
Peso corporal (N)	571,1	± 39,4
Redução do Peso Hidrostático (%)	71,1	± 5,3

As médias (\pm desvio padrão) das cadências correspondentes ao LV2, obtidas através dos testes máximos, podem ser observadas na tabela 2.

Tabela 2: Médias das cadências correspondentes ao LV2 obtidas durante o teste progressivo máximo para as três situações: Sem equipamento (SE), com equipamento resistivo (RE) e com equipamento flutuante (FL).

	Média	DP
Sem equipamento (bpm)	118.00	± 11.44
Equipamento resistivo (bpm)	106.00	± 11.65
Equipamento flutuante (bpm)	111.00	± 12.56

As médias (\pm desvio padrão) dos valores obtidos nas contrações voluntárias isométricas máximas podem ser observadas na tabela 3.

Tabela 3: Médias dos valores *root mean square* (RMS) da ativação muscular máxima obtidas durante a contração voluntária máxima dos músculos reto femoral (RF), bíceps femoral (BF), tibial anterior (TA) e gastrocnêmio lateral (GL).

	Média	DP
Reto femoral (μ V)	229,85	\pm 88,29
Bíceps femoral (μ V)	219,01	\pm 63,80
Gastrocnêmio lateral (μ V)	245,71	\pm 97,67
Tibial anterior (μ V)	265,33	\pm 106,95

As médias (\pm desvio padrão) dos valores de duração de execução para uma repetição do chute podem ser observadas na tabela 4.

4.1 Respostas de eletromiografia

De acordo com a GE, para o músculo GL, os efeitos principais intensidade ($p < 0,001$) e situação ($p < 0,001$) foram significativos para a variável %CVM. Além disso, foi encontrada uma interação intensidade*situação ($p < 0,001$), demonstrando que a %CVM é dependente destes dois fatores. Para os músculos BF, RF e TA, o efeito intensidade foi significativo ($p < 0,001$) e o efeito situação não foi ($p > 0,001$), não obtendo interação intensidade*situação. Os valores descritos do comportamento do %EMG para os quatro músculos citados são apresentados na figura 8.

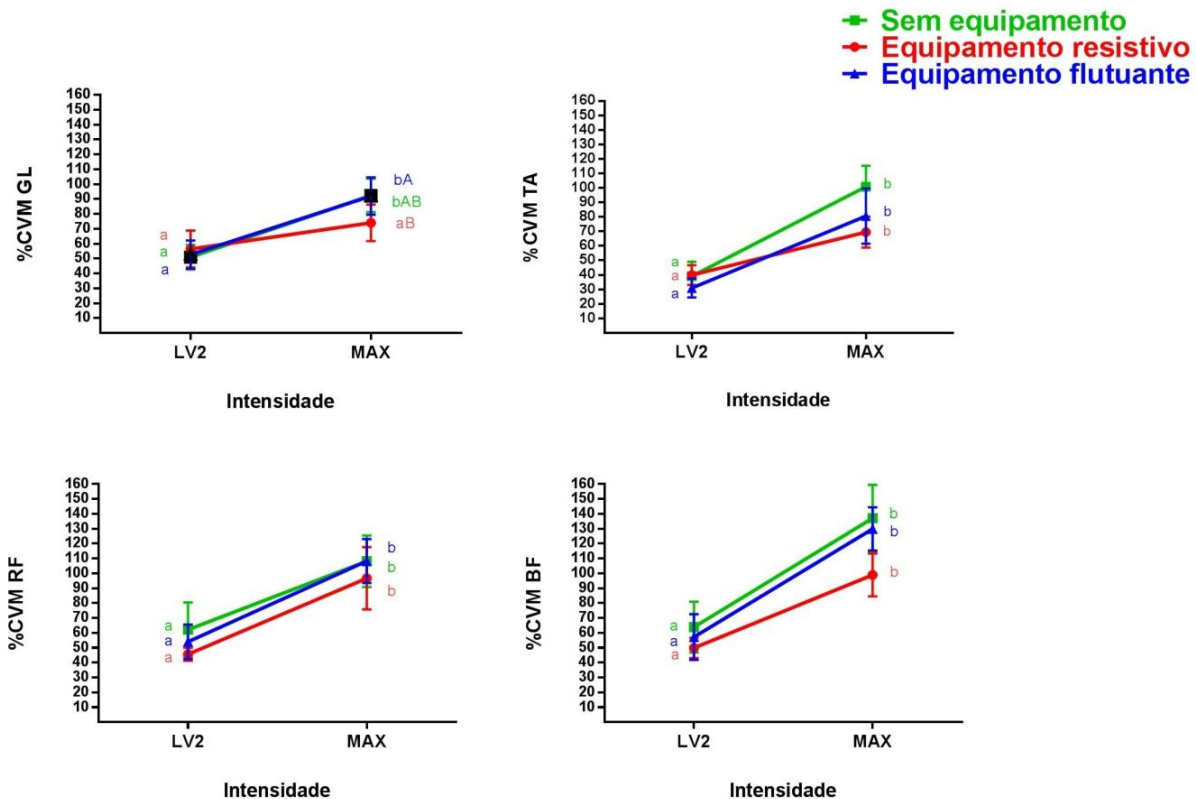


Figura 8: Respostas da amplitude do sinal eletromiográfico, através do % da contração voluntária isométrica máxima (%CVM) dos músculos Gastrocêmio lateral (GL), Tibial anterior (TA), Reto femoral (RF) e Biceps femoral (BF) para o exercício de chute nas situações sem equipamento, com equipamento resistivo e flutuante, nas intensidades do segundo limiar ventilatório (LV2) e máximo esforço (MAX). Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as intensidades. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre as situações.

4.2 Respostas de força de reação do solo

De acordo com a GE, para a FRS, os efeitos principais intensidade ($p < 0,001$) e situação ($p < 0,001$) foram significativos. Além disso, foi encontrada uma interação intensidade*situação ($p < 0,001$), demonstrando que a FRS é dependente destes dois fatores. Os resultados de FRS são apresentados na figura 9.

