

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano

Bruna Machado Barroso

**EFEITOS DE DOIS MODELOS DE TREINAMENTO DE FORÇA REALIZADOS EM  
DIFERENTES MEIOS SOBRE PARÂMETROS NEUROMUSCULARES DE  
MULHERES JOVENS DESTREINADAS**

Tese de Doutorado do Programa de Pós-  
Graduação em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Luiz Fernando Martins Kruehl

Porto Alegre

2023

Bruna Machado Barroso

**EFEITOS DE DOIS MODELOS DE TREINAMENTO DE FORÇA REALIZADOS EM  
DIFERENTES MEIOS SOBRE PARÂMETROS NEUROMUSCULARES DE  
MULHERES JOVENS DESTREINADAS**

Tese de doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de doutora.

Orientador: Prof. Luiz Fernando Martins Kruehl

Porto Alegre - RS

2023

### CIP - Catalogação na Publicação

Machado Barroso, Bruna  
Efeitos de dois modelos de treinamento de força realizados em diferentes meios sobre parâmetros neuromusculares de mulheres jovens / Bruna Machado Barroso. -- 2023.  
109 f.  
Orientador: Luiz Fernando Martins KrueI.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. exercício aquático. 2. treinamento aquático. 3. treinamento de força. 4. força muscular. 5. força potente. I. Martins KrueI, Luiz Fernando, orient. II. Título.

## AGRADECIMENTOS

*“O talento vence jogos, mas só o trabalho em equipe ganha campeonatos.” - Michael Jordan.*

Se hoje eu finalizo este doutorado não é por ser um talento, mas sim por ter uma equipe incrível e maravilhosa ao meu lado. Quando digo “equipe” estou me referindo a todos meus professores, colegas, alunos, amigos e familiares. Juntos jogamos “o campeonato” mais difícil de toda a minha carreira, passando por vários adversários, mas principalmente um adversário que achávamos ser invencível: a pandemia de Covid-19. Em março de 2020 estávamos tomando um chimarrão e organizando esse trabalho, equipe completa, equipamentos disponíveis, piscinas prontas para serem utilizadas. Em março de 2022, não tínhamos equipe, nem equipamentos e a piscina encontrava-se em obras. Mas não desistimos e apesar de tudo, foi possível concluir e finalizar essa etapa. O sentimento que fica é somente gratidão!

Assim, primeiramente gostaria de agradecer ao meu querido professor e orientador, Luiz Fernando Martins Kruehl, por ser o primeiro a me mostrar o mundo fascinante que é a pesquisa, o ensino e a extensão, o qual mudou a minha trajetória do início da minha graduação até aqui. Obrigada por me ensinar tanto, estar do meu lado sempre e não me deixar desistir deste trabalho.

Agradeço aos professores da banca avaliadora, Prof. Dr<sup>a</sup>. Cristine, Prof. Dr. Cadore e Prof. Dr. Leandro, por aceitarem avaliar e contribuir nesse trabalho tão importante, e por estarem presente nesse momento tão especial da minha trajetória.

Agradeço também as coorientadoras que passaram pela minha vida lá na graduação, Ana e Thaís, me ensinando no dia a dia como fazer ciência de uma forma mais leve e divertida. Desde então, até hoje são meus exemplos de profissionais e de seres humanos. Obrigada por toda paciência e companheirismo!

Agradeço aos funcionários da ESEFID/UFRGS, do Centro Natatório e do RU (em especial ao meu amigo Robertinho), todos que passaram pela minha trajetória ao longo desses 13 anos de Esefid, por todo auxílio prestado no decorrer desses anos.

Um agradecimento imenso as *gurias* que compuseram a minha amostra! Obrigada pela dedicação, empenho, pelos momentos de diversão e por estarem presentes nos treinos mesmo com toda a insegurança que ainda sentíamos no retorno às atividades após período de isolamento social. Sem vocês esse trabalho não seria possível.

Agradeço imensamente por fazer parte de um grupo de pesquisa tão especial e único! Obrigada GPAT por me ensinar a fazer pesquisa com dedicação, empatia, amor e muito companheirismo!

Sempre digo que o GPAT é sinônimo de família, foi assim que sempre me senti dentro do grupo, acolhida e parte de uma grande família. Obrigada a todos os integrantes que passaram pelo grupo ao longo desses anos, sem dúvidas cada um contribuiu para o meu crescimento e para a realização desse trabalho. Mas algumas pessoas especiais fizeram toda a diferença na minha vida dentro do GPAT, posso dizer que fizeram parte da minha base e me deram força durante meu mestrado e doutorado. Principalmente minhas companheiras e amigas Thaís e Rochelle, não tenho palavras para expressar o quanto são importantes na minha vida e no meu dia a dia, e a falta imensa que me fazem, foi muito difícil não ter vocês por perto. Obrigada por tudo, tudo mesmo! Agradeço também a minha eterna bolsista de iniciação científica, Andressa, pela amizade e por ser a primeira a me ensinar a orientar, transmitindo todo conhecimento que me foi dado. Agradeço a minha parceira de doutorado Cláudia, por ministrar as aulas do treinamento e estão tão presente nesse último ano, obrigada por todo apoio e (por incrível que pareça) por me acalmar diversas vezes ao longo desse processo. Agradeço também ao meu querido colega Gui, por estar do meu lado sempre me auxiliando, mesmo no meio das suas coletas de mestrado. Obrigada Pedro, Artur e Lucas, por também estarem sempre disponíveis e me apoiando em todos os momentos.

Agradeço a minha equipe de coletas, que apesar da falta de experiência no início, se mostraram sempre dispostos a aprender. Obrigada: Rafaela, Gabriel, Sofia, Edu, Fábio e Paulo. Obrigada por estarem comigo em todas as sessões de treinamento e nos dias de coletas. Sem vocês este trabalho não teria sido possível!

Meu agradecimento especial vai para a parte mais importante de mim, minha família! Agradeço ao meu pai, minha mãe, meu irmão e ao meu noivo por nunca terem largado a minha mão. Obrigada por sempre me apoiar, torcer por mim, me dar todo suporte possível e me cuidar sempre que preciso. Vocês fazem parte disso, com toda certeza, sem vocês eu não chegaria até aqui. Obrigada por estarem nesse sonho junto comigo, essa conquista é nossa!

Por fim, agradeço a Deus, ao universo, por me iluminar e colocar pessoas tão especiais no meu caminho ao longo dessa caminhada. Gratidão!

## RESUMO

Treinamentos realizados no meio aquático parecem ser uma ótima opção para a melhora de diversas capacidades físicas. Dentro deste contexto, sabe-se que é possível adquirir aumento de força muscular quando realizado um treinamento de força no meio aquático. No entanto, ainda não foi comparado um treinamento de força realizado no meio terrestre com um treinamento de força realizado no meio aquático. Assim, o objetivo do estudo foi comparar dois modelos de treinamento de força realizados em meio aquático (TFA) e em meio terrestre (TFT) em variáveis neuromusculares de mulheres jovens. O treinamento foi realizado durante 12 semanas com duas sessões semanais. As seguintes avaliações foram realizadas: testes de uma repetição máxima (1RM) e de resistência muscular localizada (RML) de extensores de joelho e de flexores de cotovelos; altura de salto, taxa de produção de força, pico de potência de membros inferiores, através dos saltos *squat jump (SJ)* e *countermovement jump (CMJ)*. Todas as avaliações foram realizadas anteriormente ao treinamento, após 8 e 12 semanas de treinamento. A força dinâmica máxima apresentou incremento do pré para pós-12 semanas de treinamento tanto na extensão de joelhos como na flexão de cotovelos sem diferença entre os grupos. A resistência muscular localizada de extensão de joelhos apresentou aumento do pré-para pós-8 semanas da mesma forma que a resistência muscular localizada de flexão de cotovelos. No entanto, não foi encontrado aumento significativo do pós-8 para o pós-12 semanas na extensão de joelhos nem na flexão de cotovelos em ambos os grupos. Já nas variáveis de altura de salto, taxa de produção de força e pico de potência não foi encontrado diferença significativa entre os grupos e entre os diferentes tempos. Dessa forma, conclui-se que os dois programas de treinamento de força, aquático e terrestre, são capazes de promover aumentos semelhantes na força dinâmica máxima e na resistência muscular localizada de mulheres jovens. Ainda, os dois treinamentos não apresentaram aumentos significativos nas demais variáveis neuromusculares. Como aplicação prática, podemos recomendar a realização

de um treinamento de força no meio aquático como uma alternativa para aumentar os níveis de força e de resistência muscular localizada de mulheres jovens destreinadas.

**Palavras-chave:** exercício aquático; treinamento aquático; treinamento de força; força muscular; força potente.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano

Autora: Bruna Machado Barroso

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Título da tese: Efeitos de dois modelos de treinamento de força realizados em diferentes meios sobre parâmetros neuromusculares de mulheres jovens

Porto Alegre, 2023

## ABSTRACT

Training carried out in the aquatic environment seems to be a great option for improving different physical abilities. Within this context, it is known that it is possible to acquire an increase in muscle strength when strength training is performed in the aquatic environment. However, a strength training carried out in the land environment with a strength training carried out in the aquatic environment has not yet been compared. Thus, the aim of the study was to compare two models of strength training performed in an aquatic environment (TFA) and on land environment (TFT) in neuromuscular variables of young women. The training was carried out for 12 weeks with two weekly sessions. The following evaluations were performed: tests of one repetition maximum (1RM) and localized muscular resistance (LMR) of knee extensors and elbow flexors; jump height, force production rate, power peak of lower limbs, through squat jump (SJ) and countermovement jump (CMJ) jumps. All assessments were performed prior to training, after 8 and 12 weeks of training. Maximum dynamic strength increased from pre- to post-12 weeks of training both in knee extension and in elbow flexion with no difference between groups. The localized muscular resistance of knee extension increased from pre- to post-8 weeks, as well as localized muscular resistance of elbow flexion. However, no significant increase was found from post-8 to post-12 weeks in knee extension or elbow flexion in either group. As for the jump height, force production rate and peak power variables, no significant difference was found between groups and between different times. Thus, it is concluded that the two strength training programs, aquatic and terrestrial, are able to promote similar increases in maximum dynamic strength and localized muscular resistance in young women. Still, the two trainings did not present significant increases in the other neuromuscular variables. As a practical application, we can recommend carrying out strength training in the aquatic environment as an alternative to increase strength levels and localized muscular endurance in untrained young women.

**Key-words:** aquatic exercise; aquatic training; strength training; muscle strength; potent strength.

FEDERAL UNIVERSITY OF RIO GRANDE DO SUL

Post-Graduation Program on Human Movement Sciences

Author: Bruna Machado Barroso

Advisor: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel.

Thesis title: Effects of two models of strength training performed in different media on neuromuscular parameters in untrained young women

Porto Alegre, 2023

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Características e principais resultados de estudos que investigaram a atividade enzimática.....	20
Quadro 2. Características e principais resultados de estudos que investigaram diferentes métodos de treinamento de força.....	29
Quadro 3. Características e principais resultados de estudos que investigaram a atividade neuromuscular de exercícios de força no meio aquático.....	40
Quadro 4. Características e principais resultados de estudos que investigaram a atividade neuromuscular de exercícios de força no meio aquático.....	53
ESTUDO I: 12 semanas de treinamento de força no meio aquático pode atingir os mesmos ganhos de força muscular em mulheres jovens que o treinamento realizado no meio terrestre?	
Quadro 1. Periodização do treinamento de força do grupo no meio aquático.....	63
Quadro 2. Periodização do treinamento de força do grupo no meio terrestre.....	64
ESTUDO II: Efeitos do treinamento de força no meio aquático e no meio terrestre na altura de salto, no pico da taxa de produção de força e pico de potência de mulheres jovens	
Quadro 1. Periodização do treinamento de força do grupo no meio aquático.....	83
Quadro 2. Periodização do treinamento de força do grupo no meio terrestre.....	85

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Sistemas energéticos e suas contribuições aproximadas para exercícios em máxima intensidade.....	18
ESTUDO I: 12 semanas de treinamento de força no meio aquático pode atingir os mesmos ganhos de força muscular em mulheres jovens que o treinamento realizado no meio terrestre?	
Tabela 1. Valores de média e desvio padrão de idade, estatura, massa corporal, índice de massa corporal e percentual de gordura do grupo treinamento de força aquático (TFA) e do grupo treinamento de força terrestre (TFT).....	69
Tabela 2. Força dinâmica máxima e força resistente de extensão de joelhos e flexão de cotovelos pré-treinamento, após 8 semanas de treinamento e após 12 semanas de treinamento.....	70
Tabela 3. Tamanho de efeito calculado para a força dinâmica máxima e força resistente de membros superiores e inferiores.....	70
ESTUDO II: Efeitos do treinamento de força no meio aquático e no meio terrestre na altura de salto, no pico da taxa de produção de força e pico de potência de mulheres jovens.	
Tabela 1. Valores de média e desvio padrão de idade, estatura, massa corporal, índice de massa corporal e percentual de gordura do grupo treinamento de força aquático (TFA) e do grupo treinamento de força terrestre (TFT).....	89
Tabela 2. Altura de salto, taxa de produção de força e pico de potência dos saltos Squat Jump e Counter Movement Jump pré-treinamento, após 8 semanas de treinamento e após 12 semanas de treinamento.....	90
Tabela 3. Tamanho de efeito calculado para altura de salto, taxa de produção de força e pico de potência dos saltos Squat Jump e Counter Movement Jump.....	91

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%G: percentual de gordura

1RM: uma repetição máxima

Ap: área de projeção frontal do corpo/segmento

b.min<sup>-1</sup>: batidas por minuto

Bpm: batimentos por minuto

CR: coeficiente de arrasto

CVIM: contração voluntária isométrica máxima

EM: espessura muscular

EMG: amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico

Ext: extensão

Flex: flexão

IEP: índice de esforço percebido

IMC: índice de massa corporal

PP: pico de potência

PT: pico de torque

PTPF: pico da taxa de produção de força

R: força de arrasto

RML: resistência muscular localizada

TFA: treinamento de força no meio aquático

TFT: treinamento de força no meio terrestre

TPF: taxa de produção de força

V: velocidade

p: densidade da água

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>8</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1. A importância e seu problema .....	14
1.2. OBJETIVO .....	17
1.2.1. OBJETIVO GERAL .....	17
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.3. FORMATO .....	17
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>18</b>
2.1. Treinamento de força tradicional e suas adaptações bioenergéticas .....	18
2.2. Principais tipos de prescrição de cargas no treinamento de força no meio terrestre .....	22
2.3. Comportamento muscular em exercícios realizados no meio aquático .....	36
2.4. Efeitos do treinamento de força no meio aquático .....	46
<b>3. ARTIGOS .....</b>	<b>60</b>
3.1. ESTUDO I: 12 SEMANAS DE TREINAMENTO DE FORÇA NO MEIO AQUÁTICO PODE ATINGIR OS MESMOS GANHOS DE FORÇA MUSCULAR EM MULHERES JOVENS QUE O TREINAMENTO REALIZADO NO MEIO TERRESTRE? .....	60
3.2. ESTUDO 2: EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA NO MEIO AQUÁTICO E NO MEIO TERRESTRE NA ALTURA DE SALTO, NO PICO DA TAXA DE PRODUÇÃO DE FORÇA E NO PICO DE POTÊNCIA DE MULHERES JOVENS .....	80
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>104</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>105</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. A importância e seu problema:**

A realização de exercício físico ao longo da vida é essencial para o desenvolvimento e manutenção de diversas capacidades físicas e psicológicas apresentando uma melhor qualidade de vida independente da população (CONN et al., 2009; LIU et al., 2017; SCHUCH; STUBBS, 2019; VERBURGH et al., 2014). Nos últimos anos têm se dado cada vez mais destaque para a prática de exercício físico devido a diversos estudos que comprovam a sua importância. Assim, há uma grande busca por diferentes modalidades para o suprimento dessas necessidades fisiológicas. Desta maneira o Colégio Americano de Medicina do Esporte recomenda a realização de exercícios aeróbios e de força para que haja desenvolvimento e manutenção da aptidão cardiorrespiratória e neuromuscular (GARBER et al., 2011).

No entanto, nos dias de hoje há uma gama enorme de atividades e modalidades de exercício físico oferecidos para a população. Porém, nem todo indivíduo pode realizar qualquer tipo de exercício, pois dependendo da modalidade pode haver limitações para determinadas populações. Por exemplo, exercícios com alto impacto articular devem ser evitados pela população com sobrepeso e obesidade para evitar desgastes articulares e lesões nesses indivíduos (MEREDITH-JONES et al., 2011). Dessa forma, existem também modalidades que favorecem a prática para algumas populações. Destaca-se exercícios que tornam as atividades mais seguras para a execução em altas intensidades, como por exemplo, as atividades realizadas no meio aquático. Além deste meio atribuir mais segurança na execução de exercícios devido ao menor impacto nas articulações (ALBERTON et al., 2014), ele também proporciona outros benefícios oriundos das propriedades físicas da água.

Apenas o fato de o indivíduo estar em imersão é possível promover adaptações fisiológicas importantes, como a diminuição da pressão arterial e da frequência cardíaca, supressão do sistema renina angiotensina, diminuição do impacto articular, entre outras alterações (ALBERTON et al., 2014; EPSTEIN, 1992; PENDERGAST et al., 2011). Assim, percebe-se que no meio aquático é possível alcançar altas cargas de treinamento proporcionando uma maior segurança durante a execução dos exercícios para muitas populações. O treinamento realizado no meio aquático, também é capaz de proporcionar melhoras em desfechos metabólicos, como níveis glicêmicos e lipídicos (COSTA et al., 2018a; DELEVATTI et al., 2016), desfechos cardiorrespiratórios e neuromusculares (PINTO et al.,

2014, 2015; TAKESHIMA et al., 2002; ZAFFARI, 2014). Desta forma, percebe-se que é possível desenvolver diversas capacidades físicas no meio aquático da mesma maneira que no meio terrestre. Porém, dentro dessas capacidades, há muitas lacunas sobre os ganhos neuromusculares advindos de um treinamento de força realizado no meio aquático.

É possível encontrar na literatura diversos estudos que realizaram treinamento de força no meio aquático, no entanto as metodologias adotadas são muito diferentes, dificultando assim a comparação entre elas. No início das investigações sobre treinamento de força no meio aquático tentava-se reproduzir a mesma metodologia usada no treinamento de força tradicional do meio terrestre, adotando números de séries e de repetições (PÖYHÖNEN et al., 2002). Outros autores, na tentativa de maximizar intensidades, adicionaram equipamentos resistidos para aumentar a área projetada e assim aumentar a resistência (GRAEF et al., 2010; KRUEL et al., 2005). Porém, nos últimos anos tem sido proposta a prescrição através do tempo de execução, na tentativa de alcançar a rota metabólica desejada, e da velocidade máxima (KRUEL et al. 2018), visto que de acordo com a equação geral dos fluídos ( $R= 0,5.\rho.A.v^2.Cd$ ; onde  $\rho$  é a densidade,  $A$  é a área projetada,  $V$  é a velocidade e  $Cd$  o coeficiente de arrasto) a velocidade está ao quadrado e diretamente relacionada com o aumento da resistência ao movimento (ALEXANDER, 1977).

A progressão do treinamento de força no meio aquático prescrito por tempo de execução é realizada através da diminuição do tempo, iniciando com séries mais longas como por exemplo, de 30 segundos de execução (focando na potência do Sistema Glicolítico e na capacidade do Sistema Fosfocreatina) reduzindo o tempo para 20 segundos, 15 segundos e finalizando com 10 segundos de execução (focando na potência do Sistema Fosfocreatina). Assim, acredita-se que a prescrição de treinamento utilizando os princípios das rotas metabólicas seja a estratégia mais interessante para otimizar os ganhos neuromusculares com o treinamento de força no meio aquático.

Diversos estudos com diferentes populações mostraram incremento na força muscular através da prescrição por tempo de execução e velocidade máxima (AMBROSINI et al., 2010; BENTO et al., 2012; BUTTELLI et al., 2015; COLADO et al., 2009, 2012; COSTA et al., 2018c, 2018b; DE SOUZA et al., 2010; GRAEF et al., 2010; KRUEL et al., 2005; PINTO et al., 2014; PÖYHÖNEN et al., 2002; SCHOENELL, 2017; SCHOENELL et al., 2016; TSOURLOU et al., 2006). Porém, em estudos recentes que compararam treinamento de caráter aeróbio, combinado e/ou de força realizados no meio aquático, mostraram incremento na força

muscular independente do treinamento realizado (COSTA et al., 2018b; SCHOENELL, 2017; ZAFFARI, 2014). Estes estudos especulam que estes resultados se devem à resistência que o meio aquático proporciona ao movimento, pois mesmo que o treinamento não tenha ênfase em exercícios de caráter de força, sempre haverá a resistência do meio aquático a ser vencida. Além disso, a população avaliada nestes estudos pode ter interferido nos resultados, pois na maioria das investigações citadas se tratavam de indivíduos idosos e previamente sedentários.

Desta forma, é preciso investigar e entender melhor sobre o treinamento de força realizado no meio aquático, e se é possível obter os mesmos ganhos neuromusculares que um treinamento realizado no meio terrestre em diferentes populações. Na literatura são escassos os estudos que realizaram uma comparação entre o treinamento de força realizado no meio aquático e no meio terrestre (COLADO et al., 2009, 2012; PETRICK et al., 2001), além disso estes estudos são realizados com diferentes populações dificultando a comparação e maiores conclusões sobre os resultados encontrados. Isso pode ocorrer devido à dificuldade de equalizar as cargas e volumes de treinamento dos diferentes meios, visto que no meio aquático não é possível quantificar cargas, enquanto que no meio terrestre a prescrição tradicional é baseada em quantificação de cargas e número de repetições.

É possível perceber a necessidade de mais estudos na literatura que investiguem sobre treinamento de força realizado no meio aquático para obter uma melhor prescrição de treinamento e potencializar os resultados neuromusculares desejados. Além do mais, é extremamente relevante a comparação entre a realização do treinamento de força realizado no meio aquático e no meio terrestre, afim de conhecermos as possíveis diferenças advindas do meio para ganhos neuromusculares. Desta maneira com o objetivo de suprir esta lacuna e contribuir para o conhecimento relacionado ao treinamento de força no meio aquático, elaborou-se o seguinte problema de pesquisa: Existe diferença entre dois modelos de treinamento de força realizados em meio aquático e em meio terrestre nos parâmetros neuromusculares de mulheres jovens destreinadas?

## 1.2. OBJETIVO

### 1.2.1. OBJETIVO GERAL

Comparar os efeitos do treinamento de força no meio aquático e do meio terrestre realizado por mulheres jovens destreinadas após 8 e 12 semanas nas respostas neuromusculares.

### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar os efeitos do treinamento de força no meio aquático e no meio terrestre realizado por mulheres jovens destreinadas após 8 e 12 semanas de treinamento nas seguintes variáveis:

- Força dinâmica máxima de extensão joelhos;
- Força dinâmica máxima de flexão de cotovelos;
- Força resistente de extensão de joelhos;
- Força resistente de flexão de cotovelos;
- Altura do salto *Squat Jump* ;
- Altura do salto *Counter Movement Jump*;
- Pico da taxa de produção de força durante o salto *Squat Jump*;
- Pico da taxa de produção de força durante o salto *Counter Movement Jump*;
- Pico de potência durante o salto *Squat Jump*;
- Pico de potência durante o salto *Counter Movement Jump*;

## 1.3. FORMATO

Esta tese será apresentada em formato de artigo, a qual será dividida em dois artigos principais (Artigo I e Artigo II) após a sessão de revisão de literatura.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Treinamento de força tradicional e suas adaptações bioenergéticas:**

O treinamento de força tornou-se muito popular como forma de exercício físico ao longo dos anos, mostrando-se efetivo para a melhora da aptidão física em geral e também no condicionamento de atletas (FLECK; KRAEMER, 2017). A importância do desenvolvimento e manutenção de diferentes manifestações da força muscular já está bem elucidada na literatura. Estudos atuais demonstram que além do aumento da força muscular, da massa magra e desempenho físico em atividade de vida diária, o treinamento de força pode atribuir outros benefícios à saúde. Esses benefícios estão associados também a melhora da pressão arterial, do perfil lipídico, sensibilidade à insulina e respostas mais positivas diante o tratamento do câncer (COSTA et al., 2019; MACDONALD et al., 2016; MOGHETTI et al., 2016; NILSSON et al., 2016). A partir deste cenário, destaca-se a importância do desenvolvimento destas variáveis relacionadas ao treinamento de força muscular.

Assim, é de extrema relevância elucidarmos os principais mecanismos relacionados ao desenvolvimento dessas capacidades diante o treinamento de força. Desta forma será possível desenvolver métodos semelhantes com diferentes equipamentos e também em outros ambientes, como por exemplo, no ambiente aquático. No entanto antes de discutirmos os benefícios relacionados ao treinamento de força, é importante abordar brevemente a especificidade bioenergética, ponto chave para entendermos o trabalho muscular.

Para que o trabalho muscular aconteça é necessário o fornecimento de energia. Esta energia é fornecida através dos alimentos ingeridos e transformada em energia necessária para ressintetizar o trifosfato de adenosina (ATP) que é a fonte mais importante para a contração muscular. Para isso existem três sistemas energéticos que trabalham simultaneamente de forma coordenada para a produção desta energia, o sistema fosfocreatina, o sistema glicolítico e o sistema oxidativo. A intensidade, duração e modalidade de exercício são decisivas na determinação de qual sistema energético predominará durante o exercício. Desta forma, o sistema fosfocreatina e glicolítico anaeróbio fornecem energia a uma taxa alta para sustentar a contração muscular durante explosões curtas de exercício de alta intensidade. Já o sistema oxidativo predomina durante exercícios de intensidade baixa a moderada de duração mais longa (CHANDLER; BROWN, 2009; GASTIN, 2001) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Sistemas energéticos e suas contribuições aproximadas para exercícios em máxima intensidade.

<b>Sistema energético</b>	<b>Duração</b>
<b>Sistema Fosfocreatina</b>	0-10 s
<b>Sistema Fosfocreatina e Glicolítico (lento)</b>	10-30 s
<b>Sistema Glicolítico (rápido)</b>	30 s – 2 min.
<b>Sistema Glicolítico (rápido) e Oxidativo</b>	2 – 3 min.
<b>Sistema Oxidativo</b>	< 3min.

Fonte: Chandler e Brown, 2009.

Estudos realizados com treinamento de força mostram que a atividade enzimática dos sistemas energéticos pode aumentar após um treinamento específico (COSTILL et al., 1979; GREEN et al., 1999; THORSTENSSON et al., 1976). Thorstenson et al. (1976) realizaram um estudo em que submeteram 14 homens jovens a um treinamento de força. O treinamento teve duração de oito semanas com três sessões semanais. Durante as sessões foi realizado três séries de seis repetições máximas de exercícios de agachamentos e de flexão e extensão de joelhos. Para avaliar a atividade enzimática, foi realizado uma biópsia muscular do músculo vasto lateral. Os autores observaram um aumento significativo de 7,8% da atividade enzimática da miocinase (enzima presente na atividade do sistema Fosfocreatina) após a intervenção.

Também investigando a atividade enzimática após um treinamento de força, Costill et al. (1979) realizaram um treinamento de membros inferiores no dinamômetro isocinético em cinco homens jovens. A intervenção teve duração de sete semanas com quatro sessões semanais, em que uma perna treinou 10 repetições máximas de seis segundos e a outra perna realizou repetições máximas durante 30 segundos, ambas a 180°/s. Através de biópsia muscular foi analisada a atividade enzimática do sistema Fosfocreatina (creatina fosfocinase e miocinase) e do sistema Glicolítico (fosfofrutoquinase) anteriormente e após o período de treinamento do músculo vastolateral. Como resultados os autores observaram um aumento de 12% da atividade enzimática da creatina fosfocinase e miocinase somente após o treinamento de repetições máximas de 30 segundos. Assim, parece que as alterações enzimáticas associadas ao sistema Fosfocreatina estão relacionadas à duração das séries, sugerindo que não ocorrem mudanças com séries de exercícios de seis segundos ou tempo inferior. Além disso, os autores também

observaram um aumento da enzima fosfofrutoquinase (enzima catalisadora da glicólise) de 7% e 18% respectivamente, nas pernas treinadas com séries de seis segundos e 30 segundos. Sugerindo então, que alterações na atividade enzimática relacionadas ao sistema glicolítico podem estar associadas a séries de curta a longa duração.

No estudo de Green et al. (1999) foi proposto que nove indivíduos jovens realizassem um treinamento de força com duração de 12 semanas composto por três sessões semanais. Durante a sessão de treinamento eram realizadas três séries de seis a oito repetições máximas dos exercícios de agachamento, leg press e extensão de joelhos. Anteriormente e após o período de treinamento foi realizado uma biópsia das fibras musculares do músculo vasto lateral para mensurar a atividade enzimática. Como resultado, os autores encontraram um aumento significativo de 13% da enzima glicolítica fosforilase após a intervenção.

Observando os estudos supracitados é possível observar que as adaptações enzimáticas dos sistemas bioenergéticos estão relacionadas com as variáveis agudas do treinamento. Todos tinham como objetivo o aumento da atividade enzimática dos sistemas bioenergéticos anaeróbios, ou seja, sistema Fosfocreatina e Glicolítico, e optaram por séries de curta duração (poucas repetições) e cargas máximas (THORSTENSSON et al. 1976; COSTILL et al. 1979; GREEN et al. 1999) (Quadro 1). Assim, podemos afirmar que programas de treinamento de força devem buscar trabalhar a especificidade dos sistemas bioenergéticos para incrementar as atividades enzimáticas auxiliando por fim na melhora da performance. Desta forma, diversos estudos demonstram melhoras no desempenho da força muscular após intervenções realizadas no meio terrestre trabalhando com duração específicas de séries e repetições. Além disso, já está elucidado na literatura comparações entre protocolos e métodos de treinamento que auxiliam no melhor desempenho de força muscular devido ao treinamento específico dos sistemas bioenergéticos. No entanto, ainda cabe o questionamento sobre a atividade muscular fora do meio terrestre, como por exemplo, a eficiência de estratégias de treinamento de força no meio aquático. Mas ainda são escassos os estudos que analisam esse tipo de intervenção. Assim, é necessário compreender melhor o comportamento muscular durante exercícios e treinamentos de força realizados no meio aquático. Desta forma, será possível afirmar se o meio aquático é uma alternativa para treinamento de força tão eficiente como no meio terrestre.

**Quadro 1.** Características e principais resultados de estudos que investigaram a atividade enzimática:

Estudo	Sujeitos	Duração e frequência de treinamento	Protocolo de treinamento	Principais resultados
THORSTENSSON et al. (1976)	14 homens jovens (19 – 31 anos)	8 semanas 3x por semana	Treinamento de força tradicional: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 rep. máximas</li> <li>• Agachamento e flexão e extensão de joelhos</li> </ul>	↑ 6,5% da razão da área das fibras rápidas/fibras lentas; ↑7,8% da miocinase
COSTILL et al. (1979)	5 homens jovens (26,6±1,3)	7 semanas 4x por semana	Treinamento no dinamômetro isocinético (flexão e extensão de joelhos), cada perna realizou um tipo de treino: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 rep. máximas de 6s – intervalo de 114s.</li> <li>• Rep. máximas durante 30s – intervalo de 20min.</li> </ul>	↑ 12% da creatina fosfocinase e miocinase no treinamento de 30s. ↑7% da fosfofrutocinase no treinamento de 6s. ↑18% da fosfofrutocinase no treinamento de 30s.
GREEN et al. (1999)	9 homens jovens (19,9±0,51)	12 semanas 3x por semana	Treinamento de força tradicional: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3x de 6-8 rep.</li> <li>• Agachamento, <i>leg press</i> e extensão de joelhos.</li> </ul>	↑13% da fosforilase.

Rep.: repetições.

## **2.2. Principais tipos de prescrição de cargas no treinamento de força no meio terrestre:**

Para que determinado treinamento físico apresente resultados positivos é necessário que alguns princípios sejam contemplados. Dentre estes, destaca-se o princípio da adaptação e o princípio da sobrecarga (TUBINO, 1980). Desta forma, adaptações advindas de um treinamento de força estão relacionadas com sobrecargas impostas sobre o sistema neuromuscular e aos sistemas fisiológicos associados (FLECK; KRAEMER, 2017). Para que essa sobrecarga ocorra é necessário a manipulação de diversos fatores, principalmente a intensidade e o volume. No treinamento de força a intensidade dos exercícios é controlada através da carga e do número de repetições (ACMS, 2009). Diante disso, neste capítulo vamos apresentar estudos que utilizaram os dois principais tipos de prescrição de cargas realizados ao longo da história do treinamento de força no meio terrestre, sendo eles: pelo percentual de uma repetição máxima (%1RM) e pelo número de repetições máximas (RMs) (Quadro 2).

Define-se como uma repetição máxima (1RM) a carga máxima que pode ser levantada uma única vez em um determinado exercício. Desta forma, o percentual de 1RM é a carga percentual referente a essa carga máxima (TAN, 1999). Para a prescrição de carga por esse método é necessário obter esse valor testando a repetição máxima (Teste de 1RM) ou prevendo este valor através de um número de repetições máximas com auxílio de uma fórmula ou tabela de conversão (EPLEY, 1985). No entanto, quando a prescrição é realizada por %1RM o teste de 1RM deve ser realizado regularmente (semanalmente) para o reajuste das cargas (FLECK; KRAEMER, 2017). Dessa forma, a prescrição por % de 1RM acaba não sendo o método mais prático para a realidade nas academias devido o tempo despendido para o teste e o risco de lesão que leva o mesmo. Mas apesar disso a prescrição por percentual de 1RM mostra-se muito eficiente para o controle de carga e para melhoras de diversas variáveis relacionadas a força muscular. Contudo, percebe-se que alguns fatores relacionados ao %1RM devem ser considerados quando se prioriza ganhos de variáveis neuromusculares específicas. Um dos fatores a ser considerados é o valor do percentual prescrito, percentuais altos ou baixos podem influenciar em diferentes ganhos de variáveis neuromusculares (CAMPOS et al., 2002; HINMAN; HEYWOOD; TANIMOTO; ISHII, 2006; TANIMOTO et al., 2008; OGASAWARA et al., 2013; MORTON et al., 2016; SCHOENFELD et al., 2017). De acordo com ACSM (2009), existem faixas de determinados números de repetições e percentuais adequados para ênfase na força máxima (1-12 repetições a 70%RM ou mais), hipertrofia (oito a 12 repetições a 70-85%RM), resistência muscular (10 a 25 repetições a <70%RM) e potência muscular (três a seis repetições a 30-60%RM). No entanto, além da carga e do número de

repetições, existem outros fatores que também influenciam na ênfase das diferentes manifestações de força, como a velocidade de execução e volume de sessão (CANNON; MARINO, 2010; FINK; KIKUCHI; NAKAZATO, 2018; MARTORELLI et al., 2017; MITCHELL et al., 2012a; RANA et al., 2008).

No estudo de Cannon e Marino (2010) avaliaram a força muscular e o volume de massa magra em diferentes volumes de sessão realizado com mulheres jovens e idosas previamente não treinadas. Elas foram divididas em dois grupos de treinamento: grupo série simples (SS; 1x 10 repetições a 50 a 75% de 1RM) e grupo séries múltiplas (SM; 3X 10 repetições a 50 a 75% de 1 RM). Foi realizado os exercícios de flexão e extensão de joelhos, duas vezes na semana durante 10 semanas. Após o período de intervenção ambos os grupos apresentaram aumentos significativos da força muscular dinâmica máxima (SS: 24% e SM: 27%) e no volume de massa magra (SS: 9,6% e SM: 7,8%), sem diferença significativa entre eles. Além disso, não foram observadas interações entre idade e volume de treinamento ao longo do tempo. Desta forma, os autores concluíram que alto ou baixo volume de séries na fase inicial de treinamento com indivíduos previamente sedentários, é capaz de promover ganhos de hipertrofia e força muscular.

Além disso, diferentes cargas de treinamento também podem influenciar nos ganhos de força máxima e hipertrofia. No estudo de Ogasawara et al. (2013) nove homens jovens foram submetidos a um treinamento de seis semanas com alta carga (AC) (três séries de 10 repetições a 75% de 1RM) com três sessões semanais, sendo executado o exercício supino. Após esse período os indivíduos realizaram um período de destreino de 12 meses e em seguida iniciaram um treinamento com baixa carga (BC) de seis semanas com três sessões semanais (quatro séries a 30% de 1RM com repetições até a fadiga voluntária). Como resultados os autores encontraram aumentos significativos da área de secção transversa dos músculos tríceps braquial (AC: 11,9%; BC: 9,8%) e peitoral maior (AC: 17,6%; BC: 21,1%) em ambos os grupos, sem diferença entre eles. Já para a CVM de extensão de cotovelos ambos os grupos apresentaram aumentos significativos, porém o grupo AC apresentou maiores incrementos comparado com o grupo BC, 13,9% e 6,5% respectivamente. O mesmo comportamento foi observado para a força dinâmica máxima (1RM), incrementos significativos para os dois grupos, no entanto valores maiores para o grupo AC comparado com o grupo BC, 21% e 8,6% respectivamente. Os autores acreditam que essa diferença entre os grupos nas variáveis de força seja devido ao fato de que o período de destreino não foi o suficiente para os valores terem retornado a linha de base. No

entanto, parece que altas cargas sejam mais eficientes para adaptações na força máxima e se o objetivo é hipertrofia muscular, o treinamento com baixas cargas também se apresenta eficaz.

Também comparando diferentes cargas e volumes, Morton et al. (2016) realizaram um treinamento de 12 semanas com 49 homens jovens treinados. Esses indivíduos foram divididos em dois grupos, um grupo que realizou altas repetições por série (AR) utilizando cargas de 30 a 50% de 1RM por 20 a 25 repetições (n=24) e um grupo que realizou baixas repetições por série (BR) utilizando 75–90% 1RM por 8 a 12 repetições (n=25). Eram realizadas três séries de cada exercício e a frequência semanal da intervenção foi de quatro vezes. Os indivíduos realizaram os exercícios de *leg press* (LP), supino (SU), prancha, *shoulder press* (SP), rosca bíceps, tríceps francês e extensão de joelhos (EJ). Após a intervenção ambos os grupos apresentaram aumentos significativos na força muscular em todos os exercícios avaliados (valores expressos pela média ponderada – LP: 35%; EJ: 28%; SP: 18%; SU: 11%) sem diferença entre os grupos. No entanto, a mudança no SU foi maior no grupo BR (aumento de 14 kg) comparado com o grupo AR (aumento de 9 kg). Os autores afirmam que esses resultados mostram que jovens treinados podem apresentar ganhos significativo de força em ambos protocolos de treinamento.

Alguns estudos também realizaram a prescrição do treinamento de força por percentuais de 1RM porém sem um determinado número de repetições, mas até a falha muscular com o objetivo de intensificar os ganhos. Como no estudo de Tanimoto e Shii (2005), no qual todas as séries eram realizadas até a falha, porém comparou diferentes intensidades e velocidades de execução. Eles submeteram 24 homens jovens a três diferentes protocolos de treinamento com diferentes intensidades, com oito indivíduos em cada grupo. Os treinamentos seguiam os seguintes protocolos: Baixa intensidade com velocidade lenta (BL), cargas de 50% de 1RM realizando em 3 segundos para ações excêntricas e concêntricas; Alta intensidade com velocidade normal (AN), cargas de 80% de 1RM realizadas em 1 segundo para ações excêntricas e concêntricas; Baixa intensidade com velocidade normal (BN), cargas de 50% de 1RM realizando em 1 segundo para cada fase. Todas as séries eram realizadas até a exaustão. Cada sessão de exercícios foi composta por três séries e o treinamento teve duração de 12 semanas com três sessões semanais. Como resultados foram encontrados aumentos significativos na área de secção transversa dos músculos extensores de joelhos nos grupos BL e AN, 5,4% e 4,3% respectivamente, sem alterações significativas do grupo BN. Já para a força dinâmica máxima, foi apresentado aumentos significativos em todos os grupos, 21% para o BL, 24% para o AN e 14% para o BN.

Após este estudo, Tanimoto et al. (2008) realizaram outro estudo com o mesmo objetivo, porém com outros exercícios e adotando também um grupo controle. Assim, 36 homens jovens foram divididos em três grupos (12 indivíduos em cada grupo), onde realizaram os exercícios de agachamento, supino, puxada, abdominal e extensão lombar, três séries de cada. O grupo Baixa intensidade com velocidade lenta (BL), adotou cargas em torno de 55-60% de 1RM realizando em 3 segundos para ações excêntricas e concêntricas. O grupo Alta intensidade com velocidade normal (AN) com cargas de em torno de 80-90% de 1RM realizadas em 1 segundo para ações excêntricas e concêntricas. O terceiro grupo foi um grupo controle que não realizou nenhuma intervenção. Os treinamentos tiveram duração de 13 semanas e uma frequência semanal de três vezes. Como resultados foi encontrado aumento significativo na espessura muscular no grupo BL de 6,8% e no grupo AN de 9,1%, na soma dos cinco grupos musculares sem diferença entre eles. Além disso, aumentos significativos na força muscular também foram encontrados no grupo BL e AN, 33% e 41% respectivamente, sem diferença entre eles. O grupo controle não teve alterações significativas nas variáveis mensuradas. Assim, os autores sugerem que treinar com baixa carga, porém com execução lenta, pode obter os mesmos ganhos que o treinar com altas cargas em velocidade normal.

Além da velocidade, a prescrição do número de séries associada com a intensidade, também pode gerar diferentes estímulos. No estudo de Mitchell et al. (2012), foram avaliadas três diferentes intensidades e volumes de treinamento de força durante 10 semanas prescritos por % 1RM com repetições até a falha. A amostra foi composta por 18 homens jovens, o exercício realizado foi o de extensão de joelhos e a frequência semanal de três sessões. Os indivíduos foram randomizados nos seguintes grupos: uma série de 80% até a falha muscular (80%-1); uma série de 30% até a falha muscular (30%-1); e três séries de 80% até a falha muscular (80%-3). Após o período de intervenção todos os grupos apresentaram aumentos significativos nos valores de 1RM, no entanto com maiores incrementos nos grupos 80%-1 e 80%-3. Já na contração isométrica voluntária máxima (CVM) todos os grupos tiveram aumentos significativos semelhantes (80%-1: 22%; 80%-3: 26%; 30%-1: 22%), sem diferença entre eles assim como na área de secção transversa do músculo quadríceps (80%-1: 3,2%; 80%-3: 7,2%; 30%-1: 6,8%). Sendo assim, é possível perceber respostas diferentes de variáveis específicas frente a estímulos distintos.

No entanto, treinar até a falha muscular nem sempre apresenta maiores ganhos. Martonelli et al. (2017) compararam um protocolo de treinamento até a falha, com outros dois protocolos com número de repetições pré-definidas. O estudo foi realizado com mulheres

jovens e além de avaliar a força muscular também avaliaram o pico de torque. A intervenção teve duração de 10 semanas onde 89 mulheres foram divididas em três grupos: grupo repetições até a falha mecânica (RF; três séries de repetições até a falha); grupo repetições para não falhar com volume equalizado (RSFV; quatro séries de sete repetições); e grupo repetições sem falha (RSF; três séries de sete repetições). Todos os grupos realizaram o exercício de flexão de cotovelo bilateral e treinaram duas vezes na semana usando carga de 70% de 1RM. Após a intervenção, houve aumento significativo da força dinâmica máxima (1RM) em todos os grupos (TE: 0,99 para RF; TE: 1,00 para RSF; TE: 1,26 para RSFV) sem diferença entre eles. Além disso, o pico de torque a  $60^{\circ}.s^{-1}$  apresentou aumento no grupo RSFV (TE: 0,56) e não mostrou alteração significativa nos grupos RSF (TE: 0,41) e RF (TE: 0,07). No entanto, aumentos significativos foram encontrados no pico de torque a  $180^{\circ}.s^{-1}$  no RSFV (TE: 0,63) e no grupo RSF (TE: 0,19), mas nenhuma alteração foi observada no grupo RF (TF: -0,02). A espessura muscular também apresentou diferente comportamento entre os grupos. Aumentos significativos foram encontrados nos grupos RF e RSFV (TE: 0,57; TE: 0,50, respectivamente), mas sem alterações no grupo RSF (TE: 0,09). Esses resultados parecem demonstrar que não há necessidade de treinar até a falha mecânica muscular para obter diferentes ganhos neuromusculares. Inclusive sugerem que treinar até a falha pode prejudicar os ganhos no pico de torque.

Todos os estudos citados até então utilizaram o percentual de 1RM para sua prescrição. Esse método costuma ser muito utilizado para o controle de carga durante treinamentos de força, no entanto necessita de testes regulares para o reajuste das cargas. Além disso, parece haver uma variação no número de repetições entre indivíduos treinados e não treinados quando utilizam o mesmo percentual de 1RM (HOEGGER et al., 1990; SHIMANO et al., 2006). Assim, nos últimos tempos a prescrição por repetições máximas (RMs) começou a ser cada vez mais realizada. Da mesma maneira que existem faixas de percentuais de 1RM determinadas para ênfase em diferentes manifestações de força, a prescrição por RMs também apresenta cargas específicas para tais ganhos. Visto isso, ganhos ótimos para a força muscular são obtidos com cargas de até 6RMs, mas isso não quer dizer que não haverá incrementos na hipertrofia ou resistência muscular, apenas não serão otimamente treinadas. Para otimizar os ganhos nessas características, indica-se de 6-12RMs para hipertrofia e 15-23RMs para a resistência muscular localizada (CHANDLER; BROWN, 2009). Na literatura encontra-se estudos que avaliaram diferentes cargas e volumes prescritos por RMs.

No estudo de Campos et al. (2002), eles avaliaram 32 homens jovens em diferentes intensidades de treinamento de força durante oito semanas de intervenção. Os indivíduos foram divididos em quatro grupos: grupo de repetição baixa (RB n=9) que realizou 3 – 5 repetições máximas (RM) em quatro séries de cada exercício; grupo de repetição intermediária (RI, n=11) que realizou 9 – 11 RM em três séries de cada exercício; o grupo de repetição alta (RA n=7) que realizou 20-28 RM em duas séries de cada exercício; e o grupo controle (COM, n=5) que não realizou nenhuma intervenção. Três exercícios foram realizados (LP - *leg press*; AG – agachamento; EJ - extensão do joelho) e a frequência semanal nas primeiras quatro semanas foi de dois dias e nas quatro últimas semanas passou para três dias. Os autores encontraram aumentos significativos na força máxima em todos os três grupos de treinamento em comparação aos valores pré-treinamento, sem diferenças para o GC. No entanto, na comparação entre os grupos, o grupo RB (LP: ~40%; AG: ~50%; EJ: ~35%) apresentou maiores ganhos comparado com os grupos RI (LP: ~30%; AG: ~40%; EJ: ~30%) e RA (LP: ~18%; AG: ~38%; EJ: ~30%) em todos os exercícios avaliados. Os resultados para a resistência muscular localizada (mensurada através do número de repetições com cargas de 60% 1RM) do exercício de agachamento mostrou aumento significativo em todos os grupos, no entanto com maiores incrementos para o grupo RA (RA: ~45%; RI: ~37%; RB: ~16%). Já no exercício de leg press (RA: ~50%; RI: ~12%; RB: ~18%) e extensão de joelhos (RA: ~43%; RI: ~20%; RB: ~16%), apenas o grupo RA apresentou aumentos significativos e sem alterações para o grupo CON. Esses resultados acabam demonstrando que diferentes manipulações de cargas causam estímulos distintos promovendo diferentes adaptações.

No entanto outros fatores, como a velocidade de execução, influenciam na prescrição por repetições máximas nos ganhos de diferentes variáveis neuromusculares. Visto isso, o estudo de Rana et al. (2008) teve como objetivo investigar diferentes protocolos de treinamento de força prescritos por repetições máximas em diferentes volumes e velocidades. Participaram do estudo 34 mulheres jovens, durante seis semanas de treinamento com frequência semanal de duas sessões na primeira semana e três sessões nas cinco últimas semanas. Foram divididas em quatro grupos: grupo controle (GC; sem intervenção), grupo treinamento de resistência muscular de baixa velocidade (BV; 6-10 RMs com 10s durante a ação concêntrica e 4s na excêntrica), grupo de treinamento de força tradicional (TF; 6 – 10 RMs com 1s durante ação concêntrica 2s na excêntrica) e grupo de treinamento de resistência muscular tradicional (TR; 20 – 30 RMs com 1s durante ação concêntrica 2s na excêntrica). Os exercícios realizados foram o *leg press* (LP), extensão de joelhos (EJ) e agachamento (AG). Após o período de intervenção

os resultados para força muscular demonstraram que o grupo TF obteve maiores valores de aumento em todos os exercícios (LP: 62%; EJ: 53%; AG: 46%) comparado com os grupos BV (LP: 26%; EJ: 30%; AG: 26%) e TR (LP: 23%; EJ: 17%; AG: 22%). Já para a resistência muscular do exercício LP o grupo TF não apresentou aumentos significativos (13%), diferentemente dos grupos BV (33%) e TR (54%). Nos exercícios de agachamento (TF: 58%; BV: 47%; TR: 72%) e extensão de joelhos (TF: 47%; BV: 16%; TR: 57%) todos os grupos apresentaram aumentos significativos com maiores valores observados para os grupos TF e TR. Esses resultados parecem demonstrar que a realização dos exercícios em baixa velocidade não apresenta vantagens comparado com os demais tipos de treinamentos.

Além da carga, do volume e da velocidade de execução, o tempo de recuperação também é uma importante variável a ser manipulada quando se prescreve um treinamento de força, principalmente quando realizado por repetições máximas. Fink et al. (2016), realizaram um estudo com 20 homens jovens, onde 10 indivíduos treinaram com um tempo curto de recuperação (30s) porém com baixa carga (BC; 20 RMs), e os outros 10 indivíduos com tempo de recuperação longo (3 min), porém com alta carga (AC; 8 RMs). O treinamento teve duração de oito semanas, frequência semanal de 3 sessões e foram realizados três exercícios para bíceps e três para tríceps. Após o período de intervenção apenas o grupo AC apresentou incrementos significativos na força isométrica máxima (CVM) de 7,8%, e curiosamente o grupo BC demonstrou uma diminuição não significativa dos seus valores iniciais de 5,9%. Para a área de secção transversa do braço ambos os grupos apresentaram aumentos significativos, porém o grupo BC demonstrou maior percentual de aumento comparado com o AC, 9,93% e 4,73% respectivamente. Os autores concluem que uma recuperação curta combinada com o treinamento de baixa carga pode induzir uma grande quantidade de estresse metabólico, levando à melhora da hipertrofia muscular, enquanto que a recuperação prolongada com o treinamento de alta carga pode levar a aumentos superiores de força.

Observando os estudos que utilizaram intervenções com treinamento de força tradicional, é possível perceber uma gama de fatores que interferem nos ganhos das variáveis neuromusculares. Diferentes manipulações de carga, volume, velocidade de execução de movimento e tempo de recuperação entre série são alguns fatores do treino que influenciam diretamente, independente se prescrito por % 1RM ou RMs. Está claro que para a prescrição do treino é necessário estipular os objetivos desejados, pois diferentes manipulações causam adaptações distintas. Por esse motivo, é possível questionarmos se esses fatores que influenciam no treinamento de força tradicional também se aplicam da mesma forma fora dele, como por

exemplo em um treino específico de força no meio aquático. Visto isso, é necessário observarmos o que há atualmente de estudos que manipularam diferentes formas de treinamento de força no meio aquático, bem como o comportamento neuromuscular em exercícios específicos. Desta forma, podemos levantar questões relevantes e explorarmos maneiras de comparação com o treinamento de força tradicional a fim de buscarmos a mesma eficiência.

**Quadro 2.** Características e principais resultados de estudos que investigaram diferentes métodos de treinamento de força no meio terrestre.