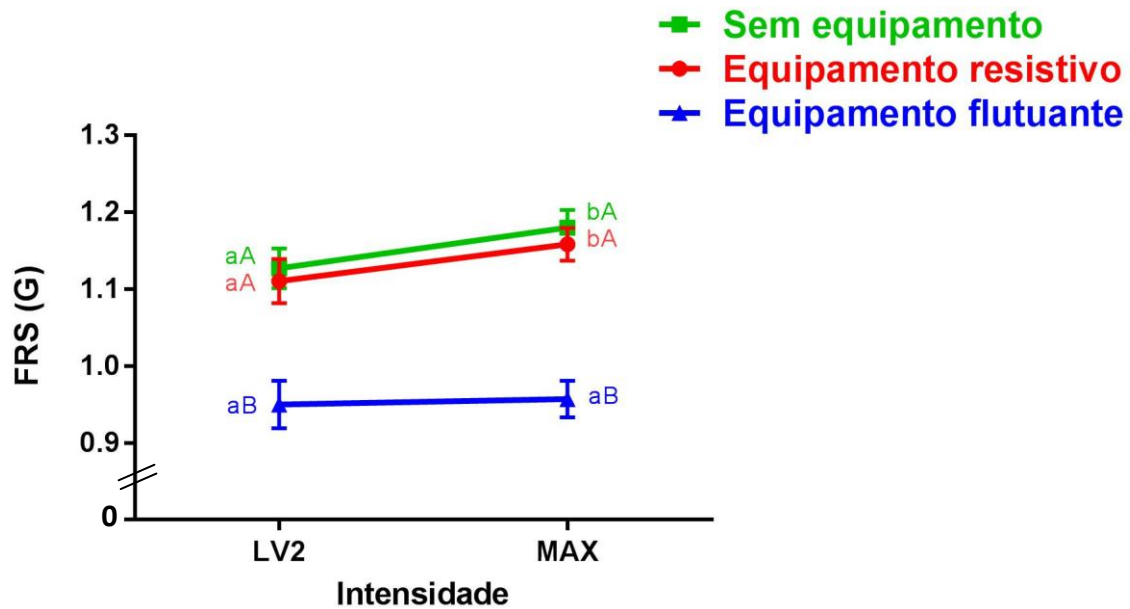


Figura 9: Respostas da força de reação do solo (G) para o exercício de chute nas situações sem equipamento, com equipamento resistivo e flutuante, nas intensidades do segundo limiar ventilatório (LV2) e máximo esforço (MAX). Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as intensidades. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre as situações.

De acordo com a GE, para o IMP, os efeitos principais intensidade ($p < 0,001$) e situação ($p < 0,001$) foram significativos. Além disso, foi encontrada uma interação intensidade*situação ($p < 0,001$), demonstrando que o IMP é dependente destes dois fatores. Os resultados de IMP são apresentados na figura 10.

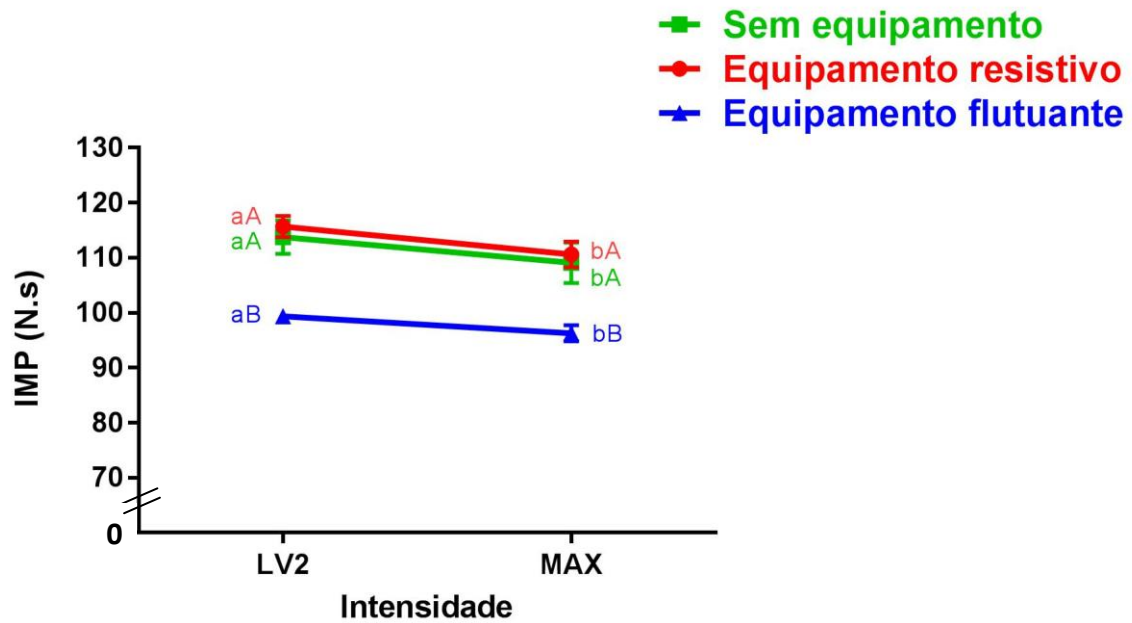


Figura 10: Respostas do Impulso (N.s) para o exercício de chute nas situações sem equipamento, com equipamento resistivo e flutuante, nas intensidades do segundo limiar ventilatório (LV2) e máximo esforço (MAX). Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as intensidades. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre as situações.

5 DISCUSSÃO

5.1 *Discussão da análise eletromiográfica*

O presente estudo demonstra que houve aumento significativo de ativação muscular dos músculos reto femoral, bíceps femoral e tibial anterior, para todas as situações, do LV2 para MAX, entretanto, o músculo gastrocnêmio lateral não apresentou diferença entre intensidades para a situação RE. Além disso, comparando as situações entre elas, não houve diferença significativa quanto à utilização ou não de equipamentos, tanto flutuantes quanto resistivos, para todos os músculos na intensidade de LV2. Já no máximo esforço isto também ocorreu com os músculos RF, BF e TA, exceto com o músculo GL, no qual a ativação foi superior na situação FL em comparada a RE.