Estudo	Sujeitos	Duração e frequência de treinamento	Protocolo de treinamento	Principais resultados
Campos et al. (2002)	Homens jovens (22±5,8 anos)	8 semanas  2x da semana 1 a 4;  3x da semana 5 a 8.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grupo de repetição baixa (RB): 3 – 5 RMs para 4 séries de cada exercício;</li> <li>Grupo de repetição intermediária (RI): 9 – 11 RMs para 3 séries de cada exercício;</li> <li>Grupo de repetição alta (RA): 20-28 RMs para 2 séries de cada exercício.</li> <li>Grupo Controle (CON): sem intervenção.</li> </ul> <p><b>Exercícios:</b> leg press (LP); Agachamento (AG); Extensão do joelho (EJ).</p>	<p><b><u>1RM:</u></b></p> <p><b><u>RB:</u></b> LP: ↑~40%; AG: ↑~50%; EJ: ↑~35%;</p> <p><b><u>RI:</u></b> LP: ↑~30%; AG: ↑~40%; EJ: ↑~30%;</p> <p><b><u>RA:</u></b> LP: ↑~18%; AG: ↑~38%; EJ: ↑~30%;</p> <p><b><u>RML:</u></b></p> <p><b><u>RB:</u></b> LP: ↑~18%; AG: ↑~16%; EJ: ↑~16%;</p> <p><b><u>RI:</u></b> LP: ↑~12%; AG: ↑~37%; EJ: ↑~20%;</p> <p><b><u>RA:</u></b> LP: ↑~50%; AG: ↑~45%; EJ: ↑~43%;</p>
Tanimoto e Shii (2005)	24 homens jovens (19±0,8 anos)	12 semanas  3x por semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baixa intensidade com velocidade lenta (BL) –50% 1RM com velocidade de 3s para cada contração.</li> </ul>	<p><b><u>Área de secção transversa – Extensores de Joelhos</u></b></p> <p>BL: ↑ 5,4%;</p>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta intensidade com velocidade normal (AN) – 80% 1RM com velocidade de 1s para cada contração.</li> <li>Baixa intensidade com velocidade normal (BN) – 50% 1RM com velocidade de 1s para cada contração.</li> </ul> <p><b>Exercício:</b> Extensão de Joelhos</p>	AN: ↑ 4,3%; BN: sem alterações.  <b><u>IRM:</u></b> BL: ↑ 21%; AN: ↑ 24%; BN: ↑ 14%.
Rana et al. (2008)	34 mulheres jovens (21,1±2,7 anos)	6 semanas  2x na semana 1.  3x da semana 2 – 6.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grupo treinamento de resistência muscular de baixa velocidade (BV): 6-10 RMs com 10s durante a ação concêntrica e 4s na excêntrica;</li> <li>Grupo de treinamento de força tradicional (TF): 6 – 10 RMs com 1s durante ação concêntrica e 2s na excêntrica;</li> <li>Grupo de treinamento de resistência muscular tradicional (TR): 20 – 30 RMs com 1s durante ação concêntrica e 2s na excêntrica;</li> </ul>	<b><u>IRM:</u></b> <u>TF:</u> LP: ↑ 62%; EJ: ↑ 53%; AG: ↑ 46%; <u>BV:</u> LP: ↑ 26%; EJ: ↑ 30%; AG: ↑ 26%; <u>TR:</u> LP: ↑ 23%; EJ: ↑ 17%; AG: ↑ 22%;  <b><u>RML:</u></b> <u>TF:</u> LP: ↑ 13%; EJ: ↑ 47%; AG: ↑ 58%; <u>BV:</u> LP: ↑ 33%; EJ: ↑ 16%; AG: ↑ 47%; <u>TR:</u> LP: ↑ 54%; EJ: ↑ 57%; AG: ↑ 72%;

			<ul style="list-style-type: none"> <li>Grupo controle (CON): sem intervenção.</li> </ul> <p><b>Exercícios:</b> leg press (LP), extensão de joelhos (EJ) e agachamento (AG).</p>	
Tanimoto et al. (2008)	36 homens jovens (19±0,7 anos)	13 semanas  3x por semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baixa intensidade com velocidade lenta (BL) – 55-60% 1RM com velocidade de 3s para cada contração.</li> <li>Alta intensidade com velocidade normal (AN) – 80-90% 1RM com velocidade de 1s para cada contração.</li> <li>Grupo Controle: sem intervenção.</li> </ul> <p><b>Exercícios:</b> agachamento, supino, puxada, abdominal e extensão lombar.</p>	<p><b><u>Espessura Muscular</u></b></p> <p>BL: ↑ 6,8%</p> <p>AN: ↑ 9,1%</p> <p>CON: sem alterações.</p> <p><b><u>1RM:</u></b></p> <p>BL: ↑ 33%;</p> <p>AN: ↑ 41%;</p> <p>CON: Sem alterações.</p>
Cannon e Marino (2010)	Mulheres jovens (23,8±2,7 anos) e idosas (67,6±6,3 anos)	10 semanas  3x semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grupo série simples (SS) -1x 10 rep.- 50 a 75% de 1RM;</li> <li>Grupo séries múltiplas (SM) – 3x 10 rep. - 50 a 75% de 1RM.</li> </ul> <p><b>Exercício:</b> Agachamento.</p>	<p><b><u>1RM:</u></b></p> <p>SS: ↑ 24%;</p> <p>SM: ↑ 27%;</p>

				<p><b><u>Espessura Muscular:</u></b></p> <p>SS: ↑9,6%</p> <p>SM: ↑7,8%</p>
Mitchell et al. (2012)	18 homens jovens (21±0,8 anos)	10 semanas 3x por semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 série de 80%RM até a falha muscular (80%-1);</li> <li>• 3 séries de 80%RM até a falha muscular (80%-3);</li> <li>• 1 séries de 30%RM até a falha muscular (30%-1);</li> </ul> <p><b>Exercício:</b> Extensão de joelhos.</p>	<p><b><u>IRM:</u></b></p> <p>↑ em todos os grupos com maiores incrementos nos grupos 80%-1 e 80%-3.</p> <p><b><u>CVM</u></b></p> <p>80%-1 → ↑ 22%</p> <p>80%-3 → ↑ 26%</p> <p>30%-1 → ↑ 22%</p> <p><b><u>Área de secção transversa - Quadríceps:</u></b></p> <p>80%-1 → ↑ 3,2%</p> <p>80%-3 → ↑ 7,2%</p> <p>30%-1 → ↑ 6,8%</p>
Ogasawara et al. (2013)	9 homens jovens (25±3 anos)	6 semanas de cargas altas (CA)  - 3x por semana  12 meses de destreino	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CA: 3 séries de 10 rep. a 75%RM.</li> <li>• CB: 4 séries de repetições até a fadiga voluntária a 30%RM.</li> </ul>	<p><b><u>IRM:</u></b></p> <p>AC: ↑ 21%</p> <p>BC: ↑ 8,6%</p> <p><b><u>CVM</u></b></p> <p>AC: ↑ 13,9%</p> <p>BC: ↑ 6,5%</p> <p><b><u>Área de secção transversa - Tríceps:</u></b></p>

		6 semanas de cargas baixas (CB) - 3x por semana		AC: ↑ 11,9% BC: ↑ 9,8% <b><u>Área de secção transversa – Peitoral Maior:</u></b> AC: ↑ 17,6% BC: ↑ 21,1%
Morton et al. (2016)	49 homens jovens (23±1 anos)	12 semanas  4x por semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altas repetições por série (AR) – 30-50% de 1RM por 20-25 rep.</li> <li>• Baixas repetições por série (BR) - 75–90% 1RM por 8-12 rep.</li> </ul> <p><b>Exercícios:</b> leg press (LP), supino (SU), extensão de joelhos (EJ), shoulder press (SP).</p> <p>- 3 séries de cada exercício até a falha.</p>	<b><u>IRM:</u></b> Aumento representado pela média ponderada de ambos os grupos: LP: ↑ 35% EJ: ↑ 28%; SP: ↑ 18%; SU: ↑ 11%. *Diferença entre os grupos apenas para o SU: BR: ↑ 14kg AR: ↑ 9kg.
Fink et al. (2016)	20 homens jovens (19±1 anos)	8 semanas  3x na semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo tempo curto de recuperação (30s) com baixa carga (BC) - 20 RMs.</li> </ul>	<b><u>CVM:</u></b> <b><u>BC:</u></b> ↑ 5,9%; <b><u>AC:</u></b> ↑ 7,8%; <b><u>Área de secção transversa:</u></b>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>Grupo tempo longo de recuperação (3min) com alta carga (AC) - 8 RMs.</li> </ul> <p><b>Exercícios:</b> rosca bíceps, rosca scott, rosca bíceps martelo, supino reto, tríceps francês, tríceps testa.</p>	<p><u>BC:</u> ↑ 9,93%</p> <p><u>AC:</u> ↑ 4,73%</p>
Martonelli et al. 2017	89 mulheres jovens (21±9 anos)	10 semanas  2x por semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Repetições até a falha mecânica (RF) – 3 séries de rep. até a falha.</li> <li>Repetições para não falhar com volume equalizado (RSFV) - 4 séries de 7 rep.</li> <li>Repetições sem falha (RSF) - 3 séries de 7 rep.</li> </ul> <p><b>Exercícios:</b> Flexão e extensão de cotovelos.</p>	<p><b><u>IRM:</u></b> RF: TE= 0,99; RSF: TE= 1,00; RSFV: TE= 1,26.</p> <p><b><u>Pico de torque a 60°.s-1:</u></b> RSFV: TE= 0,56; RSF: TE= 0,41; RF: TE= 0,07.</p> <p><b><u>Pico de torque a 180°.s-1:</u></b> RSFV: TE= 0,63; RSF: TE= 0,19; RF: TE= -0,02.</p> <p><b><u>Espessura Muscular:</u></b> RSFV: TE= 0,50; RSF: TE= 0,09; RF: TE= 0,57.</p>

RM: repetição máxima; CVM: contração voluntária isométrica máxima; s: segundos; min.: minutos;

### **2.3. Comportamento muscular em exercícios realizados no meio aquático:**

Investigar o comportamento da atividade neuromuscular agudamente durante determinados exercícios, é necessário para prescrever e presumir possíveis adaptações crônicas. Algumas questões sobre exercícios realizados no meio aquático já estão elucidadas na literatura, como por exemplo a contração isométrica voluntária máxima, onde já foi demonstrado que é semelhante entre o meio aquático e meio terrestre (PINTO et al., 2010). Além disso, sabe-se que é preciso levar em conta as propriedades físicas da água para prescrever qualquer tipo de treinamento neste meio. Quando falamos em treinamento de força, devemos observar a equação geral dos fluídos, ou seja, a força de arrasto/resistência ao avanço. Essa equação é expressa da seguinte maneira:  $R = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot C_d$ , em que R é a resistência ao avanço,  $\rho$  é a densidade do fluído, A é a área projetada, v é a velocidade e  $C_d$  o coeficiente de arrasto (ALEXANDER, 1977). Desta forma, para buscar altas intensidades, ou seja, maior resistência ao avanço, manipula-se velocidade de execução e área projetada. Porém, visto que na equação dos fluídos a velocidade está elevada ao quadrado ela torna-se o fator mais importante a se priorizar. No entanto, o comportamento da ativação muscular em exercícios realizados no meio aquático em diferentes prescrições e formas de execução é um assunto relativamente recente na literatura. Ainda há muitas lacunas a serem preenchidas quando se trata de treinamento de força no meio aquático. Alguns estudos transversais analisaram o comportamento da atividade neuromuscular em diferentes exercícios, intensidades e musculaturas (Quadro 3).

Um dos primeiros estudos a investigar a atividade neuromuscular de determinado movimento dentro do meio aquático foi o de Pöyhönen et al. (2001b). Participaram do estudo 18 sujeitos (10 mulheres e 8 homens) e foi analisada a atividade eletromiográfica da musculatura antagonista do exercício de flexão e extensão de joelho dentro da água. Para isso foi realizado séries múltiplas do exercício com repetições na máxima velocidade. Os resultados mostraram que há uma grande atividade concêntrica da musculatura agonista no início do movimento, tanto de flexão como de extensão, porém, da metade para o final da amplitude do movimento, ocorre um aumento na atividade da musculatura antagonista, com redução da atividade agonista, diminuindo a aceleração, freando o movimento, e assim, mudando o sentido do membro em movimento, tanto no caso da flexão para a extensão ou vice-versa. Sugerindo assim que quando o exercício é realizado em máxima velocidade promove-se alta atividade excêntrica da musculatura. Além disso, analisou a velocidade angular do exercício de flexão e

extensão de joelhos com equipamento e sem equipamento resistivo, verificando maiores valores de velocidade para a situação sem equipamento devido a menor área projetada.

No estudo de Black (2005) foi avaliado o exercício de flexão e extensão de quadril com o joelho estendido realizado por mulheres jovens. O exercício foi realizado com e sem equipamento nas cadências 40, 60 e 80 bpm e máxima velocidade. Os resultados demonstraram que a velocidade angular média do exercício aumentou com a progressão das cadências tanto na situação com equipamento como na situação sem equipamento. Ainda, a velocidade angular apresentou maiores valores na máxima velocidade de execução em ambas situações. No entanto, na situação sem equipamento os valores de velocidade média alcançados foram significativamente maiores comparados com a situação com equipamento. Conseqüentemente a ativação neuromuscular dos músculos reto femoral e bíceps femoral aumentaram sua atividade conforme o aumento da cadência. Dessa forma apresentaram maior ativação na máxima velocidade em ambas situações (com e sem equipamento), sem diferença entre elas, confirmando a importância da velocidade de execução em exercícios realizados no meio aquático.

Também em velocidade máxima, Colado et al. (2008) analisaram a atividade eletromiográfica do músculo peitoral maior, deltóide superior e paraespinal lombar, durante os exercícios de adução e abdução horizontal de ombro realizados no meio aquático e meio terrestre. O estudo foi realizado com homens jovens já familiarizados com exercícios aquáticos e praticantes de treinamento de força no meio terrestre. No meio aquático eles realizavam os exercícios em uma cadência em que eles executassem 15 repetições na velocidade máxima utilizando equipamento resistivo. Já no meio terrestre os exercícios foram realizados em uma máquina que permitia o mesmo movimento realizado em água, com a mesma cadência e foram feitas uma série de 15 repetições para abdução e outra série de 15 repetições para adução. Os resultados não demonstraram diferença significativa entre os meios realizados, tanto para o músculo peitoral maior, como para o deltóide superior, mas apresentou uma maior ativação do músculo paraespinal lombar no meio aquático comparado ao meio terrestre. Sugerindo que a instabilidade no meio aquático é muito maior, necessitando assim de uma acentuada ativação da musculatura da coluna vertebral para manter o equilíbrio.

Pinto et al. (2011) verificaram a realização dos exercícios flexão e extensão de cotovelo, combinado com a corrida estacionária em diferentes situações: sem equipamento, com equipamento resistivo e com equipamento flutuador. O exercício foi realizado em nas cadências

80 bpm, 100 bpm e máxima velocidade. Além da atividade eletromiográfica dos músculos bíceps braquial, tríceps braquial, bíceps femoral e reto femoral, também foram monitorados a frequência cardíaca e o consumo de oxigênio. Nas respostas neuromusculares, foram encontradas diferenças significativas entre as cadências, mostrando uma maior ativação da musculatura durante a cadência máxima. Não houve diferença nos resultados com a utilização ou não do equipamento, somente na ativação muscular do músculo tríceps braquial e bíceps femoral que aumentaram com a utilização dos equipamentos. Por fim, o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca se mostraram maiores com a utilização de equipamentos comparada quando não utilizado. Demonstrando que as respostas cardiorrespiratórias foram maiores com a utilização de equipamentos em cadências submáximas, e as respostas neuromusculares foram otimizadas quando aumentada a cadência de execução, ou seja, aumentando a velocidade.

Em um estudo de Alberton et al. (2011) observaram os efeitos da velocidade de execução na ativação muscular durante a realização do exercício de corrida estacionária no meio aquático e meio terrestre. O exercício foi realizado em diferentes cadências: 60, 80 e 120 bpm e máximo esforço e os músculos analisados foram o reto femoral, bíceps femoral, semitendinoso e vasto lateral. As respostas neuromusculares não demonstraram um aumento significativo entre as cadências submáximas para todos os músculos, havendo apenas diferença significativa entre as cadências submáximas e a intensidade correspondente ao máximo esforço. Demonstraram então que somente a intensidade do máximo esforço foi suficiente para acarretar uma maior atividade muscular durante o exercício da corrida.

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

Bagatini (2016) realizou um estudo com mulheres jovens e analisou o exercício de chute frontal com equipamentos resistivos e flutuantes nos tornozelos e sem equipamentos, na intensidade correspondente ao segundo limiar ventilatório (LV2) e máximo esforço. Foram encontrados maiores valores de ativação muscular no máximo esforço comparada com a cadência em LV2, para todas as situações nos músculos reto femoral, bíceps femoral e tibial anterior, exceto para o gastrocnêmio lateral que não obteve diferenças entre intensidades para a situação equipamento resistivo. Comparando as situações, não houve diferenças significativas entre elas para todos os músculos, exceto para o músculo gastrocnêmio lateral que obteve menores valores de ativação na situação com equipamento resistivo comparada à sem equipamento e equipamento flutuante.

A fim de verificar se fracionando as séries e diminuindo o tempo de execução ocorre um aumento na intensidade do exercício, Barroso (2018) realizou uma comparação entre duas séries de 30 segundos vs. três séries de 20 segundos vs. seis séries de 10 segundos. Neste estudo a avaliação foi realizada através de análise cinemática e eletromiográfica de dois exercícios: flexão e extensão de cotovelo e flexão e extensão de joelho, executados por mulheres jovens. Foi observado valores de velocidade angular média significativamente maiores nas 6 séries de 10 segundos quando comparado com as 2 séries de 30 segundos tanto no exercício de membro inferior (2 séries de 30s:  $298,96 \pm 48,45^\circ/\text{s}$ ; 3 séries de 20s:  $307,08 \pm 54,88^\circ/\text{s}$ ; 6 séries de 10s:  $319,70 \pm 58,92^\circ/\text{s}$ ) como para o exercício de membro superior (2 séries de 30s:  $176,92 \pm 31,36^\circ/\text{s}$ ; 3 séries de 20s:  $183,52 \pm 28,73^\circ/\text{s}$ ; 6 séries de 10s:  $191,37 \pm 23,94^\circ/\text{s}$ ). Além disso, a amplitude de movimento não apresentou diferença entre as comparações em nenhum dos exercícios avaliados. Na análise eletromiográfica, em que foi observada a atividade neuromuscular dos músculos bíceps e tríceps braquial e bíceps e reto femoral, não foi encontrada diferença significativa entre os diferentes tempos de execução de série. Este resultado mostra-se curioso visto que houve um aumento significativo da velocidade angular média com o fracionamento das séries, sugerindo a necessidade de realizar mais força para vencer a resistência do meio aquático com maior velocidade. No entanto, especula-se que outras musculaturas poderiam estar mais ativas na execução destes exercícios, ou então devido ao fluxo da água que pode ter se modificado para fluxo turbulento ao longo das séries oferecendo menor resistência. Provavelmente por esses motivos não foi apresentada diferenças da atividade neuromuscular nas musculaturas avaliadas neste estudo.

Com este cenário é possível perceber que para alcançar intensas ativações musculares no meio aquático a velocidade de execução é um dos fatores mais importantes, e através do acúmulo dessas respostas agudas será possível obter adaptações crônicas ao longo do tempo.

Neste sentido, sabe-se que para a contração muscular ocorrer é necessário fornecer energia para o trabalho muscular através de determinadas vias metabólicas. Diante disso, nos últimos anos tem sido proposta a prescrição de treinamento de força no meio aquático através do tempo de execução de série, na tentativa de alcançar a predominância do sistema energético desejado. O sistema fosfocreatina está relacionado a intensidades máximas de curta duração e na literatura alguns autores indicam que este sistema opera predominantemente no período de 0 a 10 segundos, e a partir de 10 segundos até 30 segundos ocorre uma transição do sistema fosfocreatina para o sistema glicolítico (GASTIN, 2001). Por este motivo, tem-se adotado tempos de série de 30 a 10 segundos de execução. Geralmente, iniciando com séries mais longas como por exemplo, de 30 segundos de execução (focando na potência do Sistema Glicolítico e na capacidade do Sistema Fosfocreatina) reduzindo o tempo para 20 segundos, 15 segundos e finalizando com 10 segundos de execução (focando na potência do Sistema Fosfocreatina). Desta forma, para prescrição de treinamento de força no meio aquático devemos pensar claramente no tipo de exercício, no volume e na intensidade para determinar o sistema energético que será utilizado e que pretendemos trabalhar.

**Quadro 3.** Características e principais resultados de estudos que investigaram a atividade neuromuscular de exercícios de força no meio aquático.

Estudo	Sujeitos	Exercícios e equipamentos	Variáveis	Intensidade	Principais resultados
POYHONEN et al., 2001	10 mulheres (25,3±4,5) e 8 homens (28±4,8 anos)	Flexão e extensão de joelhos	Atividade EMG	Máxima velocidade	Aumento na atividade concêntrica da musculatura agonista no início do movimento;  Na metade para o final do movimento → Aumento na atividade da musculatura antagonista e redução da atividade agonista.
BLACK, 2005	12 Mulheres (21,3 ± 1,3)	Flexão e extensão de quadril sem equipamento (SE) e com equipamento resistivo (RE)	%CVM RF e BF	40, 60 e 80 bpm e máxima velocidade de movimento	<b>% CVM Reto Femoral:</b> <u>40 bpm:</u> SE: 15,36 ± 4,42 RE: 22,09 ± 5,44 <u>60 bpm:</u> SE: 19,78 ± 12,00 RE: 29,68 ± 3,57 <u>80 bpm:</u> SE: 22,48 ± 48,97 RE: 42,35 ± 13,87 <u>Máxima Velocidade:</u> SE: 68,42 ± 20,67 RE: 75,14± 30,39 <b>% CVM Bíceps Femoral:</b> <u>40 bpm:</u> SE: 13,47 ± 7,76 RE: 16,48 ± 7,75 <u>60 bpm:</u> SE: 15,40 ± 8,05 RE: 17,40 ± 5,63 <u>80 bpm:</u> SE: 21,07 ± 12,49 RE: 34,93 ± 14,27 <u>Máxima Velocidade:</u> 72,46 ± 21,26 78,76 ± 17,14
COLADO et al. 2008	4 homens (24,33±0,58)	Adução e abdução horizontal de ombros realizados no MA com equipamento resistivo (MAC), sem equipamento resistivo (MAS) e MT.	% CVM PM, DS e PL.	Máxima velocidade de movimento	<b>% CVM Peitoral Maior:</b> MT: 43,21±27,64 MAS: 49,24±28,56 MAC: 51,17±8.62 <b>% CVM Deltóide Superior:</b> MT: 60,85±16,80 MAS: 70,76±15 MAC: 75,28±14,50 <b>% CVM Paraespinal Lombar:</b> MT: 16,40±12,12 MAS: 42,69±25,74 MAC: 54,98±29,75
PINTO et al., 2011	15 mulheres (23,33 ± 0,51)	Corrida estacionária com flexão e extensão de cotovelos sem equipamento (SE), com equipamento flutuante (FL) e	% CVM BB, TB, RF e BF	80 bpm, 100 bpm e máxima velocidade de movimento	<b>% CVM Bíceps Braquial:</b> <u>80 bpm:</u> SE: 19,68±3,69 RE: 19,85±3,92 FL: 14,21±2,74 <u>100 bpm:</u>

		com equipamento resistivo (RE) nos membros superiores e inferiores			<p>SE: 22,62±5,14 RE: 21,75±4,52 FL: 19,28±5,03</p> <p><u>Máxima Velocidade:</u></p> <p>SE: 61,82±10,74 RE: 60,81±9,45 FL: 56,54±10,47</p> <p><b><u>% CVM Triceps Braquial:</u></b></p> <p><u>80 bpm:</u></p> <p>SE: 25,17±4,23 RE: 30,61±4,31 FL: 45,90±5,32</p> <p><u>100 bpm:</u></p> <p>SE: 39,19±3,27 RE: 34,11±4,28 FL: 46,27±5,75</p> <p><u>Máxima Velocidade:</u></p> <p>SE: 58,21±5,80 RE: 52,14±9,20 FL: 64,80±6,98</p> <p><b><u>% CVM Reto Femoral:</u></b></p> <p><u>80 bpm:</u></p> <p>SE: 14,49±3,01 RE: 14,19±2,84 FL: 10,21±1,04</p> <p><u>100 bpm:</u></p> <p>SE: 11,63±1,76 RE: 12,14±1,61 FL: 12,84±1,79</p> <p><u>Máxima Velocidade:</u></p> <p>SE: 36,22±4,01 RE: 37,30±1,85 FL: 36,76±4,95</p> <p><b><u>% CVM Bíceps Femoral:</u></b></p> <p><u>80 bpm:</u></p> <p>SE: 20,70±3,93 RE: 29,48±3,73 FL: 19,49±3,26</p> <p><u>100 bpm:</u></p> <p>SE: 32,97±4,45 RE: 34,06±4,51 FL: 31,29±3,77</p> <p><u>Máxima Velocidade:</u></p> <p>SE: 101,20±23,31 RE: 90,36±12,71 FL: 92,38±13,99</p>
Alberton et al. (2011)	12 mulheres (22,33 ± 0,57)	Corrida Estacionária	%CVM ST, VL, RF e BF	60, 80 e 100 bpm e máxima velocidade de movimento	<p><b><u>% CVM Semitendinoso:</u></b></p> <p><u>60 bpm:</u></p> <p>MT: ≅ 20 MA: ≅ 15</p> <p><u>80 bpm:</u></p> <p>MT: ≅ 25 MA: ≅ 20</p> <p><u>100 bpm:</u></p> <p>MT: ≅ 30 MA: ≅ 20</p> <p><u>Máxima Velocidade:</u></p> <p>MT: ≅ 100 MA: ≅ 110</p> <p><b><u>% CVM Vasto Lateral:</u></b></p> <p><u>60 bpm:</u></p> <p>MT: ≅ 20 MA: ≅ 15</p> <p><u>80 bpm:</u></p> <p>MT: ≅ 25 MA: ≅ 15</p>

					<p><u>100 bpm:</u>  MT: <math>\cong</math> 40 MA: <math>\cong</math> 10  <u>Máxima Velocidade:</u>  MT: <math>\cong</math> 85 MA: <math>\cong</math> 70  <b><u>% CVM Reto Femoral:</u></b>  <u>60 bpm:</u>  MT: <math>\cong</math> 20 MA: <math>\cong</math> 10  <u>80 bpm:</u>  MT: <math>\cong</math> 20 MA: <math>\cong</math> 10  <u>100 bpm:</u>  MT: <math>\cong</math> 20 MA: <math>\cong</math> 15  <u>Máxima Velocidade:</u>  MT: <math>\cong</math> 70 MA: <math>\cong</math> 50  <b><u>% CVM Bíceps Femoral:</u></b>  <u>60 bpm:</u>  MT: <math>\cong</math> 30 MA: <math>\cong</math> 15  <u>80 bpm:</u>  MT: <math>\cong</math> 30 MA: <math>\cong</math> 15  <u>100 bpm:</u>  MT: <math>\cong</math> 30 MA: <math>\cong</math> 15  <u>Máxima Velocidade:</u>  MT: <math>\cong</math> 60 MA: <math>\cong</math> 40</p>
BORREANI et al., 2014	24 homens (23,2 $\pm$ 1,18)	Adução e abdução de quadril com equipamento flutuante grande (FLG), equipamento flutuante pequeno (FLP), equipamento resistivo grande (REG) e equipamento resistivo pequeno (REP).	% CVM AL, OED, OEN, RA e EE	Máxima velocidade de movimento	<p><b><u>% CVM Adutor Longo:</u></b>  <u>REG:</u> 43,61<math>\pm</math>8,2 <u>REP:</u> 36,10<math>\pm</math>6,8 <u>FLG:</u> 35,87<math>\pm</math>7,2 <u>FLP:</u> 48,21<math>\pm</math>9,39  <b><u>% CVM Reto Abdominal:</u></b>  <u>REG:</u> 13,61<math>\pm</math>3,0 <u>REP:</u> 13,22<math>\pm</math>2,2 <u>FLG:</u> 11,84<math>\pm</math>3,2 <u>FLP:</u> 20,95<math>\pm</math>5,7  <b><u>% CVM Oblíquo Externo Lado Dominante:</u></b>  <u>REG:</u> 13,05<math>\pm</math>3,37 <u>REP:</u> 16,12<math>\pm</math>4,04 <u>FLG:</u> 11,98<math>\pm</math>2,53 <u>FLP:</u> 11,64<math>\pm</math>3,11  <b><u>% CVM Oblíquo Externo Lado Não Dominante:</u></b>  <u>REG:</u> 53,13<math>\pm</math>10,40 <u>REP:</u> 39,27<math>\pm</math>9,89 <u>FLG:</u> 45,78<math>\pm</math>11,42 <u>FLP:</u> 41,11<math>\pm</math>7,06  <b><u>% CVM Eretor Espinhal:</u></b>  <u>REG:</u> 43,61<math>\pm</math>8,2 <u>REP:</u> 36,10<math>\pm</math>6,8 <u>FLG:</u> 35,87<math>\pm</math>7,2 <u>FLP:</u> 48,21<math>\pm</math>9,39</p>

BAGATINI, 2016	12 mulheres jovens (26,6±5,3)	Chute sem equipamento (SE), com equipamento resistivo (ER) e equipamento flutuante (FL)	%CVM RF, BF, TA e GL	LV2 e máxima velocidade	<p><b>% CVM Reto Femoral:</b>  <u>LV2:</u>  SE: <math>\cong</math> 60 ER: <math>\cong</math> 45 FL: <math>\cong</math> 50  <u>Máxima Velocidade:</u>  SE: <math>\cong</math> 105 ER: <math>\cong</math> 105 FL: <math>\cong</math> 95</p> <p><b>% CVM Bíceps Femoral:</b>  <u>LV2:</u>  SE: <math>\cong</math> 60 ER: <math>\cong</math> 55 FL: <math>\cong</math> 50  <u>Máxima Velocidade:</u>  SE: <math>\cong</math> 135 ER: <math>\cong</math> 125 FL: <math>\cong</math> 100</p> <p><b>% CVM Tibial Anterior:</b>  <u>LV2:</u>  SE: <math>\cong</math> 40 ER: <math>\cong</math> 40 FL: <math>\cong</math> 30  <u>Máxima Velocidade:</u>  SE: <math>\cong</math> 100 ER: <math>\cong</math> 80 FL: <math>\cong</math> 70%</p> <p><b>%CVM Gastrocnêmio Lateral:</b>  <u>LV2:</u>  SE: <math>\cong</math> 50 ER: <math>\cong</math> 50 FL: <math>\cong</math> 50  <u>Máxima Velocidade:</u>  SE: <math>\cong</math> 90 ER: <math>\cong</math> 90 FL: <math>\cong</math> 70</p>
BARROSO, 2018	15 mulheres jovens (23,13±3,4)	Flexão e extensão de joelhos e flexão e extensão de cotovelos em duas séries de 30s, três séries de 20s e seis séries de 10s.	%CVM RF, BF, BB e TB.  Velocidade angular média	Máxima velocidade	<p><b>% CVM Reto Femoral:</b>  <u>2x30s:</u> 65,23±41,33 <u>3x20s:</u> 76,27±48,48 <u>6x10s:</u> 78,17±55,24</p> <p><b>% CVM Bíceps Femoral:</b>  <u>2x30s:</u> 89,36±102,8 <u>3x20s:</u> 108,1±137,5 <u>6x10s:</u> 118,19±121,7</p> <p><b>% CVM Bíceps Braquial:</b>  <u>2x30s:</u> 56,89±39,75 <u>3x20s:</u> 50,15±28,02 <u>6x10s:</u> 49,61±25,97</p> <p><b>%CVM Tríceps Braquial:</b>  <u>2x30s:</u> 41,94±22,07 <u>3x20s:</u> 41,85±22,87 <u>6x10s:</u> 40,60±19,57</p> <p><b>VAM – Flexão e extensão de joelhos:</b>  <u>2x30s:</u> 298,96±48,45 <u>3x20s:</u> 307,08±54,88 <u>6x10s:</u> 319,70±58,92</p> <p><b>VAM – Flexão e extensão de cotovelos:</b>  <u>2x30s:</u> 176,92±31,36 <u>3x20s:</u> 183,52±28,73 <u>6x10s:</u> 191,37±23,94</p> <p><b>% CVM Bíceps Braquial:</b>  <u>2x30s:</u> 56,89±39,75 <u>3x20s:</u> 50,15±28,02 <u>6x10s:</u> 49,61±25,97</p> <p><b>%CVM Tríceps Braquial:</b>  <u>2x30s:</u> 41,94±22,07 <u>3x20s:</u> 41,85±22,87 <u>6x10s:</u> 40,60±19,57</p>

MA: meio aquático; MT: meio terrestre; 1RM: uma repetição máxima; VAM: velocidade angular média; %CVM: percentual da contração voluntária isométrica máxima; EMG: atividade neuromuscular; RF: reto femoral; VL: vasto lateral; VM: vasto medial; BF: bíceps femoral; ST: semitendinoso; BB: bíceps braquial; TB: tríceps braquial; GL:

gastrocnêmio lateral; TA: tibial anterior; OED: oblíquo externo lado dominante; OEN: oblíquo esterno lado não dominante; RA: reto abdominal; EE: eretor espinhal; ADL: adutor longo; PM: peitoral maior; DS: deltoide superior; PL: paraespinhal lombar; LD: latíssimo do dorso; °/s: graus por segundo; bpm: batimentos por minuto.