No presente estudo, o aumento da velocidade de execução do chute do LV2 para MAX resultou em maior ativação para a maioria dos músculos analisados. Estes resultados corroboram aos achados dos estudos na literatura que analisaram diferentes intensidades de execução (Alberton et al., 2011; Alberton et al., 2014a; Black, 2005; Pinto et al., 2011).

Em um estudo realizado com cadências fixas, Alberton et al. (2011) observaram um aumento significativo das cadências fixas submáximas (60, 80 e 100 bpm) para o máximo esforço, no ambiente aquático, durante o exercício CO para os mesmos músculos analisados no presente estudo: RF e BF. Estes músculos aumentaram a ativação muscular comparando as intensidades submáximas para MAX, que incluía a cadência de 100 bpm, sendo que esta se assemelha a média das cadências no LV2 do presente estudo, para as situações RE e FL, e é mais baixa que a média obtida para a situação SE. Mesmo assim, para estes músculos, sempre houve aumento de ativação da intensidade LV2 para MAX.

Apesar de alguns estudos utilizarem cadências fixas para a execução dos exercícios analisados, assim como o presente estudo, Alberton et al. (2014a) também utilizaram cadências correspondentes a limiares ventilatórios, para cada um dos exercícios realizados (CO, CH e DF), sendo assim, foi utilizado o LV1 e LV2 específico para cada exercício, além do MAX. Nesta pesquisa, mais especificamente para o exercício CH, também foi encontrado um aumento significativo de ativação muscular para os músculos mesmos músculos analisados no presente estudo: RF, TA e BF com o aumento da cadência LV1 para LV2 e para o MAX. Em contrapartida, o músculo GL não obteve diferenças significativas entre as duas cadências submáximas (LV1 e LV2). Apesar desta divergência dos resultados do GL em relação às cadências submáximas, a ativação muscular foi sempre significativamente maior no MAX comparado às cadências submáximas (LV1 e LV2), assemelhando-se ao presente estudo para o exercício de CH na situação SE. Este estudo assemelha-se a presente pesquisa, visto que também foram analisados os mesmos músculos (RF, BF, TA e GL) durante o exercício CH, também nas intensidades LV2 e MAX.

Na presente pesquisa, somente um exercício foi analisado, entretanto, em três situações diferentes: sem equipamento, com equipamento resistivo e flutuante. Para que o teste de EMG no LV2 fosse específico para cada situação, foram realizados testes progressivos máximos prévios às análises de EMG, a fim de obter a cadência correspondente ao LV2 para cada uma das situações (SE, FL e RE). Em média, a cadência correspondente ao LV2 para SE foi de 118 bpm, para RE foi 106 e FL foi de 111 bpm. Comparado ao estudo de Alberton et al. (2014a), que o exercício CH obteve em média 123 bpm, a situação SE também foi executada em cadência semelhante de média 118 bpm. Apesar de no presente estudo terem sido obtidos percentuais mais altos em relação à CVM, o comportamento para todos os músculos em comum analisados foi semelhante (GL, TA, BF e RF), demonstrando que sem equipamento, de intensidades submáximas para o máximo esforço ocorre um aumento significativo de ativação muscular.

Quando analisamos as três situações da presente pesquisa (SE, RE e FL), não houve diferença entre elas, para todos os músculos analisados, na intensidade LV2. Na intensidade MAX, os músculos RF, BF e TA obtiveram a mesma ativação muscular nas três situações, entretanto, o músculo GL obteve diferenças entre os equipamentos FL e RE, com maiores valores para o FL. Os achados do presente estudo corroboram parcialmente aos da literatura (Poyhonen et al., 2001; Pinto et al., 2011; Colado et al., 2013; Borreani et al., 2014), onde não foram encontradas diferenças entre equipamentos de hidroginástica, tanto flutuantes como resistivos.

Em um estudo de EMG comparando a utilização de equipamento resistivo, Poyhonen et al. (2001) analisaram o exercício terapêutico de flexão e extensão do joelho em máxima velocidade, com equipamento resistivo e sem. Apesar da execução do movimento com RE aumentar o nível de resistência da água, não foram encontradas diferenças significativas para a ativação muscular do VL, VM, BF e ST, e isto pode ser explicado pelo fato de que o movimento SE foi executado em maior velocidade angular.

Em outro estudo que analisou a utilização de equipamentos, Black (2005), avaliou a ativação neuromuscular dos músculos BF e RF durante exercício de flexão e extensão de quadril no meio aquático em quatro intensidades, 40, 60 e 80 bpm e MAX, nas situações SE e RE, sendo que nesta última situação, foi utilizado o mesmo equipamento que a presente pesquisa, o *Aquafins*. Para o músculo RF, foram encontradas diferenças entre as quatro intensidades para cada uma das situações, mas nesta pesquisa foram utilizadas intensidades mais baixas do que no presente estudo, visto que a média de cadência mais baixa de LV2 foi de 100 bpm para as situações RE e FL. Corroborando aos achados da presente pesquisa, foram encontrados maiores valores para o MAX, apesar de comparar com intensidades mais baixas, sempre houve aumento de ativação das cadências submáximas para MAX. O músculo BF não obteve diferença na ativação comparando SE e RE para todas intensidades, já na cadência de 40 e 80 bpm, o músculo RF gerou maior ativação com RE. A autora desta pesquisa sugere que a utilização de equipamento RE em MAX é uma boa alternativa, entretanto, acredito que é uma alternativa para variação de

situações, visto que em MAX, o equipamento RE durante flexão e extensão de quadril não aumentará a ativação muscular, será a mesma que SE, e isto foi encontrado também no presente estudo, visto que não houve diferença em MAX para a utilização de equipamentos.

Considerando a utilização de diferentes equipamentos, Pinto et al. (2011) avaliaram a ativação neuromuscular do BF e RF durante a CO com flexão e extensão de cotovelo, nas situações SE, RE e FL tanto nos membros superiores quanto inferiores, nas intensidades 80 bpm, 100 bpm e MAX. Os pesquisadores observaram aumento significativo das cadências submáximas para MAX, mas sem diferenças entre as mesmas (80 e 100 bpm), para os músculos da perna BF e RF, que são os mesmos analisados na presente pesquisa. Além disso, somente o equipamento RE foi capaz de elicitar maior ativação muscular do BF, enquanto o músculo RF não foi afetado pelo uso ou não de equipamentos. Apesar deste exercício analisado (CO) diferir do presente estudo, estes achados se assemelham aos obtidos na presente pesquisa com o CH, visto que estes mesmos músculos foram analisados e também obtiveram diferenças da intensidade submáxima (LV2) para MAX, entretanto, no presente estudo não foram encontradas diferenças significativas entre as situações (SE, RE e FL) para os músculos BF e RF.

Os estudos de Borreani et al. (2014) e Colado et al. (2013) diferem de exercício comparados à esta pesquisa, ambos analisaram a influência de diferentes equipamentos (FL pequeno, FL grande, RE pequeno e RE grande) durante a execução do exercício de adução e abdução de quadril e flexão e extensão de ombros, respectivamente, em MAX. Apesar de não terem sido encontradas diferenças entre os quatro equipamentos, estes estudos não compararam os resultados obtidos de ativação muscular com equipamentos e sem equipamentos, somente compararam os equipamentos entre si. Os achados do presente estudo demonstram que, além de não terem sido encontradas diferenças entre os equipamentos FL e RE, estas duas situações obtiveram resultados semelhantes com a ausência de equipamentos, exceto para o GL em MAX. Este menor valor de ativação muscular para o GL pode ser explicado pelo fato de no máximo esforço o CH tenha sido executado de forma mais

lenta que nas outras situações, demorando $0,89 \pm 0,15$ segundos para completar um chute, e nas outras situações, o tempo foi de $0,63 \pm 0,07$ (SE) e $0,66 \pm 0,08$ (FL), ou seja, na situação MAX, o CH foi mais lento com equipamento que aumentava a resistência (ANEXO E, tabela 4). Com o uso de RE, os sujeitos realizaram o exercício em uma menor velocidade, demonstrando uma menor força de propulsão promovida pelo GL, que refletiu em uma menor ativação neuromuscular nessa situação. Sendo assim, de uma forma geral, o presente estudo demonstra que a utilização de equipamentos pode não interferir nas respostas de ativação muscular, e o único músculo que foi afetado foi o GL em MAX, que obteve menores valores para RE comparado ao FL, mas FL e RE foram iguais ao SE, ou seja, nenhum dos equipamentos foi eficaz suficiente para gerar uma ativação muscular significativamente maior do que a situação SE.

Nos estudos citados que analisaram diferentes intensidades, e na presente pesquisa, este aumento das intensidades submáximas para intensidade máxima geraram um aumento significativo da ativação muscular, e isto deve-se ao fato de que para atingirmos o máximo esforço sem reduzirmos a amplitude de movimento, é necessário aumentar a velocidade de execução ao máximo, aumentando o arrasto e conseqüentemente aumentando a ativação muscular dos músculos motores primários envolvidos no exercício.

Durante a execução do CH, os indivíduos executavam o MAX na maior velocidade e força possíveis, dentro da amplitude correta, gerando diferentes durações para uma repetição do movimento. Considerando a duração de uma repetição, no estudo de Pinto et al. (2011), já citado anteriormente, o exercício analisado (CO com flexão e extensão de cotovelo, com e sem RE e FL) obteve menor valor significativo para a duração da repetição de flexão e extensão do quadril durante o chute sem equipamento, demonstrando que em máximo esforço, o exercício de chute é executado de forma mais rápida na situação sem equipamento, ou seja, os equipamentos levam a uma duração de execução para os membros inferiores. Este resultado se assemelha ao do presente estudo, que como já foi citado, obteve menor valor médio na duração de uma repetição para a situação SE, mas também para a situação FL, com duração

maior para a CO com RE. Esta menor velocidade de execução, que leva a uma duração maior de uma repetição, pode ser devido a maior área projetada pelo equipamento, que leva o sujeito a executar o movimento em uma velocidade mais lenta do que nas outras situações (SE e FL), e como ocorre redução da velocidade de execução, e o arrasto é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade, se diminuir a velocidade, pode ser que o arrasto não seja afetado pela área projetada do equipamento.

Contudo, no presente estudo, o aumento de intensidade de LV2 para MAX gera um aumento na ativação neuromuscular, exceto para o músculo GL na situação RE. Além disso, as três situações analisadas (SE, RE e FL) obtiveram valores semelhantes para os músculos RF, BF e TA, exceto para o músculo GL que obteve maior valor para FL quando comparada ao RE no MAX.

5.2 Discussão da força de reação do solo e impulso

Os achados do presente estudo demonstraram que, para as situações RE e SE, houve aumento significativo de FRS do LV2 para MAX. Já para a situação FL, não houve diferença significativa entre as duas intensidades analisadas. Comparando as três situações, em LV2 e MAX não houve diferença de FRS entre RE e SE, entretanto, para as duas intensidades, a situação FL obteve menores valores de FRS quando comparada às outras. Retomando os resultados encontrados para o impulso, houve diferença significativa de impulso da intensidade LV2 para MAX, para todas as situações, com menor valores em MAX. Comparando as três situações, foram obtidos menores valores para FL, para as duas intensidades analisadas.

O exercício chute, quando comparado à outros exercícios de hidroginástica, é considerado um dos exercícios que acarreta maior FRS neste ambiente, e isto deve-se ao fato de que este exercício é executado com deslocamento vertical e com troca de apoio entre os pés (apoio unipodal). Dependendo da intensidade no qual o mesmo é

executado, pode ocorrer aumento de FRS, e isto ocorre, pois, para aumentar a velocidade de execução do movimento, o pé deverá tocar mais rápido e deverá fazer mais força para alcançar o ritmo desejado, aumentando assim, a FRS.