#### **2.4. Efeitos do treinamento de força no meio aquático:**

O treinamento de força no meio aquático é algo novo na literatura em comparação ao treinamento no meio terrestre e conseqüentemente pouco discutido na população científica. É possível encontrar alguns estudos que investigaram ganhos de força em atividades no meio aquático, no entanto sem ênfase em protocolos específicos de treinamento de força. Os poucos estudos encontrados sobre treinamento de força no meio aquático acabam apresentando metodologias diferentes entre eles, dificultando a comparação de seus protocolos. No entanto, mesmo sem haver um consenso entre estas pesquisas sobre a forma de prescrição do treinamento de força, os ganhos neuromusculares são significativos em grande parte delas, independentemente da população investigada (AMBROSINI et al., 2010; BENTO et al., 2012; BUTTELLI et al., 2015; COLADO et al., 2009, 2012; COSTA et al., 2018c, 2018b; DE SOUZA et al., 2010; GRAEF et al., 2010; KRUEL et al., 2005; PINTO et al., 2014; PÖYHÖNEN et al., 2002; SCHOENELL, 2017; SCHOENELL et al., 2016; TSOURLOU et al., 2006) (Quadro 3).

Alguns estudos tentaram reproduzir na água o que é realizado no treinamento de força no meio terrestre através do controle do número de repetições, porém utilizando as propriedades físicas da água para auxiliar no controle da intensidade dos exercícios, como por exemplo, aumento na velocidade de execução e aumento da área projetada com uso de equipamentos (PÖYHÖNEN et al. 2002; KRUEL et al. 2005; TSOURLOU et al. 2006; COLADO et al. 2009; GRAEF et al. 2010). Como no estudo de Pöyhönen et al. (2002) onde realizaram um treinamento de força no meio aquático com mulheres saudáveis durante 10 semanas. As sessões tinham a duração de 30 a 45 minutos de exercícios de força, que consistiam basicamente em flexão e extensão de joelho em posições diferente sempre na máxima velocidade. O treinamento iniciou com duas séries de 20-25 repetições, passando para 3 séries de 14-20 repetições e finalizando com 3 séries de 12-15 repetições. A progressão do treinamento foi dada através da utilização de botas de resistência de três tamanhos (pequena, média e grande), onde aumentava o tamanho ao longo das semanas. Após a intervenção foi encontrado um aumento significativo no torque muscular dos flexores e extensores de joelho (11 e 8%, respectivamente), juntamente com a melhoria proporcional na ativação neural dos músculos semitendinoso e bíceps femoral (10%) e vasto lateral e vasto medial (26%) e com aumento significativo na massa magra dos músculos isquiotibiais e quadríceps (5 e 4%, respectivamente). A principal justificativa dos autores para essas melhoras são uma boa utilização dos princípios hidrodinâmicos no momento da prescrição

dos exercícios, que neste caso eles destacam a maior força sendo aplicada contra o empuxo e também uma área projetada maior através dos dispositivos resistivos.

Ainda controlando o número de repetições realizadas, Krueel et al. (2005) realizaram um treinamento específico de força na hidroginástica com e sem equipamento resistivo em mulheres adultas durante 11 semanas. Tiveram como objetivo avaliar a força dinâmica máxima da musculatura flexora e extensora de cotovelo e adutora de quadril, através do teste de 1RM. Neste treinamento orientaram as participantes a realizarem os exercícios (flexão e extensão de cotovelo e adução e abdução de quadril) na sua máxima velocidade. Porém, a cada microciclo era definido o tempo de duração de cada série e o número de repetições a serem cumpridas dentro daquele determinado tempo. Esses tempos de duração e os números de repetições diminuía a cada microciclo, enquanto as séries de exercícios aumentavam. O treinamento teve início com 3 séries de 15 repetições, no próximo microciclo passou para 4 séries de 12 repetições e por último 5 séries de 10 repetições. Os resultados deste estudo apresentaram aumento na força dinâmica máxima de flexores de cotovelo (sem equipamento: 14,21%; com equipamento: 12,16%), extensores de cotovelo (sem equipamento: 28,76%; com equipamento: 20,71%) e adutores de quadril (sem equipamento: 12,37%; com equipamento: 10,73%) em todos os grupos sem diferença estatística entre eles, mas os grupos que não utilizaram equipamento resistivo apresentaram uma tendência de maior aumento na força. Os autores acreditam que os indivíduos que utilizaram equipamento diminuía a velocidade de execução do exercício, fator esse que mostra ser mais importante para o aumento dos níveis de força no meio aquático.

Em um treinamento com mulheres idosas Tsourlou et al. (2006) realizaram um treinamento de 24 semanas de duração, compostas de três sessões semanais com duração de 60 minutos cada. As sessões eram divididas em parte aeróbica e de força, onde os exercícios de força tinham enfoque em membros superiores e inferiores com a utilização de equipamentos resistivos. A prescrição do treinamento também foi proposta através do controle de número de séries e de repetições, onde variou somente o número de séries, passando de 2 para 3 com 12-15 repetições, em alta velocidade de execução. Após a intervenção foi apresentado um aumento significativo no torque isométrico máximo dos flexores e extensores de joelho (13,4% e 10,5%, respectivamente). Como resultados houve melhora significativa em todas as variáveis analisadas, principalmente na força máxima de extensores de joelhos e leg press (29,4% e 29,5% respectivamente). Os aumentos percentuais na força máxima foram maiores do que

outros achados na literatura com a mesma população, possivelmente devido à grande duração do treinamento.

Ainda mantendo o controle das repetições e séries, Colado et al. (2009a) realizaram um treinamento de curto prazo de somente 8 semanas com homens jovens ativos. Durante o treinamento, houve aumento do volume e intensidade, onde as séries variaram de três a cinco, e as repetições de 8-12 até 15. Foram realizados exercícios para membros superiores, inferiores e tronco, e os indivíduos utilizaram equipamento resistivo para o aumento do arrasto e consequentemente da intensidade. O ritmo de execução foi controlado individualmente, através de uma cadência para que cada sujeito atingisse a fadiga muscular no final de cada série. Os autores encontraram aumento na força dinâmica máxima nos exercícios supino (5%), elevação lateral (10%) e remada alta (11%), bem como uma melhora da potência muscular (3%). Os autores destacam a importância do controle da intensidade dentro do treinamento de força no meio aquático. Sugerem que haja um controle do ritmo de execução de cada exercício para atingir objetivos como força máxima, hipertrofia muscular, resistência e potência. No entanto, atualmente sabe-se que o treinamento de força no meio aquático realizado em máxima velocidade é mais eficiente do que quando realizado em velocidades submáximas (PRADO et al. 2016). Do mesmo modo que acontece na terra, o exercício aquático também deve ter uma progressão na intensidade e volume, podendo utilizar as propriedades físicas da água para isso.

Já Graef et al. (2010) executaram um treinamento combinado de 12 semanas de hidroginástica com mulheres idosas, com maior enfoque no treinamento de força realizado com o controle de intensidade e sem controle de intensidade. O treinamento foi composto por quatro mesociclos de três semanas, com quatro séries de 15 repetições, quatro séries de 12 repetições, cinco séries de 10 repetições, e cinco séries de 8 repetições, respectivamente. O exercício realizado foi de flexão e extensão horizontal de ombro, realizado na máxima velocidade, com a utilização de equipamento resistivo. O grupo sem controle da resistência não foi periodizado e não teve controle da intensidade. Foi encontrado um aumento significativo da força máxima de flexores horizontais de ombro (11%) somente no grupo que teve o controle da resistência e a periodização deste treino. Demonstrando que um treinamento periodizado e com ênfase na força muscular consegue alcançar estímulos adequados para aumentar a força máxima de mulheres idosas.

No entanto, estudos posteriores começaram a levar em consideração a especificidade bioenergética para a prescrição do treinamento de força no meio aquático. Desta forma os

exercícios começaram a serem prescritos pela máxima velocidade de execução e as séries controladas por tempo de execução de acordo com a rota metabólica a ser trabalhada (Souza et al. 2010; AMBROSINI et al. 2010; LIEDKE, 2014; ZAFFARI, 2014; PINTO et al. 2014; PINTO et al. 2015; BUTELLI et al. 2015; SCHENELL et al. 2016; COSTA et al. 2018). O estudo de Souza et al. (2010) foi um dos primeiros estudos da literatura a realizar um treinamento de força no meio aquático com o controle das séries através do tempo de execução. A intervenção foi realizada com mulheres jovens durante onze semanas e as aulas eram realizadas duas vezes por semana com uma duração de 50 minutos. Os exercícios foram realizados na velocidade máxima de execução que correspondia à intensidade 19 da escala de Borg, com um volume total de um minuto para cada exercício. No primeiro mesociclo foram realizadas duas séries de 30 segundos para cada exercício, no segundo mesociclo realizaram três séries de 20 segundos, no terceiro quatro séries de 15 segundos, e no último mesociclo seis séries de 10 segundos. Foram realizados exercícios de membros superiores, inferiores e de tronco em forma de circuito, com a intenção de ser similar aos treinamentos de força no meio terrestre. Os resultados mostraram um aumento significativo da força em todos os exercícios avaliados de membros superiores (supino: 23%; remada: 12%; elevação lateral de ombros: 12%) e inferiores (extensão de joelho: 15%; flexão de joelho: 16%; adução de quadril: 15%; abdução de quadril: 12%).

Dentro dos estudos pioneiros na área, mas dando ênfase na utilização de equipamentos, Ambrosini et al. (2010) realizaram um treinamento de força na hidroginástica com uso de equipamento resistivo e sem o uso de equipamento resistivo. O treinamento teve a duração de 12 semanas e foi realizado com mulheres de meia idade. A intensidade do treinamento foi prescrita através da escala de Borg, e a periodização foi dividida em quatro fases. Da mesma maneira que no estudo anterior, conforme aumentava a intensidade do exercício aumentava também o número de séries, e assim, o tempo de execução de cada série era diminuído. Na primeira fase as participantes foram orientadas a manter a intensidade entre 12-15 da escala de Borg, índices esses que representam 70% da força máxima de acordo com Tiggemann (2000). Nas seguintes fases deveriam manter a intensidade equivalente a 16-19, correspondendo a 90% da força máxima (TIGGEMANN, 2000). Após o treinamento os resultados deste estudo mostraram um incremento na força máxima nos flexores horizontais de ombros (sem equipamento: 17%; com equipamento: 18%), extensores horizontais de ombros (sem equipamento: 23%; com equipamento: 10%) e de extensores de quadril (sem equipamento: 42%; com equipamento: 34%) sem diferença significativa entre os grupos. Desta forma,

acredita-se que o aumento da força muscular se dá tanto pela maior velocidade de execução como pela área de superfície aumentada.

A fim de investigar diferentes estratégias de treinamento de força no meio aquático Butelli et al. (2015) compararam os efeitos de um treinamento de séries simples (SS) com um treinamento de séries múltiplas (SM) em homens jovens. O grupo SS realizou uma série de 30 segundos de cada exercício e o grupo SM realizou três séries de 30 segundos todos na máxima velocidade de execução. Após o treinamento encontraram melhoras significativas na força dinâmica máxima de flexores e extensores de joelho (flexão de joelho: SS: 12% e SM: 11%; extensão de joelho: SS: 10% e SM: 9%) e na força muscular dos membros superiores (flexão de cotovelo: SS: 5% e SM: 5%; extensão de cotovelo: SS: 5% e SM: 8%; voador: SM: 3% e SS: 6%; voador invertido: SS: 8% e SM: 6%) sem diferença entre os grupos. Propondo que um treinamento de força no meio aquático de 10 semanas pode promover ganhos de força em homens jovens independente se for realizado séries simples ou múltiplas.

Neste mesmo sentido de avaliar séries simples e múltiplas, Schenell et al. (2016) realizou um estudo com mulheres jovens. As participantes foram submetidas a um treinamento de força na hidroginástica durante 20 semanas. Nas primeiras 10 semanas um grupo realizou séries simples de 30 segundos (SS) e outro grupo três séries de 30 segundos, séries múltiplas (SM). Após esse primeiro período de 10 semanas os dois grupos obtiveram melhoras significativas, sem diferença entre eles, na força dinâmica máxima (supino: SS: 13% e SM: 14%; flexão de cotovelos: SS: 15% e SM: 15%; flexão de joelhos: SS: 10% e SM: 10%; extensão de joelhos: SS: 17% e SM: 17%), na força resistente (supino: SS: 25% e SM: 36%; flexão de cotovelos: SS: 33% e SM: 34%; flexão de joelhos: SS: 20% e SM: 33%; extensão de joelhos: SS: 14% e SM: 9%) e na altura de salto *squat jump* (SS: 8% e SM: 8%) e *counter movement jump* (SS: 14% e SM: 7%). Nas últimas 10 semanas de treinamento cada grupo foi dividido em mais dois grupos: grupo série simples que continuou a treinar com série simples (SSS), grupo série simples que passou a treinar com séries múltiplas (SSM), grupo séries múltiplas que continuou a treinar com séries múltiplas (SMM) e grupo séries múltiplas que passou a treinar com séries simples (SMS). Após as 20 semanas os grupos demonstraram um aumento significativo da força muscular dinâmica máxima, sem diferença entre eles, no exercício supino (SSS: 4%; SSM: 3%; SMM: 5%; SMS: 2%), flexão de cotovelo (SSS: 8%; SSM: 7%; SMM: 7%; SMS: 7%), flexão de joelho (SSS: 6%; SSM: 6%; SMM: 7%; SMS: 7%) e extensão de joelho (SSS: 10%; SSM: 7%; SMM: 6%; SMS: 8%). Já a força resistente e a altura de saltos apresentaram apenas uma manutenção da semana 10 para a semana 20.

Seguindo essa mesma lógica avaliando diferentes volumes de treinamento, Reichert et al. (2018) compararam o efeito de séries simples e múltiplas em mulheres idosas, e se o fracionamento das séries promoveria maiores ganhos de força. Neste estudo as participantes foram divididas em três grupos: série simples de 30 segundos (1x30s), séries múltiplas de 10 segundos (3x10s) e série simples de 10 segundos (1x10s). O treinamento teve duração de 12 semanas e todos exercícios eram realizados em máxima velocidade. Após o período de treinamento foi encontrado incrementos semelhantes em todos os grupos na força dinâmica máxima de extensão de joelho (1x30: 38%; 1x10: 27%; 3x10: 15%), flexão de joelho (1x30: 21%; 1x10: 18%; 3x10: 21%) e flexão de cotovelo (1x30: 20%; 1x10: 17%; 3x10: 16%). Para a força máxima de supino somente os treinamentos séries simples apresentaram aumento nos seus valores (1x30: 33%; 1x10: 11%). Já na força resistente todos os grupos mostraram melhoras nos valores de extensão de joelho (1x30: 42%; 1x10: 57%; 3x10: 7%), flexão de joelho (1x30: 96%; 1x10: 46%; 3x10: 101%) e flexão de cotovelo (1x30: 65%; 1x10: 64%; 3x10: 93%), porém, somente os grupos de maior volume adquiriram ganhos na força resistente de supino (1x30: 87%; 3x10: 41%).

Dando seguimento a esse mesmo estudo, Reichert et al. (2019) encontraram aumento na taxa de produção de força de extensão de joelho em 50 ms (1x30: 1809%; 1x10: 228%; 3x10: 946%), 100ms (1x30: 505%; 1x10: 220%; 3x10: 402%) e 250ms (1x30: 54%; 1x10: 31%; 3x10: 68%) e de flexão de joelho em 50ms (1x30: 406%; 1x10: 980%; 3x10: 113%), em 100ms (1x30: 92%; 1x10: 146%; 3x10: 82%), em 250ms (1x30: 162%; 1x10: 83%; 3x10: 65%), sem diferença entre os grupos.

Outros estudos com controle do tempo de série e progressão de treinamento através do fracionamento das séries também foram testados na população idosa, como no estudo de Liedtke (2014) e de Zaffari (2014). Liedtke (2014) realizou uma intervenção de 12 semanas onde as participantes iniciaram o treinamento realizando três séries de 20 segundos e progrediram para duas vezes de três séries de 10 segundos. Todos os exercícios eram realizados na máxima velocidade de execução. Após o período de treinamento as idosas apresentaram aumentos significativos na força muscular dinâmica máxima de extensão de joelho (30%) e os testes funcionais flexão de cotovelo (51%) e sentar e levantar (38%). Nesta mesma perspectiva, Zaffari (2014) realizou um treinamento de força que progrediu de duas séries de 30 segundos para quatro séries de 10 segundos, em que todos os exercícios foram realizados na máxima velocidade de execução. Ao final das 12 semanas a força muscular dinâmica máxima de extensão e flexão de joelho apresentaram um aumento significativo (7 e 13%, respectivamente),

da mesma maneira que a força isométrica máxima de extensão de joelho (96%) e do teste funcional de sentar e levantar (36%).

Nesta mesma perspectiva, estudos mais recentes continuaram a investigar os efeitos do treinamento de força no meio aquático com a população idosa. Como Costa et al. (2018) que realizou a progressão do treinamento de quatro séries de 20 segundos para seis séries de 10 segundos, sempre na máxima velocidade de execução. Após 10 semanas de treinamento, as idosas obtiveram melhoras na força dinâmica máxima de extensores de joelho (8%) e de flexores de joelho (17,7%).

Como observado, a progressão do treinamento de força no meio aquático vem sendo prescrita por máxima velocidade e por tempo de execução e sua progressão realizada através da diminuição do tempo de cada série e aumento no número de séries (fracionamento das séries). Desta forma, a prescrição do treinamento pode iniciar com duas séries de 30 segundos de execução (visando a potência do sistema glicolítico e a capacidade do sistema fosfocreatina) e progredindo para três séries de 20 segundos, quatro séries de 15 segundos e finalizando com seis séries (dois blocos de três séries) de 10 segundos de execução (visando a potência do sistema fosfocreatina). Esse modelo de prescrição fundamenta-se na teoria de que em séries mais curtas seja possível realizar o exercício em maiores velocidades, aumentando assim a resistência ao avanço (Barroso, 2018) e também na teoria das rotas metabólicas citadas anteriormente.

Desta maneira acredita-se que seja possível obter ganhos de força muscular similares quando realizado um treinamento de força no meio terrestre. No entanto, por conta das dificuldades metodológicas para a comparação entre os meios (equalização de cargas, volumes, tipos de contração muscular, etc.) são raros os estudos que tenham realizado tal comparação. No estudo de Petrick et al. (2001) eles compararam o treinamento de força realizado no meio terrestre com o treinamento de força no meio aquático e seus efeitos na força muscular de mulheres jovens. Independente do treinamento, as participantes realizaram duas séries de 10 repetições, e a carga de treinamento progrediu de 50 a 100% de 10 repetições máximas. A velocidade de execução do exercício flexão e extensão de joelho foi mantida fixa em 60°.s-1 durante toda a intervenção. Para isso, o exercício era realizado em uma cadência de 40 bpm mantendo uma amplitude de 90°. A intervenção teve duração de oito semanas com frequência semanal de cinco sessões. Além de avaliar a força muscular, a cada semana a dor induzida pelo treinamento foi avaliada por uma escala análoga visual. Após as oito semanas os resultados mostraram que o treinamento de força realizado em meio aquático promoveu incrementos

similares ao treinamento realizado em meio terrestre na força de quadríceps (49 e 36%, respectivamente). No entanto, os ganhos obtidos no treinamento aquático tiveram significativamente, uma menor sensação de dor induzida pelo treinamento.

Posteriormente o estudo de Colado et al. (2009) também fez uma comparação entre treinamentos realizados no meio aquático e terrestre, porém com mulheres pós-menopáusicas. Um grupo realizou um treinamento com bandas elásticas e outro treinamento de força no meio aquático. As intensidades foram prescritas através da escala de percepção de esforço OMNI-RES, eram realizadas 20 repetições de cada exercício. O treinamento iniciou com 20 repetições na intensidade 5 da escala (um pouco difícil) e progrediu para a intensidade 7 (difícil). No treinamento aquático todos os exercícios foram realizados com equipamentos. Após 24 semanas de intervenção, o grupo de treinamento em meio aquático apresentou melhoras similares ao grupo treinamento em meio terrestre nos testes funcionais flexão de cotovelo (85 e 52%, respectivamente) e agachamento durante 60 segundos (66 e 46%, respectivamente). No entanto, os autores salientam a dificuldade de realizar o controle de carga quando se fala em treinamento de força no meio aquático em comparação ao treinamento terrestre, necessitando assim mais estudos sobre o mesmo para melhores conclusões.

Perante o exposto, podemos perceber que através do treinamento de força no meio aquático é possível adquirir ganhos significativos de força muscular independente da população investigada. Contudo, pouco se sabe se tais ganhos podem ser alcançados da mesma forma que no treinamento de força realizado no meio terrestre. Desta forma, apresenta-se grande necessidade de mais estudos que investiguem essa questão.

**Quadro 4.** Características e principais resultados dos estudos com treinamento de força na hidroginástica.

Estudo	Sujeitos	Duração e frequência de treinamento	Protocolo de treinamento	Principais resultados
Pöyhönen et al. (2001)	10 mulheres (25,3±4,5) e 8 homens (28±4,8 anos)	10 semanas 2→3x/semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Semanas 1-2: 2x20-25 repetições com equipamento resistivo pequeno</li> <li>•Semanas 3: 2x14-20 repetições com equipamento resistivo médio</li> <li>•Semanas 4-6: 3x14-20 repetições com equipamento resistivo médio</li> <li>•Semanas 7-10: 3x12-15 repetições com equipamento resistivo grande</li> </ul> Intensidade: máximo esforço	<p><u>PT isométrico</u>                      Extensão de joelho: ↑8%                      Flexão de joelho: ↑11%</p> <p><u>EMG isométrico</u>                      VL + VM: ↑26%                      BF + ST: ↑10%</p> <p><u>PT isocinético</u>                      Extensão de joelho 60°.s<sup>-1</sup>: ↑28%                      Extensão de joelho 180°.s<sup>-1</sup>: ↑19%                      Flexão de joelho 60°.s<sup>-1</sup>: ↑20%                      Flexão de joelho 180°.s<sup>-1</sup>: ↑10%</p> <p><u>EMG isocinético</u>                      VL + VM 60°.s<sup>-1</sup>: ↑28%                      VL + VM 180°.s<sup>-1</sup>: ↑19%                      BF + ST 60°.s<sup>-1</sup>: ↑20%                      BF + ST 180°.s<sup>-1</sup>: ↑10%</p> <p><u>Massa muscular</u>                      Quadríceps: ↑4%                      Isquiotibiais: ↑5%</p>
Kruel et al. (2005)	Mulheres de meia-idade e idosas (38 a 67 anos) Grupo TF de MIs sem equipamento resistivo (MIS) vs. Grupo TF de MIs com equipamento resistivo (MIC); Grupo TF de MSs sem equipamento resistivo (MSS) vs. Grupo TF de MSs com equipamento resistivo (MSC);	11 semanas 2x/semana	Semana 1-5: 3x15 repetições Semana 6-8: 4x12 repetições Semana 9-11: 5x10 repetições Intensidade: máxima velocidade	<p><u>1RM adução de quadril</u>                      MIS: ↑12%; MIC: ↑11%</p> <p><u>1RM flexão de cotovelo</u>                      MSS: ↑12%; MSC: ↑14%</p> <p><u>1RM extensão de cotovelo</u>                      MSS: ↑29%; MSC: ↑21%</p>

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

Buttelli et al. (2015)	Homens jovens Grupo TF série simples (SS; 22±4 anos) Vs. Grupo TF séries múltiplas (SM; 21±3 anos)	10 semanas 2x/semana	SS: 1x30s SM: 3x30s Intensidade: máximo esforço	<u>1RM Flexão de cotovelos</u> SS: ↑5%; SM: ↑5% <u>1RM Extensão de cotovelos</u> SS: ↑5%; SM: ↑8% <u>1RM Voador</u> SS: ↑3%; SM: ↑6% <u>1RM Voador invertido</u> SS: ↑8%; SM: ↑6% <u>1RM Flexão de joelhos</u> SS: ↑12%; SM: ↑11% <u>1RM Extensão de joelhos</u> SS: ↑10%; SM: ↑9%
27 Schoenell et al. (2016)	Mulheres jovens Semanas 1-10: Grupo treinamento série simples vs. Grupo treinamento séries múltiplas Semanas 11-20: Grupo série simples-série simples (SSS; 24±4 anos) vs. Grupo série simples-séries múltiplas (SSM; 25±4 anos) vs. Grupo séries múltiplas-séries múltiplas (SMM; 24±4 anos) vs. Grupo séries múltiplas-série simples (SMS; 24±3 anos)	20 semanas 2 x/semana	•Semanas 1-10: SS: 1x30s SM: 3x30s •Semanas 11-20: SSS: 1x30s → 1x30s SSM: 1x30s → 3x30s SMM: 3x30s → 3x30s SMS: 3x30s → 1x30s	<b>Pós 10 semanas:</b> <u>1RM Supino</u> SS: ↑13%; SM: ↑14% <u>1RM Flexão de cotovelos</u> SS: ↑15%; SM: ↑15% <u>1RM Flexão de joelhos</u> SS: ↑10%; SM: ↑10% <u>1RM Extensão de joelhos</u> SS: ↑17%; SM: ↑17% <u>RML Supino</u> SS: ↑25%; SM: ↑36% <u>RML Flexão de cotovelos</u> SS: ↑33%; SM: ↑34% <u>RML Flexão de joelhos</u> SS: ↑20%; SM: ↑33% <u>RML Extensão de joelhos</u> SS: ↑14%; SM: ↑9% <u>Altura de salto squat jump</u> SS: ↑8%; SM: ↑8% <u>Altura counter movement jump</u> SS: ↑14%; SM: ↑7% <b>Pós 20 semanas:</b> <u>1RM Supino</u> SSS: ↑4%; SSM: ↑3%; SMM: ↑5%; SMS: ↑2% <u>1RM Flexão de cotovelo</u> SSS: ↑8%; SSM: ↑8%; SMM: ↑7%; SMS: ↑7% <u>1RM Flexão de joelho</u>