O estudo de Alberton et al. (2013) analisou o exercício CH, além de outros exercícios, nas intensidades fisiológicas de LV1, LV2 e no MAX, e encontrou menores valores de FRS para a intensidade LV1 quando comparada à LV2 e MAX. Estes resultados diferem do presente estudo, visto que para a situação SE, que é a mesma do estudo citado, foram encontrados maiores valores para a intensidade MAX, demonstrando que o exercício pode acarretar em uma maior sobrecarga quando executado em MAX. Uma possível diferença entre os estudos, que pode ter acarretado em valores semelhantes de LV2 e MAX, foi de que neste estudo de Alberton et al. (2013), o LV2 foi atingido em média na cadência $123,8 \pm 10,9$ bpm. Já no presente estudo, a média do LV2 para os sujeitos foi de $118 \pm 11,44$ bpm, ou seja, no estudo de Alberton et al. (2013) as cadências foram mais elevadas, se aproximado ao máximo em velocidade.

Quando comparamos as diferentes situações, FRS foi menor quando o exercício era executado com as tornozeleiras de EVA (FL), sem diferenças entre a situação sem equipamento e com os *Aquafins* (RE) para as duas intensidades analisadas. Não foram encontrados na literatura, estudos que analisaram a execução de exercícios de hidroginástica com ou sem equipamentos nos membros inferiores, os achados se referem aos exercícios pliométricos e com equipamento nos membros superiores (Triplet et al., 2009; Colado et al., 2010).

Em uma pesquisa que analisou a FRS com utilização de equipamentos, Triplet et al. (2009) analisou a força de impacto de um exercício pliométrico em uma perna só, fora d'água, dentro d'água com e sem RE nas mãos, sendo que a intensidade foi considerada a mesma em que os sujeitos utilizariam em uma sessão de treinamento (os mesmos eram atletas). Neste estudo, foram encontrados menores valores para os saltos dentro d'água e diferenças significativas entre as situações do salto com e sem RE, com menores valores para RE. Os autores sugerem que os menores valores de impacto com RE podem ser explicado devido ao aumento da força de arrasto, que

auxiliaria, junto com a flutuabilidade, a descida do corpo após o salto de forma mais lenta, assim diminuindo o impacto da perna no chão. Em outro estudo com saltos, Colado et al. (2010) analisou o *Squat jump* (salto com as duas pernas) fora d'água, dentro d'água com e sem RE nos mãos, sendo que a intensidade foi considerada a mesma em que os sujeitos utilizariam em uma sessão de treinamento (os mesmos eram atletas). Neste estudo, além de terem sido encontrados valores de impacto menores na água, não foram encontradas diferenças entre o salto com e sem RE. Neste estudo os autores sugerem que o equipamento resistivo não teve resistência suficiente para reduzir o impacto durante o salto com as duas pernas. Apesar destes dois estudos citados diferirem de exercício analisado, nota-se que dependendo do equipamento, o mesmo pode afetar as respostas de impacto/FRS, visto que no presente estudo o equipamento FL obteve menores valores de FRS durante o CH.

Uma possível explicação para os menores valores de FRS encontrados para o exercício quando realizado com FL, pode ser devido ao fato de que este equipamento, que se constitui de um material flutuante de EVA (Etil, Vinil e Acetato), facilita a subida da perna no movimento ascendente do chute, e provavelmente na descida da perna, amortece o pé na plataforma. Sendo assim, no momento em que o pé deverá fazer força contra a plataforma para propulsão da perna, o mesmo seria auxiliado pela tornozeleira de EVA, não necessitando tanta força para propulsionar a perna para cima. No presente estudo, somente RE e SE obtiveram diferenças entre as duas intensidades, enquanto FL não obteve. Possivelmente, ao realizar o exercício em MAX, o equipamento também auxiliou a execução do movimento, sem alterar a FRS acarretada pelo CH.

Em relação aos resultados de IMP, todas situações obtiveram menores valores quando o CH era executado em MAX. Já comparando as situações, o FL obteve menores valores comparado à RE e SE. Visto que ao IMP é dependente de quanta força é aplicada e do tempo de contato do pé no solo (plataforma), apesar da FRS normalmente ser maior em MAX, o pé toca muito mais rápido no solo, já que para aumentar a velocidade, deve-se aumentar a propulsão para que o pé saia do chão mais rapidamente (Alberton et al., 2013, Hauptenthal et al., 2010).

O estudo de Alberton et al. (2013) analisou diferentes exercícios executados por mulheres jovens, incluindo o CH, nas intensidades LV1, LV2 e MAX, para os resultados de IMP, foram encontradas diferenças significativas entre as intensidades, com menores valores para a intensidade LV2, seguida de MAX. Outro estudo que fez esta análise foi o de Bagatini (2013), que também analisou o exercício de CH nas cadências de 80, 100 e 120 bpm, e quando a cadência de execução do movimento aumentava, ocorria uma diminuição significativa do IMP. A partir dos resultados destes dois estudos, pode-se notar que o IMP tende a reduzir com o aumento de intensidade, demonstrando mais uma vez que o aumento de velocidade reduz o tempo de contato do pé com o solo, reduzindo a variável de IMP. De uma forma geral, a partir dos resultados encontrados no presente estudo e na literatura, nota-se que a FRS e o IMP tem respostas antagonistas, enquanto um exercício em maior intensidade pode gerar maior FRS, simultaneamente ocorre redução da variável IMP (Alberton et al., 2013; Bagatini, 2013).

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados do presente estudo, conclui-se que ocorre uma maior ativação muscular quando compara-se a intensidade correspondente ao segundo limiar ventilatório e máximo esforço, exceto para o músculo GL com o uso do equipamento RE, que não obteve diferenças entre intensidades. Além disso, não foram encontradas diferenças significativas entre as situações, sem equipamento, com equipamento resistivo e flutuante para os músculos RF, BF e TA, somente o músculo GL que obteve menores valores para o equipamento RE comparado ao FL no MAX. Sendo assim, se o objetivo é aumentar a sobrecarga fisiológica, sugere-se o aumento da intensidade de execução, com implementação do exercício de chute em máximo esforço, com ou sem equipamentos.

Para os resultados de força de reação do solo, foram encontrados menores valores para a situação LV2 comparada à MAX nas situações RE e SE. Entretanto, a situação FL não obteve diferenças entre as duas intensidades para FRS e esta variável foi sempre menor do que nas outras situações. Além disso, foram encontrados menores valores de impulso para a situação de MAX para as três situações.

Visto que a ativação muscular não diferiu entre as situações para a maioria dos músculos analisados, e a situação FL obteve menores valores de FRS sem diferenças entre LV2 e MAX, como aplicação prática, o exercício de chute pode ser executado tanto em LV2 quanto em MAX, que não alterará a variável de FRS, e ainda diminuirá o IMP quando executar o exercício em MAX, sendo assim, a sobrecarga fisiológica (ativação muscular) será maior em MAX, enquanto a sobrecarga mecânica (FRS) será a mesma entre as duas intensidades. Sugere-se, devido a grande demanda de informações acerca das respostas que os exercícios realizados em meio aquático podem gerar, novos estudos que explorem outros exercícios de hidroginástica com a utilização dos equipamentos resistivos e flutuantes.

REFERÊNCIAS

ALBERTON C. L.; CADORE, E. L.; PINTO S. S.; TARTARUGA, M. P.; DA SILVA, E. M.; KRUEL, L. F. M. Cardiorespiratory responses to stationary running at different cadences in water and on land. **J Sports Med Phys Fitness**. 49:142-51, 2009

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**. 111(6): 1157-1166, 2011.

ALBERTON, C. L.; TARTARUGA M. P.; PINTO, S. S; CADORE, E.L; HABERLAND, A. A.; FINATTO, P; KRUEL, L. F. M. Vertical ground reaction force during water exercises performed at different intensities. **Int. J Sports Med**. 34(10):881-887. doi: 10.1055/s-0032-1331757, 2013.

ALBERTON, C. L.; CADORE, E. L.; PINTO S. S.; TARTARUGA, M. P.; KANITZ, A. C.; ANTUNES, A. H.; FINATTO, P.; KRUEL, L. F. M. Oxygen uptake, muscle activity and ground reaction force during water aerobic exercises. **Int J Sports Med**. Publicado online. doi: 10.1055/s-0034-1383597, 2014a.

ALBERTON C.L.; FINATTO P.; PINTO S. S.; ANTUNES A. H.; CADORE E. L.; TARTARUGA M. P.; KRUEL L. F. M. Vertical ground reaction responses to different head-out aquatic exercises performed in water and on dry land. **J Sports Sci**. Publicado online: 1-11. doi: 10.1080/02640414.2014.964748, 2014b.

ALMADA B. P.; KANITZ A. C.; ALBERTON C. L.; ZAFFARI P.; PINTO S. S.; KRUEL L. F. M. Respostas cardiorrespiratórias de seis exercícios de hidroginástica realizados por mulheres pós-menopáusicas. **Rev Bras Ativ Fis Saúde**. 19 (3): 331-341, 2014.

BAGATINI, N. C. Força de reação do solo de diferentes exercícios de hidroginástica realizados por mulheres jovens. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Trabalho de conclusão de curso**, 2013.

BARELA A. M. F., DUARTE M. Biomechanical characteristics of elderly individuals walking on land and in water. **J Electromyogr Kinesiol**. 18(3):446-454, 2006.

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

BRITO-FONTANA H, HAUPENTHAL A, RUSCHEL C, HUBERT M, RIDEHALGH C, ROESLER H. Effect of gender, cadence, and water immersion on ground reaction forces during stationary running. **J Orthop Sports Phys Ther**. 42:437-443, 2012.

BRITO-FONTANA H, RUSCHEL C, HAUPENTHAL A, HUBERT M, ROESLER H. Ground reaction force and cadence during stationary running sprint in water and on land. **Int J Sports Med**. 36(6):490-493, 2015.

BORREANI S.; COLADO J. C.; FURIO J.; MARTIN F.; TELLA V. Muscle activation in young men during a lower limb resistance exercise with different devices. **The phys and Sports Med.** 42(2): 80-86, 2014.

CARNEIRO LC, MICHAELSEN SM, ROESLER H, HAUPENTHAL A, HUBERT M, MALLMANN E. Vertical reaction forces and kinematics of backward walking underwater. **Gait & Posture.** 35: 225–230, 2012.

CASSADY S.L.; NIELSEN D.H. Cardiorespiratory Responses of Healthy Subjects to calisthenics Performed on Land Versus in Water. **Phys Ther.** 72(7):532-538, 1992.

COLADO J. C.; TRIPLETT N. T.; TELLA V.; SAUCEDO P.; ABELLÁN J. Effects of Aquatic Resistance Training on Health and Fitness in Postmenopausal Women. **Eur J Appl Physiol.** 106(1):113-122, 2009.

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 different devices and depths. **J Strength and Cond Resear.** 27(12):3384-3390, 2013.

DENADAI B. S. Limiar anaeróbio: considerações fisiológicas e metodológicas. **Rev Bras Ativ Fis Saúde.** 1(2):74-88, 1995.

EDLICH R. F.; TOWLER M. A.; GOITZ R. J.; WILDER R. P.; BUSCHBACHER L. P.; MORGAN R. F.; THACKER J. G. Bioengineering principles of hydrotherapy. **J Burn Care Rehabil.** 8(6): 580-584, 1987.

FONTANA, H. B.; HAUPENTHAL A.; RUSCHEL, C.; HUBERT, M.; RIDEHALGH, C.; ROESLER, H. Effect of gender, cadence, and water immersion on ground reaction forces during stationary running. **J. Orthop. Sports. Phys. Ther.** 42(5): 445, 2012.