				SSS: ↑6%; SSM: ↑6%; SMM: ↑7%; SMS: ↑7% <u>IRM Extensão de joelho</u> SSS: ↑10%; SSM: ↑7%; SMM: ↑6%; SMS: ↑8%
Reichert et al. 2018 Reichert et al. 2019	Mulheres idosas Série simples de 30 segundos (1x30; 66±2 anos) vs. Série simples de 10 segundos (1x10; 66±2 anos) vs. Séries múltiplas de 10 segundos (3x10; 65±2 anos)	12 semanas 2x/semana	1x30: 30 segundos 1x10: 10 segundos 3x10: 3x10 segundos Intensidade: máxima velocidade de movimento	<u>IRM extensão de joelho:</u> 1x30: ↑38% 1x10: ↑27% 3x10: ↑15% <u>IRM flexão de joelho:</u> 1x30: ↑21% 1x10: ↑18% 3x10: ↑21% <u>IRM supino:</u> 1x30: ↑33% 1x10: ↑11% <u>IRM flexão de cotovelo:</u> 1x30: ↑20% 1x10: ↑17% 3x10: ↑16% <u>RML extensão de joelho:</u> 1x30: ↑42% 1x10: ↑57% 3x10: ↑27% <u>RML flexão de joelho:</u> 1x30: ↑96% 1x10: ↑46% 3x10: ↑101% <u>RML supino:</u> 1x30: ↑87% 3x10: ↑41% <u>RML flexão de cotovelo:</u> 1x30: ↑65% 1x10: ↑64% 3x10: ↑93% <u>TPF 50ms extensão joelho:</u> 1x30: ↑1809% 1x10: ↑228% 3x10: ↑946% <u>TPF 100ms extensão joelho:</u> 1x30: ↑505% 1x10: ↑220% 3x10: ↑402% <u>TPF 250ms extensão joelho:</u> 1x30: ↑54% 1x10: ↑31% 3x10: ↑68% <u>TPF 50ms flexão joelho:</u> 1x30: ↑406% 1x10: ↑980% 3x10: ↑113% <u>TPF 100ms flexão joelho:</u> 1x30: ↑92% 1x10: ↑146% 3x10: ↑82% <u>TPF 250ms flexão joelho:</u> 1x30: ↑162% 1x10: ↑83% 3x10: ↑65% <u>TPF máxima flexão joelho:</u> 1x30: ↑299% 1x10: ↑103% 3x10: ↑92%

LIEDTKE, 2014	Mulheres idosas (65±5 anos)	12 semanas 2x/semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Semanas 1-4: 3x20s</li> <li>•Semanas 5-8: 4x15s</li> <li>•Semanas 9-12: 2x3x10s</li> </ul> Intensidade: máxima velocidade de movimento	<u>1RM</u> Extensão de joelho: ↑30% <u>Teste funcional</u> Flexão de cotovelo: ↑51% Sentar e levantar: ↑38%
Zaffari (2014)	Mulheres idosas (68±4 anos)	12 semanas 2x/semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Semanas 1-4: 2x30s</li> <li>•Semanas 5-8: 3x20s</li> <li>•Semanas 9-12: 4x10s</li> </ul> Intensidade: máxima velocidade	<u>1RM</u> Extensão de joelho: ↑7% Flexão de joelho: ↑13% <u>RML</u> Extensão de joelho: ↑17% Flexão de joelho: ↑13% <u>Força isométrica máxima extensão de joelho: ↑96%</u> <u>Teste funcional sentar e levantar: ↑36%</u>
Costa et al. (2018)	Mulheres idosas (66, 62 -69 anos)	10 semanas 2x/semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Semanas 1-5: 4x20s</li> <li>•Semanas 6-10: 6x10s</li> </ul> Intensidade: máxima velocidade de movimento	<u>1RM</u> Extensão de joelho: ↑8% Flexão de joelho: ↑17,7%
Petrick et al. (2001)	Mulheres jovens Grupo TF meio aquático (TFA; 24±3 anos) vs. Grupo TF meio terrestre (TFT; 23±4 anos)	8 semanas 5x/semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>•2x 50% 10RM</li> <li>•2x 75% 10RM</li> <li>•2x 100% 10RM</li> </ul>	<u>10 RM Extensão de joelho</u> TFA: ↑49%; TFT: ↑36%

Colado et al. (2009)	Mulheres pós-menopáusicas (55±2 anos) TFA X TFT	24 semanas 2→3x/semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Semanas 1-4: MSs: 1x20rep MIs: 2x20rep Intensidade: OMNI 5</li> <li>•Semanas 5-8: 2x20rep Intensidade: OMNI 7</li> <li>•Semanas 9-18: 3x20rep Intensidade: OMNI 7</li> <li>•Semanas 19-24: super séries de 15rep Intensidade: OMNI 7</li> </ul>	<u>Flexão de cotovelo:</u> TFA: ↑85% TFT: ↑52% <u>60s agachamento:</u> TFA: ↑66% TFT: ↑46%
-------------------------	---	---------------------------	---	---

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

### 3. ARTIGOS

Abaixo serão apresentados os artigos I e II, referentes as variáveis de força muscular e de força potente, respectivamente.

#### **3.1. ESTUDO I: 12 SEMANAS DE TREINAMENTO DE FORÇA NO MEIO AQUÁTICO PODE ATINGIR OS MESMOS GANHOS DE FORÇA MUSCULAR EM MULHERES JOVENS QUE O TREINAMENTO REALIZADO NO MEIO TERRESTRE?**

##### RESUMO

O objetivo do estudo foi comparar dois modelos de treinamento de força realizados em meio aquático (TFA) e em meio terrestre (TFT) na força muscular de mulheres jovens. O treinamento foi realizado durante 12 semanas com duas sessões semanais. Os testes de uma repetição máxima de extensão de joelhos e de flexão de cotovelos e de resistência muscular localizada de extensão de joelhos e de flexão de cotovelos foram realizados anteriormente ao treinamento, após 8 e 12 semanas de treinamento. A força dinâmica máxima apresentou incremento do pré para pós-12 semanas de treinamento tanto na extensão de joelhos (TFT: 20% e TFA: 22%) como na flexão de cotovelos (TFT: 13% e TFA: 30%) sem diferença entre os grupos. A resistência muscular localizada de extensão de joelhos apresentou aumento do pré-para pós-8 semanas (TFT: 25% e TFA: 18%) da mesma forma que a resistência muscular localizada de flexão de cotovelos (TFT: 26% e TFA: 26%). No entanto, não foi encontrado aumento significativo do pós-8 para o pós-12 semanas na extensão de joelhos nem na flexão de cotovelos em ambos os grupos. Dessa forma, conclui-se que os dois programas de treinamento de força, aquático e terrestre, promoveram aumentos semelhantes na força dinâmica máxima e na resistência muscular localizada de mulheres jovens.

##### INTRODUÇÃO

O aumento e a manutenção da força e da massa muscular fazem parte de uma vida mais saudável, independente da população (SAWAN et al., 2023). Nesse sentido, o treinamento de força se mostra como a principal ferramenta, não só para a manutenção da força e da massa muscular, mas também para ganhos significativos nessas variáveis (COFFEY et al., 2006;

GRGIC et al., 2019). No entanto, se destacam cada vez mais outros benefícios relacionados à prática dessa modalidade, até mesmo o controle e prevenção de várias doenças (SAWAN et al., 2023). Com o passar dos anos, inúmeras descobertas demonstraram esses benefícios dentro da literatura científica. O risco de mortalidade por todas as causas, de diabetes mellitus tipo 2, de câncer e de doenças cardiovasculares é reduzido com a participação em um programa de treinamento de força, mesmo que realizado uma ou duas vezes na semana (60 a 120 min./semana) (GIOVANNUCCI et al., 2021; MOMMA et al., 2022; SAEIDIFARD et al., 2019; SHAIENDRA et al., 2022; STAMATAKIS et al., 2018).

O treinamento de força (TF) se refere a uma intervenção em que os músculos ou grupos musculares são submetidos a movimentos voluntários contra uma resistência externa. Pode incluir o uso de aparelhos, faixas elásticas, pesos livres ou o próprio peso do corpo (American College of Sports Medicine, 2009). Dessa forma, diversas modalidades são capazes de estimularem ganhos de força, como esportes (levantamento de peso, por exemplo), musculação, *crosstraining*, método Pilates, até mesmo fisioterapia (HAFF & TRIPLETT, 2015). Uma modalidade que também demonstra ganhos significativos em diferentes manifestações de força muscular é o treinamento de força no meio aquático, que além de outros benefícios, pode atribuir mais segurança na execução de exercícios devido a menor sobrecarga cardiovascular (PENDERGAST et al., 2015).

O treinamento de força no meio aquático (TFA) é uma modalidade relativamente nova, pouco explorada e com diversos questionamentos sobre a sua metodologia de prescrição (KRUEL et al. 2018). Porém, nos últimos anos tem sido proposta a prescrição através do tempo de execução (na tentativa de alcançar a rota metabólica desejada) e da velocidade máxima, visto que de acordo com a equação geral dos fluídos ( $R = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot C_d$ ; onde  $\rho$  é a densidade,  $A$  é a área projetada,  $V$  é a velocidade e  $C_d$  o coeficiente de arrasto) a velocidade está ao quadrado e diretamente relacionada com o aumento da resistência ao movimento (ALEXANDER & GOLDSPINK, 1977). Assim, diversos estudos no meio aquático com diferentes populações mostraram incremento na força muscular através da prescrição por tempo de execução e velocidade máxima (AMBROSINI et al., 2010; BENTO et al., 2012; BUTTELLI et al., 2015; COLADO et al., 2009, 2012; COSTA et al. 2018a; COSTA et al., 2018b; GRAEF et al., 2010; KRUEL et al., 2005; SCHOENELL et al., 2016; PÖYHÖNEN, 2002; SCHOENELL, 2017; SOUZA et al. 2010; TSOURLOU et al., 2006). No estudo de Schoenell et. al. (2017), foi realizado um TFA com mulheres jovens, e após 10 semanas observou aumentos de 15% na

força dinâmica máxima de flexão de cotovelos e de 17% na extensão de joelhos. Nesse mesmo estudo, observou-se incrementos também na força resistente, 30% na flexão de cotovelos e de 14% na extensão de joelhos.

Dessa forma, o meio aquático se mostra como uma alternativa para a realização de um treinamento específico de força. No entanto, apenas dois estudos, até então encontrados na literatura, realizaram comparações entre o TF realizado no meio terrestre com o TF realizado no meio aquático (COLADO et al., 2012; PETRICK et al., 2001). Além disso, esses estudos realizaram diferentes metodologias de treinamento e são realizados com diferentes populações, o que dificulta maiores conclusões. Visto isso, podemos perceber a necessidade de maiores investigações comparando o treinamento nos diferentes meios (aquático e terrestre) a fim de descobrir as principais diferenças, e se realmente é possível obter ganhos de força semelhantes. Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar dois modelos de treinamento de força realizados em meio aquático e em meio terrestre em mulheres jovens.

## MÉTODOS

### **Tipo de estudo**

Este estudo se caracteriza como um estudo longitudinal com dois grupos submetidos a intervenções de treinamento de força em meio aquático e em meio terrestre.

### **AMOSTRA**

A amostra do presente estudo foi constituída por 24 mulheres jovens com idade entre 20 e 30 anos. As participantes se voluntariaram para o presente estudo após a divulgação do estudo em redes sociais (Facebook e Instagram) e pelo campus olímpico da ESEFID-UFRGS. Foram selecionadas somente mulheres saudáveis, ambientadas ao meio líquido e que estavam sem praticar atividade física por no mínimo três meses. Além disso, deveriam estar isentas de doenças osteoarticulares de membros inferiores e superiores. Todas as participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido após serem informados sobre os procedimentos do estudo e os possíveis riscos e desconfortos relacionados à sua participação. Ao final do estudo, foram excluídos da análise os dados das voluntárias que não obtiveram frequência mínima de 80% nas sessões de treinamento. As participantes foram randomizadas em dois grupos de treinamento (randomização simples, taxa de alocação 1:1), a partir de uma lista aleatória gerada por computador. O estudo foi realizado de acordo com a Declaração de

Helsinque e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEP/UFRGS) (2.302.299).

## Treinamentos

Os treinamentos tiveram duração de 12 semanas com duas sessões semanais em dias não consecutivos, com volume de sessão e intensidades equiparadas. Cada sessão de treinamento foi composta por um aquecimento inicial (10 minutos), parte principal (destinada ao treinamento de força na terra ou água) e volta à calma (alongamento durante 10 minutos). Ambos treinamentos foram compostos por dois mesociclos de seis semanas cada. Nas primeiras seis semanas foram realizadas duas séries de 30 segundos para cada exercício e nas últimas seis semanas foram realizadas três séries de 20 segundos para cada exercício. Havendo assim, uma manutenção no volume de treinamento com incremento apenas na intensidade. As aulas foram realizadas no Centro Natatório da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID-UFRGS) e ministradas por um professor e monitor.

Anteriormente ao início do treinamento, os indivíduos realizaram familiarização com as avaliações e com os exercícios que foram realizados durante a intervenção. Foram realizadas duas sessões para a familiarização dos exercícios. Para o grupo de treinamento no meio terrestre durante sessões de familiarização dos exercícios foi realizado a determinação das cargas iniciais de treinamento.

### **Treinamento de força no meio aquático**

O treinamento de força no meio aquático foi realizado em uma piscina rasa com a profundidade de imersão no nível do processo xifoide. A intensidade dos exercícios foi prescrita através da máxima velocidade de execução e controlada pela escala de percepção de esforço de BORG (6-20), ou seja, no índice 19 (extremamente intenso). Os exercícios foram realizados em blocos e distribuídos em forma de circuito. O primeiro bloco foi composto pelo exercício de adução/abdução de quadril e flexão/extensão de cotovelo unilateral. O segundo bloco pelos exercícios de flexão/extensão de joelho com quadril flexionado a 90° unilateral, flexão/extensão de ombros unilateral. O terceiro bloco foi composto pelos exercícios de flexão/extensão de quadril e adução/abdução de ombros realizados unilateralmente. Foi respeitado um intervalo de dois minutos de recuperação passiva entre os blocos e um intervalo de um minuto ao final de

cada bloco, havendo assim uma recuperação de dois minutos e 30 segundos para cada grupo muscular. No quadro 1 apresenta-se a periodização do treinamento de força no meio aquático.

**Quadro 1.** Periodização do treinamento de força do grupo no meio aquático.

Semana	Séries	Exercícios	Duração de cada exercício	Intensidade	Intervalo entre os blocos	Volume total	Volume total de sessão
1-6	2	<b>Bloco 1:</b> – Adu/Abdu de quadril D – Adu/Abdu de quadril E – Flex/ext de cotovelo D – Flex/ext de cotovelo E	30 segs.	Velocidade máxima/ IEP 19 de Borg (6-20)	2 min (passivo)	4 min	28 min
	2	<b>Bloco 2:</b> – Flex/ext de joelho D – Flex/ext de joelho E – Flex/ext de ombros D – Flex/ext de ombros E	30 segs.			4 min	
	2	<b>Bloco 3:</b> – Flex/ext de quadril D – Flex/ext de quadril E – Flex/ext lateral de ombro D – Flex/ext lateral de ombro E	30 segs.			4 min	
7-12	3	<b>Bloco 1:</b> – Adu/Abdu de quadril D – Adu/Abdu de quadril E – Flex/ext de cotovelo D – Flex/ext de cotovelo E	20 segs.	Velocidade máxima/ IEP 19 de Borg (6-20)	2 min (passivo)	4 min	28 min
	3	<b>Bloco 2:</b> – Flex/ext de joelho D – Flex/ext de joelho E – Flex/ext de ombros D – Flex/ext de ombros E	20 segs.			4 min	
	3	<b>Bloco 3:</b> – Flex/ext de quadril D – Flex/ext de quadril E – Flex/ext lateral de ombro D – Flex/ext lateral de ombro E	20 segs.			4 min	

Flex: flexão; Ext: extensão; Adu: adução; Abdu: abdução; D: direita; E: esquerda; segs.: segundos; min.: minutos.

## Treinamento de força no meio terrestre

O treinamento de força no meio terrestre foi realizado em uma sala de musculação tradicional. A intensidade dos exercícios foi prescrita através da máxima velocidade de execução durante a contração concêntrica e controlada pela escala de percepção de esforço de BORG (6-20), ou seja, ao final de cada série deveriam relatar o índice 19 (extremamente intenso). As cargas eram reajustadas de forma que os indivíduos mantivessem o índice 19 da Escala de percepção de esforço de Borg (extremamente intenso) ao final de cada série. Da mesma maneira que no treinamento aquático, os exercícios foram realizados em blocos e distribuídos em forma de circuito. O primeiro bloco foi composto pelo exercício de adução de quadril realizado com caneleiras, flexão de cotovelos (rosca bíceps), abdução de quadril na cadeira abdução e extensão de cotovelos (tríceps testa). O segundo bloco pelos exercícios de flexão de joelhos na cadeira flexora, flexão de ombros com halteres, extensão de joelhos na cadeira extensora e extensão de ombros com halteres. O terceiro bloco foi composto pelos exercícios de flexão e extensão de quadril com caneleiras unilateral (direita e esquerda), abdução de ombros (elevação lateral) com halteres e adução de ombros na polia alta. Foi respeitado um intervalo de dois minutos de recuperação passiva entre os blocos e um intervalo de um minuto ao final de cada bloco, havendo assim uma recuperação de dois minutos e 30 segundos para cada grupo muscular. No quadro 2 apresenta-se a periodização do treinamento de força no meio terrestre.

**Quadro 2.** Periodização do treinamento de força do grupo no meio terrestre.

Semana	Séries	Exercícios	Duração de cada exercício	Intensidade	Intervalo entre as séries	Volume total	Volume total de sessão
1-6	2	<b>Bloco 1:</b> – Adução de quadril – Flexão de Cotovelos – Abdução de quadril – Extensão de Cotovelos	30 segs.	Repetições máximas/ IEP 19 de Borg (6-20)	2 min (passivo)	4 min	28 min
	2	<b>Bloco 2:</b> – Flexão de Joelhos – Flexão de Ombros – Extensão de Joelhos – Extensão de Ombros	30 segs.			4 min	

	2	<b>Bloco 3:</b> – Flex./Ext. de Quadril D – Abdução de Ombros – Flex./Ext. de Quadril E – Adução de Ombros	30 segs.			4 min	
7-12	3	<b>Bloco 1:</b> – Adução de quadril – Flexão de Cotovelos – Abdução de quadril – Extensão de Cotovelos	20 segs.	Repetições máximas/ IEP 19 de Borg (6-20)	2 min (passivo)	4 min	28 min
	3	<b>Bloco 2:</b> – Flexão de Joelhos – Flexão de Ombros – Extensão de Joelhos – Extensão de Ombros	20 segs.			4 min	
	3	<b>Bloco 3:</b> – Flex./Ext. de Quadril D – Abdução de Ombros – Flex./Ext. de Quadril E – Adução de Ombros	20 segs.			4 min	

## Procedimentos

Todas as avaliações foram realizadas no Laboratório de Biodinâmica e na sala de musculação do Centro Natatório da ESEFID-UFRGS. As avaliações foram divididas em dois encontros com intervalo mínimo de 48h entre elas: 1) testes de força dinâmica máxima e força resistente 2) composição corporal.

## Composição corporal

As medidas de composição corporal foram realizadas para fins de caracterização da amostra. As medidas de massa corporal e estatura foram realizadas em uma balança Welmy (resolução de 100g) com estadiômetro acoplado (resolução de 1mm), respectivamente. Foi utilizado o protocolo de dobras cutâneas proposto por Petroski (1995) para estimar a densidade corporal e o percentual de gordura será estimado por meio da fórmula de Siri (1956).

## Força muscular dinâmica máxima (1RM)

A força muscular dinâmica máxima e a força resistente foram avaliadas no exercício de extensão de joelhos (cadeira extensora Aparatto, resolução de 1Kg) e flexão de cotovelos (rosca bíceps com barra e pesos livres) (Figura 1).



Figura 1. Teste de força máxima de extensão de joelhos e de flexão de cotovelos.

Anteriormente aos testes, as voluntárias realizaram um aquecimento de 10 repetições com carga mínima no exercício específico. Logo após, foi avaliada a força muscular dinâmica máxima por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) nos exercícios de extensão de joelhos (WORLD, resolução de 1Kg) e flexão de cotovelos, realizado de forma bilateral utilizando barra com pesos livres. Para cada exercício, foi selecionada uma carga (por tentativa e erro) a fim de que o sujeito não realize mais do que 10 repetições. A partir do número de repetições executadas, a carga foi redimensionada através dos valores propostos por Lombardi (Lombardi, 1989). Foram realizadas no máximo cinco tentativas, com intervalo de quatro minutos entre elas. A força muscular dinâmica máxima foi considerada a máxima carga suportada, em Kg, durante a fase concêntrica de uma repetição. O ritmo de execução foi de 1,5 segundo para cada fase do movimento (concêntrica e excêntrica), controlado por um metrônomo.

### **Força resistente (RML)**

Para a força resistente foram avaliados os exercícios de extensão de joelhos (WORLD, resolução de 1Kg) e flexão de cotovelos, realizados de forma bilateral utilizando barra com pesos livres. Nos diferentes momentos de avaliação pós-treinamento (pós-8 e pós-12 semanas), foi utilizada a mesma carga absoluta referente à primeira avaliação. O teste foi realizado com uma carga correspondente a 60% de 1RM onde o indivíduo deveria realizar o maior número possível de repetições. O ritmo de execução foi de 1,5 segundos para cada fase (concêntrica e excêntrica) e controlado através de um metrônomo.

## **Análise estatística**

Para definir o tamanho da amostra, foi realizado um cálculo amostral utilizando-se como base o estudo de Schoenell et al. (2016). O cálculo foi realizado no programa GPower versão 3.1., no qual adotou-se um  $\alpha=0,05$ , um poder de 95% e um coeficiente de correlação de 0,8. Os cálculos demonstraram a necessidade de um “n” amostral total de 20 indivíduos. Porém, prevendo uma perda amostral de aproximadamente 20%, foram recrutados 24 indivíduos. Utilizou-se estatística descritiva com os dados apresentados em médias e limites inferiores e superiores com intervalo de confiança de 95%. Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram utilizados para a análise da normalidade e homogeneidade dos dados, respectivamente, referentes à caracterização da amostra. Para comparação dessas variáveis entre os dois grupos de treinamento foi utilizado o teste T independente para os dados paramétricos e o teste Mann-Whitney para os dados não-paramétricos. Para comparar a força muscular e a resistência muscular entre os grupos de treinamento e entre os períodos pré, pós-8 e pós 12 semanas de treinamento, foi utilizado o método de Equações de Estimativas Generalizadas com teste complementar de Bonferroni. O índice de significância adotado foi de  $\alpha = 0,05$ . Todos os testes estatísticos foram realizados no programa estatístico SPSS vs 21.0. O tamanho de efeito intragrupo foi calculado utilizando o método d de Cohen (1988) a partir dos valores pré-treinamento e pós-12 semanas de treinamento de cada grupo. O tamanho de efeito foi classificado como pequeno (entre 0,2 e 0,5), moderado (entre 0,5 e 0,8), grande (0,8 ou mais) ou muito grande ( $>1,30$ ) (COHEN, 1988; ROSENTHAL, 1996).

## **RESULTADOS**

### **Fluxograma de participantes e caracterização da amostra**

24 mulheres jovens apresentaram os critérios de elegibilidade e foram incluídas no presente estudo. Durante as avaliações pré-treinamento, uma participante abandonou o estudo, dessa forma, 23 mulheres foram randomizadas entre os dois grupos de treinamento, resultando na alocação de 12 participantes em um grupo e 11 no outro. Ao longo da intervenção, houve uma perda amostral no grupo TFT, enquanto que o grupo TFA apresentou perda amostral de duas participantes. Portanto, foram incluídos na análise estatística os dados de 11 indivíduos no

grupo TFT e nove no grupo TFA. Na figura 2, pode ser visualizado o fluxograma das participantes ao longo do estudo.

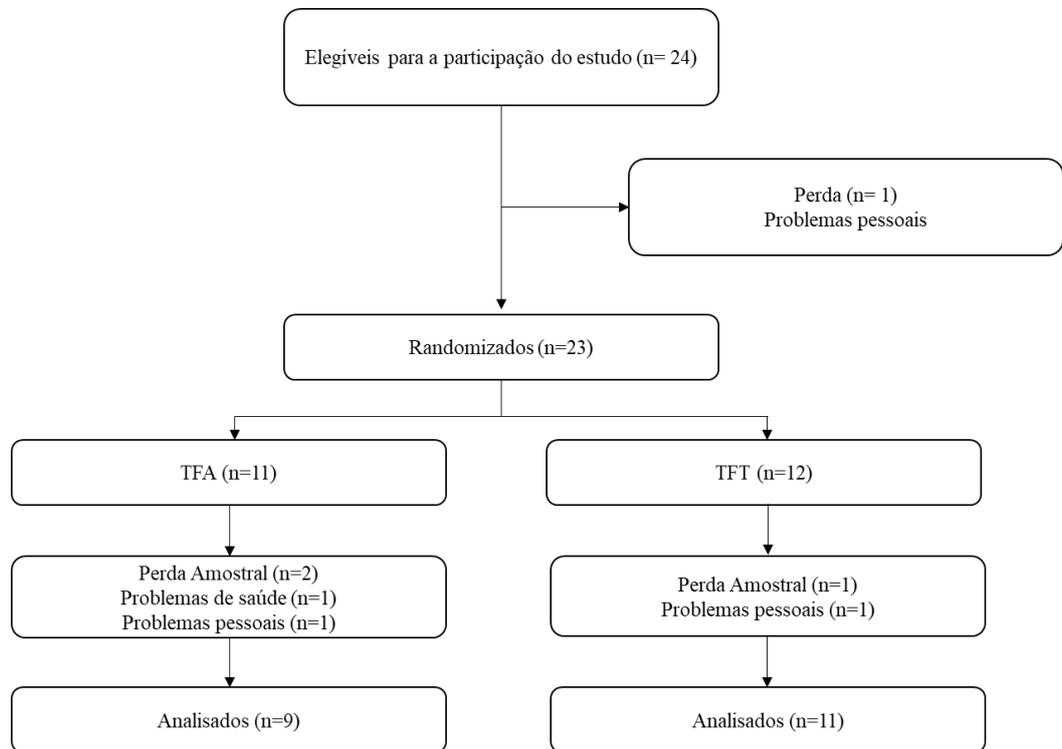


Figura 2. Fluxograma de participantes.

A tabela 1 apresenta os resultados de caracterização da amostra. Não se observou diferença significativa entre os grupos para a idade, estatura, massa corporal, índice de massa corporal e percentual de gordura.

**Tabela 1.** Valores de média e desvio padrão de idade, estatura, massa corporal, índice de massa corporal e percentual de gordura do grupo treinamento de força aquático (TFA) e do grupo treinamento de força terrestre (TFT).

Variável	TFA (n=9)	TFT (n=11)	p
	Média ±DP	Média ±DP	
Idade (anos)	26,00 ±4,09	26,09 ±3,78	0,959
Estatura (m)	1,62 ±0,04	1,63 ±0,077	0,739
Massa Corporal (kg)	66,85 ±19,72	63,68 ±9,27	0,732
IMC	25,62 ±8,20	23,95 ±2,93	0,732
%G	28,08 ±6,58	30,02 ±2,77	0,428

IMC: índice de massa corporal; %G: percentual de gordura.

A tabela 2 apresenta os resultados referentes às avaliações de força dinâmica máxima e força resistente de membros inferiores e superiores. A força dinâmica máxima de extensão de joelhos apresentou um incremento significativo da avaliação pré-treinamento para a avaliação pós-12 semanas de treinamento ( $p=0,01$ ), mas não apresentou diferença do pré para o pós-8 semanas ( $p=0,089$ ), em ambos os grupos. Já para a força resistente de extensão de joelhos, houve um incremento significativo da avaliação pré-treinamento para a pós-8 semanas ( $p<0,001$ ) e uma manutenção dos valores da pós-8 semanas para pós-12 semanas ( $p=0,303$ ), em ambos os grupos. Para a força dinâmica máxima de flexão de cotovelos foi demonstrado um incremento significativo da avaliação pré-treinamento para a avaliação pós-12 semanas de treinamento ( $p=0,044$ ), mas sem diferença do pré para o pós-8 semanas de treinamento ( $p=0,175$ ) em ambos os grupos. Na força resistente de flexão de cotovelos foi demonstrado um incremento significativo da avaliação pré-treinamento para a pós-8 semanas de treinamento ( $p<0,001$ ) e uma manutenção dos valores da pós-8 semanas para pós-12 semanas de treinamento ( $p=0,936$ ), em ambos os grupos.

**Tabela 2.** Força dinâmica máxima e força resistente de extensão de joelhos e flexão de cotovelos pré-treinamento, após 8 semanas de treinamento e após 12 semanas de treinamento.

Variável	Grupo (n)	Pré-treinamento		Pós-8 semanas		Pós-12 semanas		Δ%	Tempo	Grupo	Grupo* Tempo
		Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)						
1RM -Ext. Joelhos (kg)	TFT (11)	91,00 (80,01 a 101,98) <sup>a</sup>	102,63 (89,75 a 115,52) <sup>ab</sup>	109,40 (96,78 a 122,01) <sup>b</sup>	20,22	0,001	0,308	0,987			
	TFA (9)	86,44 (78,98 a 93,90) <sup>a</sup>	97,11 (88,44 a 105,77) <sup>ab</sup>	105,66 (95,99 a 115,34) <sup>b</sup>	22,24						
RML -Ext. Joelhos (rep.)	TFT (11)	11,18 (10,47 a 11,88) <sup>a</sup>	14,90 (13,22 a 16,58) <sup>b</sup>	17,50 (16,02 a 18,97) <sup>b</sup>	56,53	<0,001	0,867	0,053			
	TFA (9)	12,55 (11,28 a 13,82) <sup>a</sup>	15,25 (13,42 a 17,07) <sup>b</sup>	15,44 (13,51 a 17,37) <sup>b</sup>	23,03						
1RM -Flex. Cotovelos (kg)	TFT (11)	12,63 (11,10 a 14,16) <sup>a</sup>	14,04 (12,46 a 15,62) <sup>ab</sup>	14,35 (13,02 a 15,67) <sup>b</sup>	13,62	0,050	0,367	0,733			
	TFA (9)	10,88 (7,71 a 14,05) <sup>a</sup>	13,66 (11,66 a 15,66) <sup>ab</sup>	14,22 (12,68 a 15,76) <sup>b</sup>	30,70						
RML -Flex. Cotovelos (rep.)	TFT (11)	12,81 (10,86 a 14,76) <sup>a</sup>	17,45 (15,56 a 19,44) <sup>b</sup>	18,70 (16,33 a 21,06) <sup>b</sup>	45,98	<0,001	0,365	0,916			
	TFA (9)	14,00 (11,24 a 16,75) <sup>a</sup>	19,12 (15,94 a 22,30) <sup>b</sup>	19,11 (15,12 a 23,09) <sup>b</sup>	36,50						

1RM: uma repetição máxima; RML: resistência muscular localizada. Rep.: número de repetições; TFT: treinamento de força terrestre; TFA: treinamento de força aquático; Δ%: percentual de mudança do pré para pós-12 semanas de treinamento; IC: limites inferiores e superiores com intervalo de confiança de 95%. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tempos.

O tamanho de efeito calculado para a força muscular pode ser observado na tabela 3. A força dinâmica máxima de membros inferiores do grupo TFT apresentou tamanho de efeito de grande magnitude, enquanto que o grupo TFA de muito grande magnitude. Já a força dinâmica máxima de membros superiores do grupo TFT demonstrou um tamanho de efeito de grande magnitude, enquanto o grupo TFA um tamanho de efeito de moderada magnitude. Para a força resistente de membros inferiores e superiores foi demonstrado um tamanho de efeito de muito grande magnitude para o grupo TFT e de grande magnitude para o grupo TFA.

**Tabela 3.** Tamanho de efeito calculado para a força dinâmica máxima e força resistente de membros superiores e inferiores.

Variável	Grupo	Tamanho de Efeito (IC 95%)
1RM -Ext. Joelhos (kg)	TFA	1,37 (0,25 a 2,28)
	TFT	0,96 (0,01 a 1,76)
RML -Ext. Joelhos (rep.)	TFA	1,09 (0,03 a 1,99)
	TFT	2,61 (1,31 a 3,50)
1RM -Ext. Cotovelos (kg)	TFA	0,73 (1,62 a -0,28)
	TFT	0,80 (-0,13 a 1,60)
RML -Ext. Cotovelos (rep.)	TFA	0,92 (-0,12 a 1,81)
	TFT	1,49 (0,44 a 2,30)

## DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo foram os aumentos semelhantes promovidos pelo treinamento de força terrestre e aquático na força dinâmica máxima e na força resistente de membros inferiores e superiores de mulheres jovens. Foram observados incrementos de 20% e 22% na força dinâmica máxima de extensores de joelhos, e de 13% e 30% na força dinâmica máxima de flexores de cotovelos (TFT e TFA, respectivamente). Esses achados corroboram com outras pesquisas que observaram incrementos na força dinâmica máxima de mulheres jovens após treinamentos de força no meio aquático com uma prescrição específica para esses ganhos (SOUZA et al., 2010; PETRICK et al. 2001; SCHOENELL et al., 2016). No estudo de Souza et al. (2010) foi encontrado um aumento de 15% na força máxima de extensão de joelhos e 12% na força máxima do exercício de remada após 11 semanas de TFA (duas sessões semanais) também realizado com mulheres jovens. Schoenell et al. (2016) verificaram aumentos de 17% para extensão de joelhos e 15% para flexão de cotovelos após 10 semanas de TFA (duas sessões semanais) realizado com a mesma população. No meio terrestre também encontramos estudos na literatura que corroboram com nossos achados (CAMPOS et al., 2002; MORTON et al., 2016; RANA et al., 2008), como no estudo Rana et al. (2008) realizado com mulheres jovens durante seis semanais (três sessões semanais), com séries de 20 a 30 repetições máximas, com 1 segundo durante ação concêntrica e 2 segundos durante a excêntrica. Os autores encontram incrementos na força máxima de extensores de joelhos de 17%. Visto isso, é possível perceber que os percentuais de aumento do TFA e TFT foram semelhantes aos encontrados nos estudos citados principalmente para os membros inferiores, visto que a prescrição do treinamento utilizada foi semelhante, mostrando-se eficiente para o objetivo proposto.

Os estudos citados referente ao meio aquático também realizaram a prescrição através da máxima velocidade de execução, utilizando a resistência ao avanço para incremento de carga. Essa prescrição é baseada na equação geral dos fluidos ( $R = 0,5 CR \cdot \rho \cdot A_p \cdot V^2$ ; em que R é a força de arrasto, CR indica o coeficiente de arrasto,  $\rho$  representa a densidade da água,  $A_p$  é a área de projeção frontal do corpo/segmento e V indica a velocidade relativa do corpo/segmento em relação à água), em que a força de arrasto é influenciada principalmente pela velocidade de movimento (ALEXANDER & GOLDSPINK, 1977). Além disso, o controle das séries foi

realizado através do tempo em segundos (buscando trabalhar a rota metabólica desejada), havendo uma progressão também no número de séries ao longo do treinamento. No presente estudo, os dois treinamentos utilizaram a mesma prescrição, ou seja, utilizando o tempo em segundos para o controle das séries e assim, obtiveram ganhos significativos na força muscular, sem diferença entre os meios. Isso pode ser explicado, pois fisiologicamente, para obtermos ganhos de força muscular as principais vias metabólicas a serem trabalhadas são a anaeróbica aláctica e anaeróbica láctica, rotas que operam predominantemente no período de 0 até 30s, tempos trabalhados dentro das séries do presente estudo (KRUEL et al. 2018).

Visto isso, para realizar uma comparação entre os dois meios de treinamento (terrestre e aquático) buscamos prescrever os treinamentos do nosso estudo da maneira mais semelhante possível. Apenas o estudo de Petrick et al. (2001) foi realizado com mulheres jovens e também comparou o TFT com TFA, e encontrou incrementos de 49% (TFA) e 36% (TFT) na força de 10 RMs de extensores de joelhos. Esses resultados corroboram com os nossos achados, mesmo com uma prescrição de treinamento diferente da realizada no presente estudo. Colado et al. (2012) compararam o TFT com o TFA com mulheres pós-menopáusicas e encontrou incrementos na capacidade física, através de testes funcionais, em todos os grupos de treinamento. No entanto, o TFT no estudo citado, foi realizado com bandas elásticas e aparelhos de musculação chamados de “*Switching Machines*”, se diferenciando muito do TFT do presente estudo o qual foi realizado com equipamentos de musculação tradicionais e pesos livres. Assim, não foi possível haver uma comparação com outros estudos com objetivo semelhante.

Para maiores conclusões, também foi calculado o tamanho de efeito das duas intervenções. Foi possível perceber um efeito muito grande (TE: 1,37) para a força dinâmica máxima de membros inferiores do grupo TFA e um efeito grande (TE: 0,96) para o grupo TFT. Além disso, para a força de membros superiores foi observado um efeito moderado para ambos os grupos (0,73 para o TFA e 0,80 para o TFT). Dessa forma, nosso treinamento foi capaz de alcançar tamanhos de efeito de moderado a muito grande, o que demonstra a eficiência da prescrição realizada.

Em relação aos resultados da força resistente foram encontrados incrementos de 56% e 23% na força resistente de extensores de joelhos, e de 46% e 36% na força resistente de flexores de cotovelos (TFT e TFA, respectivamente). Esses achados corroboram com o estudo de Schoenell et al. (2016), que também realizaram um treinamento de força na água com mulheres jovens, durante 10 semanas e com prescrição semelhante (exercícios realizados na máxima

velocidade com séries de 30 segundos). Schoenell et al. (2016) encontraram aumento de 14% para a força resistente de extensores de joelhos, enquanto que no nosso estudo o TFA apresentou um incremento de 23%. Essa diferença pode ser explicada pela progressão do treinamento, pois no presente estudo, após seis semanas houve progressão no volume do treino através do aumento do número de séries (passando de 2 séries de 30s para 3 séries de 20s). Já no estudo de Schoenell et al. (2016), durante 10 semanas não foi realizada nenhuma progressão. No entanto, para a força resistente de membros superiores os percentuais de aumento do TFA se assemelham ao encontrado no estudo citado, 36% no nosso estudo e 33% no estudo de Schoenell et al. (2016). Quando comparamos com estudos realizados no meio terrestre, também encontramos resultados semelhantes (Campos et al., 2002; Rana et al., 2008), como no estudo de Rana et al. (2008) realizado com mulheres jovens com séries de 20 a 30 repetições máximas. Nesse estudo os autores encontraram incrementos de 57% na força resistente de extensores de joelhos, enquanto que no presente estudo houve incrementos semelhantes no TFT, de 56%, mas 23% no TFA.

Apesar de não termos encontrado diferença significativa entre os grupos, TFA e TFT, observando o TE calculado posteriormente, notamos um efeito ainda maior no grupo TFT para a força resistente. Foi encontrado um efeito muito grande para a força resistente de membros inferiores e superiores do TFT (2,61 e 1,49, respectivamente), enquanto que o TFA apresentou um tamanho de efeito grande para a força resistente de membros inferiores e superiores (1,09 e 0,92, respectivamente). Esse efeito pode ser explicado devido ao tempo de ativação muscular de cada um dos grupos de treinamento. O grupo TFT realizou diferentes exercícios para cada grupo muscular, trabalhando uma série para cada, por exemplo: 30 segundos de flexão de joelhos e 30 segundos para extensão de joelhos. Já o TFA realizava um único exercício para trabalhar dois grupos musculares diferentes durante a mesma série, por exemplo: 30 segundos de flexão e extensão de joelhos. Acredita-se então, que dessa forma o grupo TFT acabou trabalhando ainda mais a resistência muscular localizada, por ativar por mais tempo cada um dos grupos musculares trabalhados.

Cabe destacar que na busca de equalizar os treinamentos entre os diferentes meios, optou-se por manter o mesmo volume total de treinamento, pois consideramos o tempo de sessão que geralmente se encontra na prática. No entanto a metodologia do TFT que foi realizado no presente estudo, diferenciou-se um pouco do que é encontrado normalmente nas academias e também na literatura, o que acabou dificultando a comparação com outros estudos. Assim,

sugere-se mais investigações com comparações entre o TFA e TFT em diferentes populações (homens, idosos, gestantes...) e com maiores tempos de intervenção. Dessa forma, com um número maior estudos, o TFA pode se destacar se tornando mais uma alternativa de modalidade para ganhos de força muscular.

## CONCLUSÃO

Podemos concluir que o treinamento de força aquático quando bem prescrito é capaz de alcançar os mesmos ganhos de força dinâmica máxima e de força resistente em mulheres jovens que o treinamento de força realizado no meio terrestre. Dessa forma, o TFA se torna mais uma alternativa de modalidade para o treinamento de força, visto que muitos indivíduos não gostam do ambiente de academia e musculação, preferindo treinos realizados em grupos. Além disso, o meio aquático é capaz de promover diversos benefícios fisiológicos por conta da imersão, se tornando uma ótima alternativa para diferentes populações.

## REFERÊNCIAS

- Alexander, R. M., & Goldspink, G. (1977). *Mechanics and energetics of animal locomotion*. Chapman and Hall London.
- Ambrosini, A. B., Arias Brentano, M., Coertjens, M., Fernando, L., & Krueel, M. (2010). The effects of strength training in hydrogymnastics for middle-age women. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 4, 153–162.
- American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 687–708.
- Bento, P. C. B., Pereira, G., Ugrinowitsch, C., & Rodacki, A. L. F. (2012). The effects of a water-based exercise program on strength and functionality of older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 20(4), 469–483.
- Buttelli, A. C. K., Pinto, S. S., Schoenell, M. C. W., Almada, B. P., Camargo, L. K., de Oliveira Conceição, M., & Krueel, L. F. M. (2015). Effects of single vs. multiple sets water-based resistance training on maximal dynamic strength in young men. *Journal of human kinetics*, 47(1), 169–177.

Campos, G. E. R., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., Ragg, K. E., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88(1–2), 50–60. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0681-6>

Coffey, V. G., Zhong, Z., Shield, A., Canny, B. J., Chibalin, A. v, Zierath, J. R., & Hawley, J. A. (2006). Early signaling responses to divergent exercise stimuli in skeletal muscle from well-trained humans. *The FASEB journal*, 20(1), 190–192.

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences: Jacob Cohen. *J Am Stat Assoc*, 84(363), 19–74.

Colado, J. C., Garcia-Masso, X., Rogers, M. E., Tella, V., Benavent, J., & Dantas, E. H. (2012). Effects of aquatic and dry land resistance training devices on body composition and physical capacity in postmenopausal women. *Journal of Human Kinetics*, 32(1), 185–195. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0035-3>

Colado, J. C., Triplett, N. T., Tella, V., Saucedo, P., & Abellán, J. (2009). Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. *European journal of applied physiology*, 106(1), 113–122.

Costa, R. R., Kanitz, A. C., Reichert, T., Prado, A. K. G., Coconcelli, L., Buttelli, A. C. K., Pereira, L. F., Masiero, M. P. B., Meinerz, A. P., & Conceição, M. O. (2018). Water-based aerobic training improves strength parameters and cardiorespiratory outcomes in elderly women. *Experimental gerontology*, 108, 231–239.

Costa, R. R., Kanitz, A. C., Reichert, T., Prado, A. K. G., Coconcelli, L., Buttelli, A. C. K., Pereira, L. F., Masiero, M. P. B., Meinerz, A. P., Conceição, M. O., Sbeghen, I. L., & Krueel, L. F. M. (2018). Water-based aerobic training improves strength parameters and cardiorespiratory outcomes in elderly women. *Experimental Gerontology*, 108(April), 231–239. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.04.022>

de Souza, A. S., Rodrigues, B. M., Hirshammann, B., Graef, F. I., Tiggemann, C. L., & Krueel, L. F. M. (2010). Treinamento de força no meio aquático em mulheres jovens. *Motriz. Journal of Physical Education. UNESP*, 649–657.

- Giovannucci, E. L., Rezende, L. F. M., & Lee, D. H. (2021). Muscle-strengthening activities and risk of cardiovascular disease, type 2 diabetes, cancer and mortality: A review of prospective cohort studies. *Journal of Internal Medicine*, 290(4), 789–805.
- Graef, F. I., Pinto, R. S., Alberton, C. L., de Lima, W. C., & Krueel, L. F. M. (2010). The effects of resistance training performed in water on muscle strength in the elderly. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 3150–3156.
- Grgic, J., Mcllvenna, L. C., Fyfe, J. J., Sabol, F., Bishop, D. J., Schoenfeld, B. J., & Pedisic, Z. (2019). Does aerobic training promote the same skeletal muscle hypertrophy as resistance training? A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 49, 233–254.
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of strength training and conditioning 4th edition*. Human kinetics.
- Krueel, L. F. M., Barella, R. E., Graef, F., Brentano, M. A., Figueiredo, P. P., Cardoso, A., & Severo, C. R. (2005). Efeitos de um treinamento de força aplicado em mulheres praticantes de hidroginástica. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 4(1), 32–38.
- KRUEEL,LFM;COSTA,RR;LIEDTKE, G., & KANITZ, A. (2018). Treinamento de força no meio aquático: uma revisão sobre os aspectos históricos, fisiológicos e metodológicos. *Revista Brasileira Ciência e Movimento*, 28(2), 176–185. file:///C:/Users/User/Desktop/TCC/revisao atividades aquaticas.pdf
- Lombardi, V. P. (1989). *Beginning weight training: the safe and effective way*. William C Brown Pub.
- MC, S., CL, A., CL, T., M, N., R, C., NS, S., & LF, K. (2016). Effects of Single Vs. Multiple Sets during 10 Weeks of Water-based Resistance Training on Neuromuscular Adaptations in Young Women. *International journal of sports medicine*, 37(10), 813–818. <https://doi.org/10.1055/s-0042-106299>
- Momma, H., Kawakami, R., Honda, T., & Sawada, S. S. (2022). Muscle-strengthening activities are associated with lower risk and mortality in major non-communicable diseases: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *British Journal of Sports Medicine*, 56(13), 755–763.

Morton, R. W., Oikawa, S. Y., Wavell, C. G., Mazara, N., McGlory, C., Quadrilatero, J., Baechler, B. L., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2016). Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. *Journal of Applied Physiology*, *121*(1), 129–138. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00154.2016>

Pendergast, D. R., Moon, R. E., Krasney, J. J., Held, H. E., & Zamparo, P. (2015). Human physiology in an aquatic environment. *Compr Physiol*, *5*(4), 1705–1750.

Petrick, M., Paulsen, T., & George, J. (2001). Comparison between quadriceps muscle strengthening on land and in water. *Physiotherapy*, *87*(6), 310–317.

Petroski, E. L., & Neto, C. S. P. (1995). Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em mulheres. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, *1*(2), 65–73.

Pöyhönen, T. et al. (2002). Effects of aquatic resistance training. *Sports Medicine*, 2103–2109. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000039291.46836.86>

Rana, S. R., Chleboun, G. S., Gilders, R. M., Hagerman, F. C., Herman, J. R., Hikida, R. S., Kushnick, M. R., Staron, R. S., & Toma, K. (2008). Comparison of early phase adaptations for traditional strength and endurance, and low velocity resistance training programs in college-aged women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(1), 119–127.

Rosenthal, J. A. (1996). Qualitative descriptors of strength of association and effect size. *Journal of social service Research*, *21*(4), 37–59.

Saeidifard, F., Medina-Inojosa, J. R., West, C. P., Olson, T. P., Somers, V. K., Bonikowske, A. R., Prokop, L. J., Vinciguerra, M., & Lopez-Jimenez, F. (2019). The association of resistance training with mortality: a systematic review and meta-analysis. *European journal of preventive cardiology*, *26*(15), 1647–1665.

Sawan, S. A., Nunes, E. A., Lim, C., McKendry, J., & Phillips, S. M. (2023). The Health Benefits of Resistance Exercise: Beyond Hypertrophy and Big Weights. *Exercise, Sport and Movement*, *1*(1). <https://doi.org/10.1249/ESM.0000000000000001>

Schoenell, M. C. W. (2017). *Efeitos do treinamento aeróbio, de força muscular e combinado no meio aquático em mulheres com síndrome metabólica : um ensaio clínico randomizado*. [Tese de doutorado]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Schoenell, M. C. W., Alberton, C. L., Tiggemann, C. L., Noll, M., Costa, R., Santos, N. S., & Kruegel, L. F. M. (2016). Effects of single vs. multiple sets during 10 weeks of water-based resistance training on neuromuscular adaptations in young women. *International Journal of Sports Medicine*, 37(10), 813–818.

Shailendra, P., Baldock, K. L., Li, L. S. K., Bennie, J. A., & Boyle, T. (2022). Resistance training and mortality risk: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Preventive Medicine*.

Siri, W. E. (1956). *Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods*.

Souza, A. S. de, & Tiggemann, C. L. (2010). *Artigo Original Treinamento de força no meio aquático em mulheres jovens Introdução*.

Stamatakis, E., Lee, I.-M., Bennie, J., Freeston, J., Hamer, M., O'Donovan, G., Ding, D., Bauman, A., & Mavros, Y. (2018). Does strength-promoting exercise confer unique health benefits? A pooled analysis of data on 11 population cohorts with all-cause, cancer, and cardiovascular mortality endpoints. *American journal of epidemiology*, 187(5), 1102–1112.

Tsourlou, T., Benik, A., Dipla, K., Zafeiridis, A., & Kellis, S. (2006). The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 811.

### **3.2. ESTUDO 2: EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA NO MEIO AQUÁTICO E NO MEIO TERRESTRE NA ALTURA DE SALTO, NO PICO DA TAXA DE PRODUÇÃO DE FORÇA E NO PICO DE POTÊNCIA DE MULHERES JOVENS**

#### **RESUMO**

O objetivo do presente estudo foi comparar dois modelos de treinamento de força realizados em meio aquático (TFA) e em meio terrestre (TFT) em mulheres jovens na altura de salto, pico da taxa de produção de força e pico de potência. O treinamento foi realizado durante 12 semanas com duas sessões semanais. Os testes de saltos Squat Jump (SJ) e Counter Movement Jump (CMJ) foram realizados antes do treinamento e após 8 e 12 semanas de treinamento para a avaliação da altura de salto, pico da taxa de produção de força e pico de potência. Como resultados, não foi encontrado diferença significativa entre momentos e nem entre os grupos na altura de salto, no pico da taxa de produção de força e no pico de potência dos saltos SJ e CMJ. Dessa forma, conclui-se que o treinamento de força no meio aquático e no meio terrestre com duração de 12 semanas não foram capazes de promover incrementos significativos nas variáveis relacionadas a parâmetros da força potente de mulheres jovens.

## INTRODUÇÃO

A capacidade de aumentar a força o mais rápido possível durante uma contração voluntária rápida realizada a partir de um nível baixo de força ou de repouso é conhecida como força explosiva (MAFFIULETTI et al., 2016). Essa variável é extremamente importante para determinar a aceleração na fase inicial de um movimento, influenciando diretamente na velocidade do movimento e, conseqüentemente, na potência muscular (AAGAARD et al., 2002a). Assim, a potência muscular é definida como o produto da força de contração pela velocidade (CASEROTTI et al., 2008). A força explosiva e a força potente têm ganhado grande destaque na literatura demonstrando sua importância em vários cenários. Estudos sugerem que elas estão mais relacionadas com o desempenho de tarefas funcionais da vida diária e com o desempenho esportivo do que a força máxima. Dessa forma, a força explosiva e potente se torna uma capacidade extremamente importante a ser investigada e trabalhada, independente da população (CASEROTTI et al., 2008; IZQUIERDO et al., 1999; SUETTA et al., 2004, 2007).

Sabe-se que incrementos na força explosiva, ocorrem principalmente por aumento na rigidez músculo-tendão (BURGESS et al., 2007; KUBO et al., 2001), aumento da produção de força por meio de mudanças no tipo de fibra muscular (do tipo I para o tipo IIA)(AAGAARD et al., 2002b; HÄKKINEN et al., 2003) e aumentos no drive neural durante a fase inicial da contração muscular (VAN CUTSEM et al., 1998; VILA-CHÃ et al., 2012). Porém, em fases iniciais de treinamento, ou em treinamentos de curta duração, a principal adaptação que reflete em incrementos na força explosiva, são as adaptações neurais (DEL VECCHIO et al., 2019).

Diversos estudos na literatura comprovam que o treinamento de força é eficaz para aprimorar a força explosiva e a potência muscular em indivíduos de todas as idades (BEHM et al., 2017; GUIZELINI et al., 2018; STRAIGHT et al., 2016). Além disso, foi visto que o treinamento específico de potência, que utiliza altas velocidades de execução na fase concêntrica do movimento, é ainda mais efetivo na melhora da força explosiva do que o treinamento de força tradicional (BEHM et al., 2017; BOTTARO et al., 2007; FIELDING et al., 2002; MISZKO et al., 2003; RADAELLI et al., 2018; RAMÍREZ-VILLADA et al., 2016; STEMM & JACOBSON, 2007; TILLIN et al., 2012). Portanto, é recomendado incluir contrações musculares em altas velocidades durante o treinamento de força para desenvolver a força explosiva (HÄKKINEN et al., 2003).

Com isso, dentro das modalidades de treinamento de força, destaca-se o treinamento de força realizado no meio aquático, o qual é prescrito através do tempo de execução (na tentativa

de alcançar a rota metabólica desejada) e da velocidade máxima, visto que de acordo com a equação geral dos fluídos ( $R = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot C_d$ ; onde  $\rho$  é a densidade,  $A$  é a área projetada,  $V$  é a velocidade e  $C_d$  o coeficiente de arrasto) a velocidade está ao quadrado e diretamente relacionada com o aumento da resistência ao movimento (ALEXANDER & GOLDSPINK, 1977). Além disso, Pöyhönen et al. (2001) comprovaram que a maneira como os músculos se contraem durante diversas repetições em alta velocidade dentro do meio aquático é semelhante ao padrão de alongamento-encurtamento, presente no treinamento pliométrico, o qual é indicado para gerar incrementos na força explosiva (STOJANOVIĆ et al., 2017; VETROVSKY et al., 2019). Ainda, Black (2005) demonstrou que a ativação neuromuscular aumenta conforme o aumento da velocidade de execução em exercício no meio aquático (BLACK, 2005).

Apesar de alguns estudos com treinamento de força no meio aquático mostrarem incrementos na força explosiva e potente (PRADO et al., 2022; RAMÍREZ-VILLADA et al., 2016; SCHOENELL et al., 2016; STEMM & JACOBSON, 2007), esses estudos ainda são escassos comparados com o número de estudos realizados no meio terrestre. Além disso, adotam diferentes metodologias e são realizados com diferentes populações o que dificulta as comparações e conclusões. Ainda, nenhum deles comparou esses ganhos com um treinamento de força realizado no meio terrestre. Diante disso, podemos perceber a necessidade de investigações que comparem o treinamento de força nos diferentes meios (aquático e terrestre) em parâmetros relacionados a força explosiva e potente. Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar dois modelos de treinamento de força realizados em meio aquático e em meio terrestre em mulheres jovens na altura de salto, pico da taxa de produção de força e pico de potência.

## MÉTODOS

### **Tipo de estudo**

Este estudo se caracteriza como um estudo longitudinal com dois grupos submetidos a intervenções de treinamento de força em meio aquático e em meio terrestre.