HARRISON R. A, HILLMAN M, BUSTRODE S. Loading of the lower limb when walking partially immersed: implications for clinical practice. **Physiotherapy.** 78:164–6, 1992.

HAUPENTHAL, A, RUSCHEL, C, HUBERT, M, de BRITO-FONTANA, H, ROESLER, H. Loading forces in shallow water running in two levels of immersion. **J Rehabil Med.** 42(7):664-669, 2010.

HAUPENTHAL A, FONTANA HB, RUSCHEL C, SANTOS DP, ROESLER H. Ground reaction forces in shallow water running are affected by immersion level, running speed and gender. **J Sci Med Sport.** 16(4):348-352, doi: 10.1016/j.jsams.2012.08.006, 2012.

KNUTSON LM , SODERBERG GL , BALLANTYNE BT , CLARKE WR . A study of various normalization procedures for within day electromyographic data . **J Electromyogr Kinesiol;** 4:47–59, 1994.

KANEDA, K.; WAKABAYASHI, H.; SATO, D.; NOMURA, T. Lower extremity muscle activity during different types and speeds of underwater movement. **J Physiol Anthropol.** 26(2): 197-200, 2007.

JACKSON A. S.; POLLOCK M. L.; WARD A. Generalized Equations for Predicting Body Density of Women. **Med Sci Sports Exerc.** 12:175-182, 1980.

KNUTSON LM , SODERBERG GL , BALLANTYNE BT , CLARKE WR . A study of various normalization procedures for within day electromyographic data . **J Electromyogr Kinesiol.** 4 : 47 – 59, 1994.

KRUEL, L. F. M. Alterações Fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora da água. Educação Física. Santa Maria, Universidade de Santa Maria. **Doutorado em Ciências do Movimento.** 0-111, 2000.

KRUEL L. F. M.; MORAES E. Z. C.; ÁVILA A. O. V.; SAMPEDRO R. M. F.. Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora d'água. **Rev Kinesis.** Nº Especial, 104-154, 2001.

MASUMOTO, K.; TAKASUGI, S.; HOTTA, N.; FUJISHIMA, K.; IWAMOTO, Y. Electromyographic analysis of walking in water in healthy humans. **J Physiol Anthropol Appl Human Sci.** 23(4):119-127, 2004.

MIYOSHI T., SHIROTA T., YAMAMOTO S., NAKAZAWA K., AKAI M. Effect of the walking speed to the lower limb joint angular displacements, joint moments and ground reaction forces during walking in water. **Disabil Rehabil.** 26:724–732, 2004.

NAKAZAWA K., YANO H., MIYASHITA M. Ground reaction forces during walking in water. **Med Sport Sci.** 39:28–34, 1994.

FIGUEIREDO P. P; **Dissertação de mestrado.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

PINTO, S. S.; LIEDTKE, G. V.; ALBERTON, C. L.; SILVA, E. M.; CADORE, E. L.; KRUEL, L. F. M. Electromyographic signal and force comparisons during maximal voluntary isometric contraction in water and on dry land. **Eur J Appl Physiol.** 110(5):1075–1082, 2010.

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. **Int J Sports Med.** 32(12): 916-923, 2011.

POYHONEN T.; KYROLAINEN H.; KESKINEN K. L.; HAUTALA A.; SAVOLAINEN J.; MALKIA E. Electromyographic and kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water. **Clin Biomech.** 16:496-504, 2001a.

POYHONEN T.; KYROLAINEN H.; KESKINEN K. L.; HAUTALA A.; SAVOLAINEN J.; MALKIA E. Neuromuscular function during therapeutical knee exercise under water and on dry land. **Arch Phys Med Rehabil.** 82: 1446-1452, 2001b.

SENIAN. Recommendations, 2010. Disponível em: <http://www.seniam.org>

SHONO, T.; MASUMOTO, K.; FUJISHIMA, K.; HOTTA, N.; OGAKI, T.; ADACHI, T. Gait patterns and muscle activity in the lower extremities of elderly women during underwater treadmill walking against water flow. **J Physiol Anthropol Appl Human Sci.** 26(6): 579-586, 2007.

ZAFFARI, P. Respostas cardiorrespiratórias e de força de reação do solo de diferentes exercícios de hidroginástica realizados por mulheres pós-menopáusicas. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Trabalho de conclusão de curso**. 2012.

SHONO, T.; MASUMOTO, K.; FUJISHIMA, K.; HOTTA, N.; OGAKI, T.; ADACHI, T. Gait patterns and muscle activity in the lower extremities of elderly women during underwater treadmill walking against water flow. **J Physiol Anthropol Appl Human Sci**. 26(6): 579-586, 2007.

SIRI W.E. Body Composition From Fluid Spaces and Density: Analysis of Methods. In: Brozek J, Henschel A. Techniques for Measuring Body Composition. **Washington, National Academy of Sciences**, 1961.

TRIPPLET N. T., COLADO J. C., BENAVENT J., ALAKHDAR Y., MADERA J., GONZALEZ L. M., TELLA V. Concentric and impact forces of single-leg jumps in a aquatic environment versus on land. **Med and Sci in Sports and Exer**. 1790-1796, 2009.

ANEXOS

ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, portador do documento de identidade número _____, concordo voluntariamente em participar do estudo "RESPOSTAS BIOMECÂNICAS E NEUROMUSCULARES DE EXERCÍCIOS DE HIDROGINÁSTICA REALIZADOS POR MULHERES ADULTAS.

Declaro estar ciente de que o estudo foi desenvolvido pela mestrandia Natália Carvalho Bagatini, aluna do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com o objetivo de analisar as respostas cardiorrespiratórias, biomecânicas e neuromusculares de diferentes exercícios de hidroginástica, executados em diferentes intensidades de esforço e com diferentes equipamentos no meio aquático. Estou ciente de que as informações obtidas no decorrer deste trabalho serão utilizadas para a elaboração da dissertação da referida autora e pelo Programa anteriormente citados, e que todas as informações utilizadas deverão manter o sigilo dos indivíduos avaliados.