### AMOSTRA

A amostra do presente estudo foi constituída por 24 mulheres jovens com idade entre 20 e 30 anos. O estudo foi divulgado nas redes sociais (Facebook e Instagram) e pelo campus olímpico da ESEFID-UFRS e as participantes se voluntariaram para a participação no mesmo.

Foram selecionadas mulheres saudáveis, ambientadas ao meio líquido e que estavam sem praticar atividade física por no mínimo três meses. Elas deveriam estar isentas de doenças osteoarticulares de membros inferiores e superiores. Todas as participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido após serem informadas sobre os procedimentos do estudo e os possíveis riscos relacionados à sua participação. As participantes foram randomizadas em dois grupos de treinamento (randomização simples, taxa de alocação 1:1), a partir de uma lista aleatória gerada por computador. Por fim, foram excluídos da análise os dados das voluntárias que não obtiveram frequência mínima de 80% nas sessões de treinamento. O estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsinque e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEP/UFRGS) (2.302.299).

## **Treinamentos**

Os treinamentos tiveram duração de 12 semanas com duas sessões semanais em dias não consecutivos, com volume de sessão e intensidades equiparadas. Cada sessão de treinamento foi composta por um aquecimento inicial (10 minutos), parte principal (destinada ao treinamento de força na terra ou água) e volta à calma (alongamento durante 10 minutos). Ambos treinamentos foram compostos por dois mesociclos de seis semanas cada. Nas primeiras seis semanas foram realizadas duas séries de 30 segundos para cada exercício e nas últimas seis semanas foram realizadas três séries de 20 segundos para cada exercício. Havendo assim, uma manutenção no volume de treinamento com incremento apenas na intensidade. As aulas foram realizadas no Centro Natatório da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID-UFRGS) e ministradas por um professor e um monitor.

Anteriormente ao início do treinamento, os indivíduos realizaram familiarização com as avaliações e com os exercícios que foram realizados durante a intervenção. Foram realizadas duas sessões para a familiarização dos exercícios. Para o grupo de treinamento no meio terrestre durante sessões de familiarização dos exercícios foi realizado a determinação das cargas iniciais de treinamento.

## **Treinamento de força no meio aquático**

O treinamento de força no meio aquático foi realizado em uma piscina rasa com a profundidade de imersão no nível do processo xifoide. A intensidade dos exercícios foi prescrita através da máxima velocidade de execução e controlada pela escala de percepção de esforço de BORG (6-20), ou seja, no índice 19 (extremamente intenso). Os exercícios foram realizados em blocos e distribuídos em forma de circuito. O primeiro bloco foi composto pelo exercício de adução/abdução de quadril e flexão/extensão de cotovelo unilateral. O segundo bloco pelos exercícios de flexão/extensão de joelho com quadril flexionado a 90° unilateral, flexão/extensão de ombros unilateral. O terceiro bloco foi composto pelos exercícios de flexão/extensão de quadril e adução/abdução de ombros realizados unilateralmente. Foi respeitado um intervalo de dois minutos de recuperação passiva entre os blocos e um intervalo de um minuto ao final de cada bloco, havendo assim uma recuperação de dois minutos e 30 segundos para cada grupo muscular. No quadro 1 apresenta-se a periodização do treinamento de força no meio aquático.

**Quadro 1.** Periodização do treinamento de força do grupo no meio aquático.

Semana	Séries	Exercícios	Duração de cada exercício	Intensidade	Intervalo entre os blocos	Volume total	Volume total de sessão
1-6	2	<b>Bloco 1:</b> – Adu/Abdu de quadril D – Adu/Abdu de quadril E – Flex/ext de cotovelo D – Flex/ext de cotovelo E	30 segs.	Velocidade máxima/ IEP 19 de Borg (6-20)	2 min (passivo)	4 min	28 min
	2	<b>Bloco 2:</b> – Flex/ext de joelho D – Flex/ext de joelho E – Flex/ext de ombros D – Flex/ext de ombros E	30 segs.			4 min	
	2	<b>Bloco 3:</b> – Flex/ext de quadril D – Flex/ext de quadril E – Flex/ext lateral de ombro D – Flex/ext lateral de ombro E	30 segs.			4 min	
7-12	3	<b>Bloco 1:</b> – Adu/Abdu de quadril D – Adu/Abdu de quadril E – Flex/ext de cotovelo D – Flex/ext de cotovelo E	20 segs.	Velocidade máxima/ IEP 19 de Borg (6-20)	2 min (passivo)	4 min	28 min

	3	<b>Bloco 2:</b> – Flex/ext de joelho D – Flex/ext de joelho E – Flex/ext de ombros D – Flex/ext de ombros E	20 segs.			4 min	
	3	<b>Bloco 3:</b> – Flex/ext de quadril D – Flex/ext de quadril E – Flex/ext lateral de ombro D – Flex/ext lateral de ombro E	20 segs.			4 min	

Flex: flexão; Ext: extensão; Adu: adução; Abdu: abdução; D: direita; E: esquerda; segs.: segundos; min.: minutos.

### Treinamento de força no meio terrestre

O treinamento de força no meio terrestre foi realizado em uma sala de musculação tradicional. A intensidade dos exercícios foi prescrita através da máxima velocidade de execução durante a contração concêntrica e controlada pela escala de percepção de esforço de BORG (6-20), ou seja, ao final de cada série deveriam relatar o índice 19 (extremamente intenso). As cargas eram reajustadas de forma que os indivíduos mantivessem o índice 19 da Escala de percepção de esforço de Borg (extremamente intenso) ao final de cada série. Da mesma maneira que no treinamento aquático, os exercícios foram realizados em blocos e distribuídos em forma de circuito. O primeiro bloco foi composto pelo exercício de adução de quadril realizado com caneleiras, flexão de cotovelos (rosca bíceps), abdução de quadril na cadeira abdução e extensão de cotovelos (tríceps testa). O segundo bloco pelos exercícios de flexão de joelhos na cadeira flexora, flexão de ombros com halteres, extensão de joelhos na cadeira extensora e extensão de ombros com halteres. O terceiro bloco foi composto pelos exercícios de flexão e extensão de quadril com caneleiras unilateral (direita e esquerda), abdução de ombros (elevação lateral) com halteres e adução de ombros na polia alta. Foi respeitado um intervalo de dois minutos de recuperação passiva entre os blocos e um intervalo de um minuto ao final de cada bloco, havendo assim uma recuperação de dois minutos e 30 segundos para cada grupo muscular. No quadro 2 apresenta-se a periodização do treinamento de força no meio terrestre.

**Quadro 2.** Periodização do treinamento de força do grupo no meio terrestre.

Semana	Séries	Exercícios	Duração de cada exercício	Intensidade	Intervalo entre as séries	Volume total	Volume total de sessão
1-6	2	<b>Bloco 1:</b> – Adução de quadril – Flexão de Cotovelos – Abdução de quadril – Extensão de Cotovelos	30 segs.	Repetições máximas/ IEP 19 de Borg (6-20)	2 min (passivo)	4 min	28 min
	2	<b>Bloco 2:</b> – Flexão de Joelhos – Flexão de Ombros – Extensão de Joelhos – Extensão de Ombros	30 segs.			4 min	
	2	<b>Bloco 3:</b> – Flex./Ext. de Quadril D – Abdução de Ombros – Flex./Ext. de Quadril E – Adução de Ombros	30 segs.			4 min	
7-12	3	<b>Bloco 1:</b> – Adução de quadril – Flexão de Cotovelos – Abdução de quadril – Extensão de Cotovelos	20 segs.	Repetições máximas/ IEP 19 de Borg (6-20)	2 min (passivo)	4 min	28 min
	3	<b>Bloco 2:</b> – Flexão de Joelhos – Flexão de Ombros – Extensão de Joelhos – Extensão de Ombros	20 segs.			4 min	
	3	<b>Bloco 3:</b> – Flex./Ext. de Quadril D – Abdução de Ombros – Flex./Ext. de Quadril E – Adução de Ombros	20 segs.			4 min	

Segs.: segundos; min.: minutos.

### Procedimentos

Todas as avaliações foram realizadas no Laboratório de Biodinâmica e na sala de musculação do Centro Natatório da EsEFID-UFRGS. As avaliações foram realizadas no mesmo encontro: 1) Composição corporal; 2) Salto Squat Jump; 3) Salto Counter Movement Jump.

### **Composição corporal**

As medidas de composição corporal foram realizadas para fins de caracterização da amostra. As medidas de massa corporal e estatura foram realizadas em uma balança Welmy (resolução de 100g) com estadiômetro acoplado (resolução de 1mm), respectivamente. Foi utilizado o protocolo de dobras cutâneas proposto por Petroski (1995) para estimar a densidade corporal e o percentual de gordura será estimado por meio da fórmula de Siri (1956).

### **Avaliação dos saltos: *Squat Jump (SJ)* e *Counter Movement Jump (CMJ)***

O protocolo de saltos foi realizado em uma plataforma de força modelo OR6, da marca AMTI, com uma frequência de amostragem de 1000Hz. Primeiramente os indivíduos realizaram um aquecimento articular seguido de cinco minutos em esteira a 4km/h. Após o aquecimento, os indivíduos realizaram três saltos corretos e válidos dos saltos *Squat Jump (SJ)* e *Counter Movement Jump (CMJ)*, com intervalo de dois minutos entre cada tentativa. No SJ os indivíduos iniciaram o movimento com os joelhos a 90° de flexão (0° representa a extensão completa) e no salto CMJ iniciaram o teste na posição ortostática, descendo aproximadamente até 90° de flexão de joelhos e saltando o mais rápido e o mais alto possível. Os sujeitos foram instruídos a saltar com as mãos apoiadas na pelve, com o intuito de reduzir a contribuição dos membros superiores no desempenho do mesmo (BAKER, 1996). Os sinais da plataforma de força foram transmitidos para um computador através do software AMTIforce, convertidos através do software Vicon e, posteriormente, analisados no software Excel.

### **Altura de salto**

Para a altura de salto foi utilizado o tempo de voo, analisando o período de tempo em que o sinal retornava ao valor zero após os saltos. O intervalo de tempo transcorrido foi calculado e assim determinando o tempo de voo, através do qual foi determinado a altura do salto pela fórmula:  $(\text{tempo de voo})^2 \times 1,226$  (BOSCO et al., 1983). O valor mais alto de cada tipo de salto foi o utilizado.

### **Pico de potência**

Para o cálculo de potência dos saltos verticais foi usado o modelo proposto por Sayers et al. (1999) onde o pico de potência (PP) é descrito como:  $PP \text{ (Watts)} = 60.7 \times (\text{altura do salto vertical}) + 45.3 \times (\text{massa corporal}) - 2055$ , sendo a altura do salto vertical dada em centímetros e a massa corporal em quilos. O valor mais alto de cada tipo de salto foi o utilizado.

### **Pico da taxa de produção de força**

Para o pico da taxa de produção de força, foi utilizado a maior altura de salto e analisado a variação de força do repouso (menor valor encontrado) até o zero (momento do voo) e dividido pelo número de frames (ms). Foi utilizada a maior taxa de produção encontrada durante o movimento.

### **Análise estatística**

Para definir o tamanho da amostra, foi realizado um cálculo amostral utilizando-se como base o estudo de Schoenell et al. (2016). O cálculo foi realizado no programa GPower versão 3.1., no qual adotou-se um  $\alpha=0,05$ , um poder de 95% e um coeficiente de correlação de 0,8. Os cálculos demonstraram a necessidade de um “n” amostral total de 20 indivíduos. Porém, prevendo uma perda amostral de aproximadamente 20%, foram recrutados 24 indivíduos. Utilizou-se estatística descritiva com os dados apresentados em médias e limites inferiores e superiores com intervalo de confiança de 95%. Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram utilizados para a análise da normalidade e homogeneidade dos dados, respectivamente, referentes à caracterização da amostra. Para comparação dessas variáveis entre os dois grupos de treinamento foi utilizado o teste T independente para os dados paramétricos e o teste Mann-Whitney para os dados não-paramétricos. Para comparar a altura de salto, taxa de produção de força e pico de potência entre os grupos de treinamento e entre os períodos pré, pós-8 e pós 12 semanas de treinamento, foi utilizado o método de Equações de Estimativas Generalizadas com teste complementar de Bonferroni. O índice de significância adotado foi de  $\alpha = 0,05$ . Todos os testes estatísticos foram realizados no programa estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, versão 20, IBM, EUA). O tamanho de efeito intragrupo foi calculado utilizando o método d de Cohen (1988) a partir dos valores pré-treinamento e pós-12 semanas de treinamento de cada grupo. O tamanho de efeito foi classificado como pequeno (entre 0,2 e 0,5), moderado (entre 0,5 e 0,8), grande (0,8 ou mais) ou muito grande ( $>1,30$ ) (Cohen, 1988; Rosenthal, 1996).

## RESULTADOS

### Fluxograma de participantes e caracterização da amostra

Foram incluídas 24 mulheres jovens que apresentaram os critérios de elegibilidade. Durante as avaliações pré-treinamento, uma participante abandonou o estudo, dessa forma, 23 mulheres foram randomizadas entre os dois grupos de treinamento, resultando na alocação de 12 participantes em um grupo e 11 no outro. Ao longo da intervenção, houve uma perda amostral no grupo TFT, enquanto que o grupo TFA apresentou perda amostral de duas participantes. Portanto, foram incluídos na análise estatística os dados de 11 indivíduos no grupo TFT e nove no grupo TFA. Na figura 2, pode ser visualizado o fluxograma das participantes ao longo do estudo.

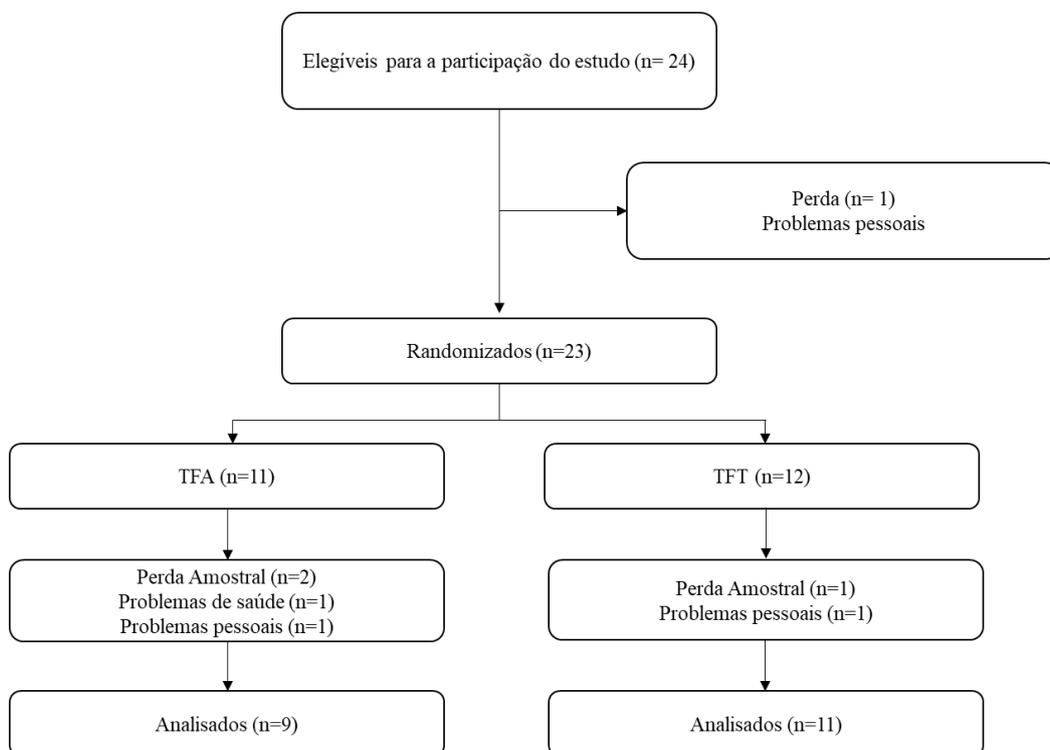


Figura 2. Fluxograma de participantes.

A tabela 1 apresenta os resultados de caracterização da amostra. Não se observou diferença significativa entre os grupos para a idade, estatura, massa corporal, índice de massa corporal e percentual de gordura.

**Tabela 1.** Valores de média e desvio padrão de idade, estatura, massa corporal, índice de massa corporal e percentual de gordura do grupo treinamento de força aquático (TFA) e do grupo treinamento de força terrestre (TFT).

Variável	TFA (n=9)	TFT (n=11)	<i>p</i>
	Média ±DP	Média ±DP	
Idade (anos)	26,00 ±4,09	26,09 ±3,78	0,959
Estatura (m)	1,62 ±0,04	1,63 ±0,077	0,739
Massa Corporal (kg)	66,85 ±19,72	63,68 ±9,27	0,732
IMC	25,62 ±8,20	23,95 ±2,93	0,732
%G	28,08 ±6,58	30,02 ±2,77	0,428

IMC: índice de massa corporal; %G: percentual de gordura.

Na tabela 2 são apresentados os resultados referentes a altura de salto, taxa de produção de força e pico de potência dos saltos Squat Jump e Counter Movement Jump pré-treinamento, após 8 semanas de treinamento e após 12 semanas de treinamento. Em todas as variáveis avaliadas não foi encontrado diferença estatisticamente significativa entre os tempos e nem entre os grupos (tabela 2).

O tamanho de efeito calculado para altura de salto, taxa de produção de força e pico de potência dos saltos Squat Jump e Counter Movement Jump pode ser observado na tabela 3. A altura do salto e a taxa de produção de força no SJ apresentou valores de tamanho de efeito de média magnitude em ambos os grupos. Já o pico de potência no SJ apresentou valores de tamanho de efeito de média magnitude para o grupo TFT e de pequena magnitude para TFA. Os tamanhos de efeito das variáveis de altura de salto, taxa de produção de força e pico de potência no salto CMJ apresentaram pequena magnitude em todas as variáveis em ambos os grupos.

**Tabela 2.** Altura de salto, taxa de produção de força e pico de potência dos saltos Squat Jump e Counter Movement Jump pré-treinamento, após 8 semanas de treinamento e após 12 semanas de treinamento.

Variável	Grupo (n)	Pré-treinamento		Pós-8 semanas		Pós-12 semanas		Δ%	Tempo	Grupo	Grupo* Tempo
		Média (IC 95%)		Média (IC 95%)		Média (IC 95%)					
Altura do Salto - SJ (cm)	TFT (11)	19,39	(17,44 a 21,34)	21,23	(19,67 a 22,79)	21,99	(19,42 a 24,56)	13,41	0,201	0,180	0,954
	TFA (9)	18,28	(15,50 a 21,05)	19,35	(16,16 a 22,54)	20,51	(17,04 a 23,99)	12,24			
Pico da Taxa de Produção de Força - SJ (N.s)	TFT (11)	12463,3	(10962,34 a 13964,33)	11446,67	(9769,52 a 13123,81)	14044	(11008,05 a 17079,95)	12,68	0,264	0,075	0,351
	TFA (9)	10567,1	(9063,59 a 12070,70)	11544,29	(10074,70 a 13013,87)	11865	(11147,93 a 12582,07)	12,28			
Pico de Potência - SJ (W)	TFT (11)	1938,79	(1674,21 a 2203,37)	2081,42	(1793,70 a 2369,14)	2176,96	(1875,55 a 2478,38)	12,28	0,436	0,539	0,980
	TFA (9)	1891,89	(1515,85 a 2267,93)	1975,04	(1550,33 a 2399,74)	2073,26	(1748,08 a 2398,42)	9,59			
Altura do Salto- CMJ (cm)	TFT (11)	20,52	(18,35 a 22,69)	21,44	(19,20 a 23,68)	21,76	(18,70 a 24,82)	6,04	0,580	0,296	0,985
	TFA (9)	19,06	(16,10 a 22,03)	20,02	(16,26 a 23,79)	20,79	(17,62 a 23,96)	9,06			
Pico da Taxa de Produção de Força - CMJ (N.s)	TFT (11)	12716,7	(11088,03 a 14345,30)	12254,44	(10835,04 a 13673,85)	13988,75	(9618,07 a 18359,43)	10,00	0,367	0,118	0,907
	TFA (9)	11722,9	(9825,66 a 13620,06)	10587,14	(8976,36 a 12197,93)	12141,25	(10726,33 a 13556,17)	3,57			
Pico de Potência - CMJ (W)	TFT (11)	2007,38	(1705,18 a 2309,59)	2094,17	(1786,94 a 2401,39)	2163,00	(1828,63 a 2497,37)	7,75	0,696	0,623	0,998
	TFA (9)	1939,69	(1539,84 a 2339,54)	2016,01	(1600,05 a 2431,97)	2089,63	(1727,26 a 2451,99)	7,73			

SJ: Squat Jump; CMJ: Counter Movement Jump; TFT: treinamento de força terrestre; TFA: treinamento de força aquático; Δ%: percentual de mudança do pré para pós-12 semanas de treinamento; IC: limites inferiores e superiores com intervalo de confiança de 95%.

**Tabela 3.** Tamanho de efeito calculado para altura de salto, taxa de produção de força e pico de potência dos saltos Squat Jump e Counter Movement Jump.

Variável	Grupo	Tamanho de Efeito (IC 95%)
Altura do Salto - SJ (cm)	TFT	0,67 (-1,47 a 0,24)
	TFA	0,46 (-1,36 a 0,51)
Pico da Taxa de Produção de Força - SJ (N.s)	TFT	0,58 (-1,39 0,32)
	TFA	0,75 (-1,64 a 0,26)
Pico de Potência - SJ (W)	TFT	0,49 (-1,30 0,39)
	TFA	0,33 (-1,24 a 0,62)
Altura do Salto- CMJ (cm)	TFT	0,27 (-1,09 a 0,59)
	TFA	0,36 (-1,27 a 0,59)
Pico da Taxa de Produção de Força - CMJ (N.s)	TFT	0,04 (-0,88 a 0,80)
	TFA	0,17 (-1,08 a 0,77)
Pico de Potência - CMJ (W)	TFT	0,29 (-1,10 a 0,57)
	TFA	0,25 (-1,16 a 0,69)

SJ: Squat Jump; CMJ: Counter Movement Jump; TFT: treinamento de força terrestre; TFA: treinamento de força aquático; IC: limites inferiores e superiores com intervalo de confiança de 95%.

## DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que os dois treinamentos de força, aquático e terrestre, não foram capazes de aumentar significativamente a altura de salto, o pico da taxa de produção de força (PTPF) e o pico de potência (PP) nos saltos Squat Jump (SJ) e Counter Movement Jump (CMJ). No entanto, observando o delta percentual dos resultados e o tamanho de efeito, foi possível perceber um aumento em todas as variáveis mesmo que em pequena ou média magnitude.

Na altura de salto do SJ, apesar de não termos encontrado uma diferença significativa, houve um aumento do delta percentual semelhante entre os grupos, de 13% e 12% (TFT e TFA, respectivamente), apresentando um tamanho de efeito de média magnitude (TFA: 0,46; TFT: 0,67). O mesmo não foi observado para a altura de salto do CMJ, com aumentos percentuais de 6% e 9% (TFT e TFA, respectivamente), ambos apresentando um tamanho de efeito de pequena magnitude (TFA: 0,36; TFT: 0,27). No meio terrestre, o estudo de Lamas et al. (2012) comparou um treinamento de força tradicional (TF) com um treinamento de potência (TP), em que o TF treinou com intensidades entre 10 RMs e 4 RMs, enquanto o grupo TP treinou com intensidades entre 30 e 60% de 1RM. Nos saltos SJ e CMJ, encontraram aumentos significativos

na altura de salto do SJ em ambos os grupos. Mas na altura de salto do CMJ, somente o grupo que treinou especificamente potência obteve ganhos significativos. Os incrementos percentuais do estudo citado foram de 13% para o TF e 16% para o TP na altura de salto do SJ, e de 8,3% para o TP e 5,0% para o TF para o CMJ, valores que se assemelham aos encontrados no presente estudo (SJ: 13% e 12%; CMJ: 6% e 9%, para TFT e TFA respectivamente). É difícil comparar nossos achados com outros estudos terrestres, pois não há estudos com a prescrição semelhante na literatura. Referente ao treinamento de força realizado no meio aquático, Schoenell et al. (2016) realizaram um treinamento semelhante ao do presente estudo com séries múltiplas durante 10 semanas com mulheres jovens. Os autores encontraram incremento de 8% na altura de salto do SJ e 7% do CMJ, valores percentuais semelhantes ao encontrado no presente estudo (SJ: 12%; CMJ: 9%). No entanto, no estudo de Schoenell et al. (2016) foram realizadas três séries de 30 segundos de execução, apresentando um volume maior de cada exercício comparado com o presente estudo.

Apesar de existirem diversos protocolos de treinamento e diferentes modelos de periodização para potencializar incrementos em parâmetros neuromusculares, sabe-se que o mais indicado para incrementos significativos nas variáveis de força rápida e potente, é a realização de um treinamento específico de potência (MAFFIULETTI et al., 2016). Para isso, sugere-se séries de curta duração combinadas com altas velocidades. Assim, no presente estudo, também não foi encontrado incrementos significativos para o PTPF e PP, e nem diferença entre os grupos, pois os treinamentos realizados não eram específicos para força explosiva. No entanto, é possível notar aumentos no delta percentual de 12% em ambos os grupos para o PTPF, e de 12 e 9% (TFT e TFA, respectivamente) para o PP no salto SJ. Incrementos percentuais semelhantes também foram encontrados para o PP no CMJ (7% em ambos os grupos), mas diferentes no PTPF no CMJ (10 e 3% TFT e TFA, respectivamente).

Apesar de serem encontrados aumentos na força máxima em intervenções com até 12 semanas de treinamento, alguns estudos também não encontraram alterações significativas na taxa de produção de força (TPF) quando o treinamento realizado não é específico, ou seja, realizado com séries de curta duração e com altas velocidades e intensidades (BALSHAW et al., 2016; TILLIN & FOLLAND, 2014). Esses achados corroboram com os achados do presente estudo, visto que o mesmo teve uma duração total de 12 semanas, não sendo realizado um treinamento específico para o aumento da força explosiva. Por outro lado, diversos estudos demonstram incrementos da TPF após treinamentos específicos de potência muscular, tanto em

atletas quanto em idosos, tanto no meio terrestre (BEHM et al., 2017; RADAELLI et al., 2018; TILLIN et al., 2012), como no meio aquático (RAMÍREZ-VILLADA et al., 2016; STEMM & JACOBSON, 2007), independente do tempo de intervenção. Quando observamos a periodização e prescrição dos treinamentos realizados no presente estudo, percebemos que as séries eram realizadas durante 30 segundos (duas séries) progredindo para 20 segundos (três séries), caracterizando-se como séries de longa duração (KRUEL et al., 2018). Desta forma, mesmo com os exercícios realizados em alta velocidade, as séries eram de longa duração, trabalhando principalmente a capacidade do sistema anaeróbio alático e não especificamente a potência do mesmo (GASTIN, 2001).

Além do mais, ao observamos os estudos já realizados na literatura percebemos que mesmo que haja uma alteração na taxa de produção de força, há uma grande variabilidade nas respostas individuais desta variável (ANDERSEN ET AL., 2010; FORMIGHIERI et al., 2022; PELTONEN et al., 2018). Percebemos o mesmo no presente estudo quando observamos os valores de medida de dispersão adotados. Tanto nos valores de intervalos de confiança da média do PTPF e do PP, como também nos do tamanho de efeito, apresentaram grande variabilidade em ambos os grupos (TFA e TFT). Além da variabilidade individual, o sexo dos indivíduos também parece influenciar nesses ganhos, foi o que mostrou uma metaregressão de Blazevich et al. (2020), em que encontraram uma tendência negativa de incrementos na TPF em mulheres, enquanto um efeito favorável foi encontrado em homens. Mais um fator que pode ter influenciado nos resultados do presente estudo, visto que a amostra foi composta de mulheres jovens.

Contudo, podemos observar que a periodização e a prescrição dos treinamentos realizados no presente estudo não foram capazes de incrementar significativamente as variáveis de força explosiva após 12 semanas de treinamento. Porém, como o objetivo do estudo foi avaliar e comparar o treinamento de força realizado no meio aquático e no meio terrestre, a prescrição dos treinamentos foi semelhante, sem uma especificidade para a potência muscular. No entanto, acredita-se que se o período de intervenção fosse mais longo, havendo a progressão do treinamento proposta para o TFA, para séries mais curtas (de 10 segundos), poderia ser possível encontrar incrementos significativos nas variáveis analisadas.

O presente estudo possui limitações como um pequeno n amostral para o grupo do treinamento aquático devido as perdas, e a falta de mais avaliações relacionadas a força potente e explosiva. Sugere-se que novos estudos investiguem se o treinamento de força no meio

aquático é tão eficiente quanto o treinamento de força realizado em meio terrestre para incrementos da força potente e explosiva.

## CONCLUSÃO

Podemos concluir que o treinamento de força no meio aquático e no meio terrestre realizado durante 12 semanas com séries de 30 e 20 segundos de execução não foram capazes de promover incrementos significativos na altura de salto, no pico da taxa de produção de força e no pico de potência de mulheres jovens. Com isso, salienta-se a necessidade de realizar treinamentos específicos para ganhos de força potente quando o objetivo principal é o incremento significativo dessas variáveis.

## REFERÊNCIAS

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002a). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318–1326.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002b). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318–1326.
- Alexander, R. M., & Goldspink, G. (1977). *Mechanics and energetics of animal locomotion*. Chapman and Hall London.
- Ambrosini, A. B., Arias Brentano, M., Coertjens, M., Fernando, L., & Krueel, M. (2010). The effects of strength training in hydrogymnastics for middle-age women. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 4, 153–162.
- American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 687–708.
- Andersen, L. L., Andersen, J. L., Zebis, M. K., & Aagaard, P. (2010). Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(1), e162–e169.

- Baker, D. (1996). Improving vertical jump performance through general, special, and specific strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *10*, 131–136.
- Balshaw, T. G., Massey, G. J., Maden-Wilkinson, T. M., Tillin, N. A., & Folland, J. P. (2016). Training-specific functional, neural, and hypertrophic adaptations to explosive-vs. sustained-contraction strength training. *Journal of Applied Physiology*, *120*(11), 1364–1373.
- Behm, D. G., Young, J. D., Whitten, J. H. D., Reid, J. C., Quigley, P. J., Low, J., Li, Y., Lima, C. D., Hodgson, D. D., & Chaouachi, A. (2017). Effectiveness of traditional strength vs. power training on muscle strength, power and speed with youth: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, *8*, 423.
- Bento, P. C. B., Pereira, G., Ugrinowitsch, C., & Rodacki, A. L. F. (2012). The effects of a water-based exercise program on strength and functionality of older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, *20*(4), 469–483.
- Black, G. L. Estudo comparativo entre respostas eletromiográficas realizado com exercícios de velocidade e resistência variável no meio líquido. [s.l.] *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, 2005
- Blazevich, A. J., Wilson, C. J., Alcaraz, P. E., & Rubio-Arias, J. A. (2020). Effects of resistance training movement pattern and velocity on isometric muscular rate of force development: a systematic review with meta-analysis and meta-regression. *Sports Medicine*, *50*, 943–963.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *50*(2), 273–282.
- Bottaro, M., Machado, S. N., Nogueira, W., Scales, R., & Veloso, J. (2007). Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *European Journal of Applied Physiology*, *99*, 257–264.
- Burgess, K. E., Connick, M. J., Graham-Smith, P., & Pearson, S. J. (2007). Plyometric vs. isometric training influences on tendon properties and muscle output. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *21*(3), 986–989.
- Buttelli, A. C. K., Pinto, S. S., Schoenell, M. C. W., Almada, B. P., Camargo, L. K., de Oliveira Conceição, M., & Krueel, L. F. M. (2015). Effects of single vs. multiple sets water-based

resistance training on maximal dynamic strength in young men. *Journal of Human Kinetics*, 47(1), 169–177.

Campos, G. E. R., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., Ragg, K. E., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88(1–2), 50–60. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0681-6>

Caserotti, P., Aagaard, P., Buttrup Larsen, J., & Puggaard, L. (2008). Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(6), 773–782.

Coffey, V. G., Zhong, Z., Shield, A., Canny, B. J., Chibalin, A. v, Zierath, J. R., & Hawley, J. A. (2006). Early signaling responses to divergent exercise stimuli in skeletal muscle from well-trained humans. *The FASEB Journal*, 20(1), 190–192.

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences: Jacob Cohen. *J Am Stat Assoc*, 84(363), 19–74.

Colado, J. C., Garcia-Masso, X., Rogers, M. E., Tella, V., Benavent, J., & Dantas, E. H. (2012). Effects of aquatic and dry land resistance training devices on body composition and physical capacity in postmenopausal women. *Journal of Human Kinetics*, 32(1), 185–195. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0035-3>

Colado, J. C., Triplett, N. T., Tella, V., Saucedo, P., & Abellán, J. (2009). Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. *European Journal of Applied Physiology*, 106(1), 113–122.

Costa, R. R., Kanitz, A. C., Reichert, T., Prado, A. K. G., Coconcelli, L., Buttelli, A. C. K., Pereira, L. F., Masiero, M. P. B., Meinerz, A. P., & Conceição, M. O. (2018). Water-based aerobic training improves strength parameters and cardiorespiratory outcomes in elderly women. *Experimental Gerontology*, 108, 231–239.

Costa, R. R., Kanitz, A. C., Reichert, T., Prado, A. K. G., Coconcelli, L., Buttelli, A. C. K., Pereira, L. F., Masiero, M. P. B., Meinerz, A. P., Conceição, M. O., Sbeghen, I. L., & Kruegel, L. F. M. (2018). Water-based aerobic training improves strength parameters and

cardiorespiratory outcomes in elderly women. *Experimental Gerontology*, 108(April), 231–239. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.04.022>

de Souza, A. S., Rodrigues, B. M., Hirshammann, B., Graef, F. I., Tiggemann, C. L., & Kruehl, L. F. M. (2010). Treinamento de força no meio aquático em mulheres jovens. *Motriz. Journal of Physical Education. UNESP*, 649–657.

Del Vecchio, A., Casolo, A., Negro, F., Scorcelletti, M., Bazzucchi, I., Enoka, R., Felici, F., & Farina, D. (2019). The increase in muscle force after 4 weeks of strength training is mediated by adaptations in motor unit recruitment and rate coding. *The Journal of Physiology*, 597(7), 1873–1887.

Fielding, R. A., LeBrasseur, N. K., Cuoco, A., Bean, J., Mizer, K., & Singh, M. A. F. (2002). High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(4), 655–662.

Formighieri, C., Müller, D. C., de Asteasu, M. L. S., Mello, A., Teodoro, J. L., Boeno, F., Grazioli, R., Cunha, G. dos S., Pietta-Dias, C., & Izquierdo, M. (2022). Interindividual variability of adaptations following either traditional strength or power training combined to endurance training in older men: A secondary analysis of a randomized clinical trial. *Experimental Gerontology*, 169, 111984.

Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31(10), 725–741.

Giovannucci, E. L., Rezende, L. F. M., & Lee, D. H. (2021). Muscle-strengthening activities and risk of cardiovascular disease, type 2 diabetes, cancer and mortality: A review of prospective cohort studies. *Journal of Internal Medicine*, 290(4), 789–805.

Graef, F. I., Pinto, R. S., Alberton, C. L., de Lima, W. C., & Kruehl, L. F. M. (2010). The effects of resistance training performed in water on muscle strength in the elderly. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 3150–3156.

Grgic, J., Mcllvenna, L. C., Fyfe, J. J., Sabol, F., Bishop, D. J., Schoenfeld, B. J., & Pedisic, Z. (2019). Does aerobic training promote the same skeletal muscle hypertrophy as resistance training? A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 49, 233–254.

- Guizelini, P. C., de Aguiar, R. A., Denadai, B. S., Caputo, F., & Greco, C. C. (2018). Effect of resistance training on muscle strength and rate of force development in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Experimental Gerontology, 102*, 51–58.
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of strength training and conditioning 4th edition*. Human kinetics.
- Häkkinen, K., Alen, M., Kraemer, W. J., Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Rusko, H., Mikkola, J., Häkkinen, A., Valkeinen, H., & Kaarakainen, E. (2003). Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European Journal of Applied Physiology, 89*, 42–52.
- Izquierdo, M., Aguado, X., Gonzalez, R., Lopez, J. L., & Häkkinen, K. (1999). Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 79*, 260–267.
- Kruel, L. F. M., Barella, R. E., Graef, F., Brentano, M. A., Figueiredo, P. P., Cardoso, A., & Severo, C. R. (2005). Efeitos de um treinamento de força aplicado em mulheres praticantes de hidroginástica. *Revista Brasileira de Fisiologia Do Exercício, 4*(1), 32–38.
- KRUEL,LFM;COSTA,RR;LIEDTKE, G., & KANITZ, A. (2018). Treinamento de força no meio aquático: uma revisão sobre os aspectos históricos, fisiológicos e metodológicos. *Revista Brasileira Ciência e Movimento, 28*(2), 176–185. file:///C:/Users/User/Desktop/TCC/revisao atividades aquaticas.pdf
- Kubo, K., Kanehisa, H., Ito, M., & Fukunaga, T. (2001). Effects of isometric training on the elasticity of human tendon structures in vivo. *Journal of Applied Physiology, 91*(1), 26–32.
- Lamas, L., Ugrinowitsch, C., Rodacki, A., Pereira, G., Mattos, E. C. T., Kohn, A. F., & Tricoli, V. (2012). Effects of Strength and Power Training on Neuromuscular Adaptations and Jumping Movement Pattern and Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 26*(12). [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2012/12000/Effects\\_of\\_Strength\\_and\\_Power\\_Training\\_on.21.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2012/12000/Effects_of_Strength_and_Power_Training_on.21.aspx)
- Lombardi, V. P. (1989). *Beginning weight training: the safe and effective way*. William C Brown Pub.

- Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau, J. (2016). Rate of force development: physiological and methodological considerations. *European Journal of Applied Physiology*, *116*, 1091–1116.
- MC, S., CL, A., CL, T., M, N., R, C., NS, S., & LF, K. (2016). Effects of Single Vs. Multiple Sets during 10 Weeks of Water-based Resistance Training on Neuromuscular Adaptations in Young Women. *International Journal of Sports Medicine*, *37*(10), 813–818. <https://doi.org/10.1055/s-0042-106299>
- Miszko, T. A., Cress, M. E., Slade, J. M., Covey, C. J., Agrawal, S. K., & Doerr, C. E. (2003). Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *58*(2), M171–M175.
- Momma, H., Kawakami, R., Honda, T., & Sawada, S. S. (2022). Muscle-strengthening activities are associated with lower risk and mortality in major non-communicable diseases: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *British Journal of Sports Medicine*, *56*(13), 755–763.
- Morton, R. W., Oikawa, S. Y., Wavell, C. G., Mazara, N., McGlory, C., Quadrilatero, J., Baechler, B. L., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2016). Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. *Journal of Applied Physiology*, *121*(1), 129–138. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00154.2016>
- Peltonen, H., Walker, S., Hackney, A. C., Avela, J., & Häkkinen, K. (2018). Increased rate of force development during periodized maximum strength and power training is highly individual. *European Journal of Applied Physiology*, *118*(5), 1033–1042. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3836-9>
- Pendergast, D. R., Moon, R. E., Krasney, J. J., Held, H. E., & Zamparo, P. (2015). Human physiology in an aquatic environment. *Compr Physiol*, *5*(4), 1705–1750.
- Petrick, M., Paulsen, T., & George, J. (2001). Comparison between quadriceps muscle strengthening on land and in water. *Physiotherapy*, *87*(6), 310–317.

Petroski, E. L., & Neto, C. S. P. (1995). Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em mulheres. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, *1*(2), 65–73.

Pöyhönen, T. et al. (2002). Effects of aquatic resistance training. *Sports Medicine*, 2103–2109. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000039291.46836.86>

Pöyhönen, T., Kyröläinen, H., Keskinen, K. L., Hautala, A., Savolainen, J., & Mälkiä, E. (2001). Electromyographic and kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water. *Clinical Biomechanics*, *16*(6), 496–504. [https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(01\)00031-6](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(01)00031-6)

Prado, A. K. G., Reichert, T., Conceição, M. O., Delevatti, R. S., Kanitz, A. C., & Kruehl, L. F. M. (2022). Effects of aquatic exercise on muscle strength in young and elderly adults: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *36*(5), 1468–1483.

Radaelli, R., Brusco, C. M., Lopez, P., Rech, A., Machado, C. L. F., Grazioli, R., Müller, D. C., Cadore, E. L., & Pinto, R. S. (2018). Higher muscle power training volume is not determinant for the magnitude of neuromuscular improvements in elderly women. *Experimental Gerontology*, *110*, 15–22.

Ramírez-Villada, J. F., León-Ariza, H. H., Argüello-Gutiérrez, Y. P., & Porrás-Ramírez, K. A. (2016). Efecto de los movimientos explosivos y de impacto aplicados en piscina sobre la composición corporal, la fuerza y la densidad mineral ósea de mujeres mayores de 60 años. *Revista Espanola de Geriatria y Gerontologia*, *51*(2), 68–74.

Rana, S. R., Chleboun, G. S., Gilders, R. M., Hagerman, F. C., Herman, J. R., Hikida, R. S., Kushnick, M. R., Staron, R. S., & Toma, K. (2008). Comparison of early phase adaptations for traditional strength and endurance, and low velocity resistance training programs in college-aged women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(1), 119–127.

Rosenthal, J. A. (1996). Qualitative descriptors of strength of association and effect size. *Journal of Social Service Research*, *21*(4), 37–59.

Saeidifard, F., Medina-Inojosa, J. R., West, C. P., Olson, T. P., Somers, V. K., Bonikowske, A. R., Prokop, L. J., Vinciguerra, M., & Lopez-Jimenez, F. (2019). The association of resistance training with mortality: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*, *26*(15), 1647–1665.

Sawan, S. A., Nunes, E. A., Lim, C., McKendry, J., & Phillips, S. M. (2023). The Health Benefits of Resistance Exercise: Beyond Hypertrophy and Big Weights. *Exercise, Sport and Movement*, 1(1). <https://doi.org/10.1249/ESM.0000000000000001>

Sayers, S. P., Harackiewicz, D. V., Harman, E. A., Frykman, P. N., & Rosenstein, M. T. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(4), 572–577.

Schoenell, M. C. W. (2017). *Efeitos do treinamento aeróbio, de força muscular e combinado no meio aquático em mulheres com síndrome metabólica : um ensaio clínico randomizado*. [Tese de doutorado]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Schoenell, M. C. W., Alberton, C. L., Tiggemann, C. L., Noll, M., Costa, R., Santos, N. S., & Kruegel, L. F. M. (2016). Effects of single vs. multiple sets during 10 weeks of water-based resistance training on neuromuscular adaptations in young women. *International Journal of Sports Medicine*, 37(10), 813–818.

Shailendra, P., Baldock, K. L., Li, L. S. K., Bennie, J. A., & Boyle, T. (2022). Resistance training and mortality risk: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Preventive Medicine*.

Siri, W. E. (1956). *Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods*.

Souza, A. S. de, & Tiggemann, C. L. (2010). *Artigo Original Treinamento de força no meio aquático em mulheres jovens Introdução*.

Stamatakis, E., Lee, I.-M., Bennie, J., Freeston, J., Hamer, M., O'Donovan, G., Ding, D., Bauman, A., & Mavros, Y. (2018). Does strength-promoting exercise confer unique health benefits? A pooled analysis of data on 11 population cohorts with all-cause, cancer, and cardiovascular mortality endpoints. *American Journal of Epidemiology*, 187(5), 1102–1112.

Stemm, J. D., & Jacobson, B. H. (2007). Comparison of land-and aquatic-based plyometric training on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 568–571.

Stojanović, E., Ristić, V., McMaster, D. T., & Milanović, Z. (2017). Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47, 975–986.

- Straight, C. R., Lindheimer, J. B., Brady, A. O., Dishman, R. K., & Evans, E. M. (2016). Effects of resistance training on lower-extremity muscle power in middle-aged and older adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Medicine*, *46*, 353–364.
- Suetta, C., Aagaard, P., Magnusson, S. P., Andersen, L. L., Sipila, S., Rosted, A., Jakobsen, A. K., Duus, B., & Kjaer, M. (2007). Muscle size, neuromuscular activation, and rapid force characteristics in elderly men and women: effects of unilateral long-term disuse due to hip-osteoarthritis. *Journal of Applied Physiology*, *102*(3), 942–948.
- Suetta, C., Aagaard, P., Rosted, A., Jakobsen, A. K., Duus, B., Kjaer, M., & Magnusson, S. P. (2004). Training-induced changes in muscle CSA, muscle strength, EMG, and rate of force development in elderly subjects after long-term unilateral disuse. *Journal of Applied Physiology*, *97*(5), 1954–1961.
- Tillin, N. A., & Folland, J. P. (2014). Maximal and explosive strength training elicit distinct neuromuscular adaptations, specific to the training stimulus. *European Journal of Applied Physiology*, *114*, 365–374.
- Tillin, N. A., Pain, M. T. G., & Folland, J. P. (2012). Short-term training for explosive strength causes neural and mechanical adaptations. *Experimental Physiology*, *97*(5), 630–641.
- Tsourlou, T., Benik, A., Dipla, K., Zafeiridis, A., & Kellis, S. (2006). The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *20*(4), 811.
- Van Cutsem, M., Duchateau, J., & Hainaut, K. (1998). Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. *The Journal of Physiology*, *513*(1), 295–305.
- Vetrovsky, T., Steffl, M., Stastny, P., & Tufano, J. J. (2019). The efficacy and safety of lower-limb plyometric training in older adults: a systematic review. *Sports Medicine*, *49*, 113–131.
- Vila-Chã, C., Falla, D., Correia, M. V., & Farina, D. (2012). Changes in H reflex and V wave following short-term endurance and strength training. *Journal of Applied Physiology*, *112*(1), 54–63.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos afirmar que o presente estudo agrega à literatura informações relevantes sobre o treinamento de força realizado no meio aquático.

O treinamento de força no meio aquático é capaz de promover melhoras na força dinâmica máxima e na força resistente em magnitude semelhante ao treinamento de força no meio terrestre. Destaca-se ainda que os incrementos da força resistente já são percebidos após as primeiras oito semanas de treinamento, enquanto que a força máxima apresentou incremento somente após as 12 semanas de treinamento em ambos os grupos. Possivelmente, a melhora da força muscular possa estar atribuída à melhora da atividade neuromuscular que foi observada nos dois grupos de treinamento após as 12 semanas de intervenção.

No entanto, o treinamento de força realizado no presente estudo não foi capaz de aumentar significativamente a altura de salto, o pico da taxa de produção de força e o pico de potência após oito e após 12 semanas de treinamento. Apesar de não apresentar diferença significativa nas variáveis de força potente, observamos um pequeno aumento nas médias com uma tendência de aumento ao longo das semanas. Esses resultados podem sugerir que após um período maior de treinamento progredindo para séries com menores tempo de duração (focando especificamente em potência) seja possível encontrar incrementos significativos nessas variáveis.

A partir dos resultados observados, podemos recomendar a prática de treinamento de força aquático como alternativa, uma vez que esse tipo de treinamento promove os mesmos incrementos de força muscular e de força resistente que o treinamento de força no meio terrestre.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTON, C. L. et al. Oxygen uptake, muscle activity and ground reaction force during water aerobic exercises. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 14, p. 1161–1169, 2014.
- ALEXANDER, R. M.; GOLDSPIK, G. **Mechanics and energetics of animal locomotion**. [s.l.] Chapman and Hall London, 1977.
- AMBROSINI, A. B. et al. The Effects of Strength Training in Hydrogymnastics for Middle-Age Women. **International Journal of Aquatic Research and Education**, v. 4, p. 153–162, 2010.
- BAGATINI, N. C. **Respostas biomecânicas e fisiológicas de um exercício de hidroginástica executado com e sem equipamentos**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.
- BAKER, D. Improving vertical jump performance through general, special, and specific strength training. **Journal of strength and Conditioning Research**, v. 10, p. 131–136, 1996.
- BARROSO, B. M. **Respostas cinemáticas e neuromusculares de diferentes estratégias de treinamento de força em dois exercícios de hidroginástica realizados por mulheres jovens**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.
- BECK, T. W. et al. The effects of interelectrode distance on electromyographic amplitude and mean power frequency during isokinetic and isometric muscle actions of the biceps brachii. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 15, n. 5, p. 482–495, 2005.
- BENTO, P. C. B. et al. The effects of a water-based exercise program on strength and functionality of older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 20, n. 4, p. 469–483, 2012.
- BLACK, G. L. **Estudo comparativo entre respostas eletromiográficas realizado com exercícios de velocidade e resistência variável no meio líquido**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.
- BORREANI, S. et al. Muscle activation in young men during a lower limb aquatic resistance exercise with different devices. **Physician and Sportsmedicine**, v. 42, n. 2, p. 80–87, 2014.
- BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P. V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 50, n. 2, p. 273–282, 1983.

- BUTTELLI, A. C. K. et al. Effects of Single Vs. Multiple Sets Water-Based Resistance Training on Maximal Dynamic Strength in Young Men. **Journal of Human Kinetics**, v. 47, n. 1, p. 169–177, 2015.
- CHANDLER, T. J.; BROWN, L. E. **Treinamento de força para o desempenho humano**. [s.l.] Artmed Editora, 2009.
- COHEN, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences: Jacob Cohen. **J Am Stat Assoc**, v. 84, n. 363, p. 19–74, 1988.
- COLADO, J. C. et al. Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 106, n. 1, p. 113–122, 2009.
- COLADO, J. C. et al. Effects of aquatic and dry land resistance training devices on body composition and physical capacity in postmenopausal women. **Journal of Human Kinetics**, v. 32, n. 1, p. 185–195, 2012.
- COLADO, J. C.; TELLA, V.; TRIPLETT, N. T. A method for monitoring intensity during aquatic resistance exercises. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 6, p. 2045–2049, 2008.
- CONN, V. S. et al. Meta-analysis of workplace physical activity interventions. **American journal of preventive medicine**, v. 37, n. 4, p. 330–339, 2009.
- COSTA, R. R. et al. Water-Based Aerobic Training Successfully Improves Lipid Profile of Dyslipidemic Women: A Randomized Controlled Trial. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 89, n. 2, p. 173–182, 2018a.
- COSTA, R. R. et al. Water-based aerobic training improves strength parameters and cardiorespiratory outcomes in elderly women. **Experimental Gerontology**, v. 108, n. April, p. 231–239, 2018b.
- COSTA, R. R. et al. Water-based aerobic training successfully improves lipid profile of dyslipidemic women: a randomized controlled trial. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 89, n. 2, p. 173–182, 2018c.
- COSTA, R. R. et al. Effect of Strength Training on Lipid and Inflammatory Outcomes: Systematic Review With Meta-Analysis and Meta-Regression. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 16, n. 6, p. 477–491, 2019.

- COSTILL, D. L. et al. Adaptations in skeletal muscle following strength training. **Journal of Applied Physiology**, v. 46, n. 1, p. 96–99, 1979.
- DE SOUZA, A. S. et al. Treinamento de força no meio aquático em mulheres jovens. **Motriz. Journal of Physical Education. UNESP**, p. 649–657, 2010.
- DELEVATTI, R. S. et al. Glycemic reductions following water- and land-based exercise in patients with type 2 diabetes mellitus. **Complementary Therapies in Clinical Practice**, v. 24, p. 73–77, 2016.
- EPSTEIN, M. Renal effects of head-out water immersion in humans: a 15-year update. **Physiological reviews**, v. 72, n. 3, p. 563–621, 1992.
- FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. [s.l.] Artmed Editora, 2017.
- GARBER, C. E. et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011.
- GASTIN, P. B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports medicine**, v. 31, n. 10, p. 725–741, 2001.
- GRAEF, F. I. et al. The effects of resistance training performed in water on muscle strength in the elderly. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 11, p. 3150–3156, 2010.
- GREEN, H. et al. Serial effects of high-resistance and prolonged endurance training on Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> pump concentration and enzymatic activities in human vastus lateralis. **Acta physiologica Scandinavica**, v. 165, n. 2, p. 177–184, 1999.
- KRUEL, L. F. M. et al. Efeitos de um treinamento de força aplicado em mulheres praticantes de hidroginástica. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 4, n. 1, p. 32–38, 2005.
- LIEDTKE, G. V. **Comparação dos efeitos de diferentes métodos de treinamento de hidroginástica no equilíbrio corporal e na aptidão física de mulheres idosa**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.
- LIU, C. et al. Effects of physical exercise in older adults with reduced physical capacity: meta-analysis of resistance exercise and multimodal exercise. **International Journal of**

**Rehabilitation Research**, v. 40, n. 4, p. 303–314, 2017.

MACDONALD, H. V et al. Dynamic resistance training as stand-alone antihypertensive lifestyle therapy: a meta-analysis. **Journal of the American Heart Association**, v. 5, n. 10, p. e003231, 2016.

MEREDITH-JONES, K. et al. Upright water-based exercise to improve cardiovascular and metabolic health: A qualitative review. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 19, n. 2, p. 93–103, 2011.

MOGHETTI, P. et al. Metabolic effects of exercise. In: **Sports Endocrinology**. [s.l.] Karger Publishers, 2016. v. 47p. 44–57.

NARICI, M. V. et al. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 59, n. 4, p. 310–319, 1989.

NILSSON, H. et al. Is preoperative physical activity related to post-surgery recovery? A cohort study of patients with breast cancer. **BMJ open**, v. 6, n. 1, p. e007997, 2016.

PENDERGAST, D. R. et al. Human physiology in an aquatic environment. **Comprehensive Physiology**, v. 5, n. 4, p. 1705–1750, 2011.

PETRICK, M.; PAULSEN, T.; GEORGE, J. Comparison between quadriceps muscle strengthening on land and in water. **Physiotherapy**, v. 87, n. 6, p. 310–317, 2001.

PINTO, S. S. et al. Electromyographic signal and force comparisons during maximal voluntary isometric contraction in water and on dry land. **European journal of applied physiology**, v. 110, n. 5, p. 1075–1082, 2010.

PINTO, S. S. et al. Cardiorespiratory and neuromuscular responses during water aerobics exercise performed with and without equipment. **International Journal of Sports Medicine**, v. 32, n. 12, p. 916–923, 2011.

PINTO, S. S. et al. Effects of intra-session exercise sequence during water-based concurrent training. **International journal of sports medicine**, v. 35, n. 01, p. 41–48, 2014.

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

POYHONEN, T. et al. Neuromuscular function during therapeutic knee exercise under water and on dry land. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 82, n. 10, p. 1446–

1452, out. 2001.

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

SCHOENELL, M. C. W. et al. Effects of single vs. multiple sets during 10 weeks of water-based resistance training on neuromuscular adaptations in young women. **International journal of sports medicine**, v. 37, n. 10, p. 813–818, 2016.

SCHOENELL, M. C. W. **Efeitos do treinamento aeróbio, de força muscular e combinado no meio aquático em mulheres com síndrome metabólica : um ensaio clínico randomizado.** [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

SCHUCH, F. B.; STUBBS, B. The role of exercise in preventing and treating depression. **Current sports medicine reports**, v. 18, n. 8, p. 299–304, 2019.

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

THORSTENSSON, A. et al. Effect of strength training on enzyme activities and fibre characteristics in human skeletal muscle. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 96, n. 3, p. 392–398, 1976.

TSOURLOU, T. et al. The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 811, 2006.

VERBURGH, L. et al. Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. **Br J Sports Med**, v. 48, n. 12, p. 973–979, 2014.

ZAFFARI, P. **Efeitos de um treinamento combinado na hidroginástica sobre variáveis neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais de mulheres idosas.** [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.