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

1. Fazer-me medidas corporais;
2. Aplicar-me nove sessões de testes progressivos máximos, a afim de avaliar as respostas cardiorrespiratórias de diferentes exercícios de hidroginástica realizados com diferentes equipamentos.
3. Aplicar-me três sessões para avaliação da ativação muscular e força de reação do solo. Nestas sessões, terei que dispor-me à preparação da pele, que inclui a depilação,

a abrasão e a limpeza com álcool. A seguir, eletrodos de superfície e adesivos impermeáveis serão fixados na região anterior e posterior da minha coxa e da minha perna e eu estarei usando-os durante toda a sessão. Além disso, durante os testes, eu estarei me exercitando sobre uma plataforma de força e estarei sendo filmado através de visores subaquáticos, sem a identificação da minha pessoa.

Eu entendo que, durante a investigação:

a. Os procedimentos expostos acima são explicados para mim por Luiz Fernando Martins Kruel e/ou seus orientandos, Natália Carvalho Bagatini e bolsistas selecionados;

b. Eu entendo que Luiz Fernando Martins Kruel e/ou seus orientandos, Natália Carvalho Bagatini e bolsistas, irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo a esses procedimentos;

c. Estão envolvidos riscos de desconfortos, tais como dor e cansaço muscular temporários;

d. Todos os dados relativos a minha pessoa irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob minha solicitação restrita. Além disso, eu entendo que no momento da publicação, não irá ser feita associação entre os dados publicados e a minha pessoa;

e. Durante a filmagem subaquática, o meu rosto não aparecerá nas imagens. Após a reconstrução espacial do meu movimento para a análise cinemática, a fita ficará a minha disposição;

f. Não há compensação financeira pela minha participação neste estudo;

g. Posso fazer contato com o orientador do estudo Professor Luiz Fernando Martins Kruel e sua orientanda, acadêmica de mestrado Natália Carvalho Bagatini, para quaisquer problemas referentes a minha participação no estudo ou se eu sentir que há

uma violação dos meus direitos, através do telefone (051) 3308-5820 e do e-mail Natalia_bagatini@hotmail.com. Além disso, posso entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo telefone (051) 3308-3629;

h. Em qualquer instante durante o testes, eu tenho o direito de me recusar a prosseguir com os mesmos;

i. Todos os procedimentos a que serei submetido serão conduzidos por profissionais, professores ou bolsistas com experiência prévia em todos os procedimentos.

j. Caso ocorra alguma lesão ou emergência em decorrência dos testes, eu serei assistida pelos pesquisadores Luiz Fernando Martins Krueel, Natália Carvalho Bagatini ou bolsistas, que tem uma linha telefônica e um carro disponíveis para quaisquer eventualidades e todo o atendimento necessário será providenciado.

Porto Alegre _____ de _____ de 20____.

Nome em letra de forma: _____.

Assinatura: _____.

ANEXO B

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

FICHA DE ANÁLISE CVM

Nome: _____

CVM	1	2	3	Final
FLEXÃO J				
EXTENSÃO J				
FLEXÃO DORSAL				
FLEXÃO PLANTAR				

Observações:

ANEXO C

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

FICHA DE ANÁLISE % CVM

Nome: _____

LV2 SEM EQUIPAMENTO:

Tempos para recorte: _____

RF					
BF					
TA					
GA					

MAX SEM EQUIPAMENTO:

Tempos para recorte: _____

RF					
BF					
TA					
GA					

LV2 RESISTIVO:

Tempos para recorte: _____

RF					
BF					
TA					
GA					

MAX RESISTIVO:

Tempos para recorte: _____

RF					
BF					
TA					
GA					

Nome: _____

LV2 FLUTUANTE:

Tempos para recorte: _____

RF					
BF					
TA					
GA					

MAX FLUTUANTE:

Tempos para recorte: _____

RF					
BF					
TA					
GA					

ANEXO D

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

FICHA DE COLETA DE DADOS PISCINA

Nome: _____ **Sessão:** _____

Data: _____ **Idade:** _____ **Peso corporal:** _____ **Estatura:** _____

Peso hidrostático: _____ **Cadência LV2:** _____

Ordem das situações:

1º _____

2º _____

3º _____

Observações:

ANEXO E

Tabela 4: Médias dos valores de duração de execução para uma repetição do chute, no máximo esforço (MAX), nas três situações: Sem equipamento (SE), com equipamento resistivo (RE) e com equipamento flutuante (FL).

	Média	DP
Sem equipamento (s)	0,63	0,07
Equipamento flutuante (s)	0,66	0,08
Equipamento resistivo (s)	0,89	0,15

Tabela 5: Valores médio do percentual da contração voluntária isométrica máxima (CVM), para os músculos Gastrocnêmio lateral, Bíceps femoral, Tibial anterior e Reto femoral, nas situações sem equipamento (SEM) , com equipamento resistivo (RE) e flutuante (FL).

		SEM	FL	RE
		Média ± EP	Média ± EP	Média ± EP
Gastrocnêmio lateral (% CVM)	LV2	51,06 ± 8,29	52,72 ± 9,54	56,44 ± 12,36
	MAX	92,43 ± 11,30	92,09 ± 12,56	74,04 ± 12,33
Bíceps femoral (% CVM)	LV2	63,88 ± 17,12	57,27 ± 15,38	49,83 ± 6,85
	MAX	137,19 ± 22,48	124,91 ± 14,53	99,01 ± 14,44
Tibial anterior (% CVM)	LV2	39,08 ± 10,01	30,99 ± 6,45	39,89 ± 6,88
	MAX	100,80 ± 14,43	80,61 ± 19,14	69,56 ± 10,74
Reto femoral (% CVM)	LV2	62,26 ± 18,32	54,07 ± 11,62	47,70 ± 4,44
	MAX	108,26 ± 17,37	103,31 ± 14,87	96,76 ± 20,93