

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

**Giane Veiga Liedtke**

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE TREINAMENTO  
DE HIDROGINÁSTICA NO EQUILÍBRIO CORPORAL E NA APTIDÃO FÍSICA DE  
MULHERES IDOSAS**

Porto Alegre

2014

**Giane Veiga Liedtke**

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE TREINAMENTO  
DE HIDROGINÁSTICA NO EQUILÍBRIO CORPORAL E NA APTIDÃO FÍSICA DE  
MULHERES IDOSAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruehl

Porto Alegre

2014

### CIP - Catalogação na Publicação

Liedtke, Giane Veiga

COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE  
TREINAMENTO DE HIDROGINÁSTICA NO EQUILÍBRIO CORPORAL  
E NA APTIDÃO FÍSICA DE MULHERES IDOSAS / Giane Veiga  
Liedtke. -- 2014.

138 f.

Orientador: Luiz Fernando Martins Kruehl.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa  
de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano,  
Porto Alegre, BR-RS, 2014.

1. Hidroginástica. 2. Treinamento. 3. Equilíbrio  
Corporal. 4. Idosos. 5. Aptidão Física. I. Martins  
Kruehl, Luiz Fernando, orient. II. Título.

## RESUMO

O processo de envelhecimento acarreta um declínio no equilíbrio postural, na força muscular e no condicionamento cardiorrespiratório, influenciando diretamente a capacidade funcional do idoso. No entanto, a prática sistemática de atividade física pode reduzir esses efeitos deletérios. Os exercícios realizados em meio aquático, como a hidroginástica, são adequados e seguros para essa população, devido ao reduzido impacto sobre os membros inferiores e à diminuição da sobrecarga cardiovascular. Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar e comparar os efeitos de três métodos de treinamento de hidroginástica no equilíbrio corporal e na aptidão física de idosos. A amostra foi composta por 44 mulheres saudáveis, com idades entre 60 e 75 anos, sedentárias há no mínimo seis meses, as quais foram divididas aleatoriamente em três grupos: Equilíbrio (GE; n=17;  $66 \pm 3,68$  anos), Força (GF; n=13;  $65,3 \pm 3,68$  anos) e Aeróbico (GA; n=14;  $63,7 \pm 4,09$  anos). Os grupos realizaram o treinamento durante 12 semanas, com duas sessões semanais de 45min, e um período controle de quatro semanas. Foram mensuradas variáveis de equilíbrio corporal, neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais antes e após esses períodos. Para análise estatística utilizou-se o teste T pareado para a comparação dos dados no período controle e a *Generalized Estimating Equations* (GEE) para a comparação entre os momentos e entre os grupos. Adotou-se um nível de significância de  $\alpha=0,05$  e os dados foram rodados no SPSS 20.0. Após o treinamento, todos os grupos apresentaram melhora no equilíbrio estático ( $p<0,05$ ), constatada pela redução da amplitude máxima de deslocamento do centro de pressão plantar nas direções ântero-posterior (COPap) e médio-lateral (COPml), durante os apoios bilateral (olhos abertos e olhos fechados) e unilateral, e da velocidade média do COPap na situação bilateral com olhos fechados. Além disso, houve incremento no equilíbrio dinâmico, avaliado através do teste de Marcha Tandem, após as três intervenções ( $p<0,001$ ). Em todas as variáveis supracitadas, não se verificou diferença significativa entre os grupos, sendo esse um dos principais achados do presente estudo. Em relação às variáveis neuromusculares, houve aumento significativo na força dinâmica máxima, mensurada através do teste de uma repetição máxima dos extensores do joelho (1RM), sem diferença entre os grupos ( $p>0,05$ ). Porém, ao analisar estatisticamente os percentuais de incremento

do 1RM ( $\Delta\%$ ), observaram-se valores significativamente maiores no GF comparado ao GE ( $31,51 \pm 3,44$  vs  $14,85 \pm 2,26\%$ ). Nas avaliações cardiorrespiratórias, observou-se incremento significativo no consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório ( $VO_{2LV2}$ ) e de pico ( $VO_{2pico}$ ) somente em GA e GE, sem diferença entre os grupos, enquanto a frequência cardíaca no segundo limiar ventilatório ( $FC_{LV2}$ ) reduziu significativamente apenas no GF. No entanto, o desempenho no teste “caminhada de seis minutos” melhorou significativamente nos três grupos, sem diferença entre os mesmos. Todas as variáveis funcionais avaliadas melhoraram significativamente após o treinamento, com diferença estatística somente entre GE e GA nos testes “flexão de cotovelo” e “levantar e sentar”, com maiores valores no GA no pós-treinamento. Todavia, constataram-se valores significativamente maiores no  $\Delta\%$  do teste “flexão de cotovelo” do GA e do GF comparados ao do GE (GA:  $52,35 \pm 9,63\%$ ; GF:  $53,39 \pm 6,82\%$ ; GE:  $22,65 \pm 5,09\%$ ) e diferença significativa no  $\Delta\%$  do teste “levantar e sentar” entre GA e GE ( $42,04 \pm 4,58\%$  vs  $23,68 \pm 4,75\%$ ), sendo ambos similares ao GF ( $37,41 \pm 4,23\%$ ). Concluiu-se que o treinamento na hidroginástica foi efetivo para melhora de diversos parâmetros do equilíbrio corporal e da aptidão física de mulheres idosas, independente do método empregado. Porém, alguns resultados sugerem que as maiores adaptações na força muscular (1RM e resistência) tenham sido provocadas pelos treinamentos de força e aeróbico, enquanto as alterações cardiorrespiratórias mais relevantes ocasionadas pelos treinamentos de equilíbrio e aeróbico.

**Palavras-chave:** Hidroginástica, treinamento, equilíbrio corporal, idosos, exercício de força, exercício aeróbico, aptidão física, capacidade funcional.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

Autora: Giane Veiga Liedtke

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruehl

Título da dissertação: Comparação dos efeitos de diferentes métodos de treinamento de hidroginástica no equilíbrio corporal e na aptidão física de mulheres idosas.

Porto Alegre, 2014.

## ABSTRACT

The aging process leads to a decline in postural balance, muscle strength and cardiorespiratory system, affecting directly the functional capacity of the elderly. However, the systematic practice of physical activity may reduce these deleterious effects. The exercises performed in water environment, such as water-based, are appropriate and safe for this population, especially by offering a reduced impact on the lower limbs and a decrease in cardiovascular overload. Thus, the aim of this study was to analyze and compare the effects of three different water-based exercises programs on body balance and physical fitness in the elderly. The sample was composed of 44 healthy women, aged between 60 and 75 years, sedentary for at least six months, randomly into three groups: Balance (GE;  $n = 17$ ;  $66 \pm 3.68$  years), Strength (GF;  $n = 13$ ;  $65.3 \pm 3.68$  years) and Endurance (GA;  $n = 14$ ;  $63.7 \pm 4.09$  years). The groups had trained for 12 weeks, with two 45 minutes weekly sessions, and maintained a control period during four weeks. Balance, neuromuscular, cardiorespiratory and functional responses were measured before and after these periods. The statistical analysis was performed using paired T test for comparisons in the control period, and Generalized Estimating Equations (GEE) to comparisons between moments and between groups. The significance level was  $\alpha = 0.05$  (SPSS 20.0). After the training period, all groups showed improvement in the static balance ( $p < 0.05$ ), verified by the reduction of the maximum displacement amplitude of center of pressure (COP) in the anteroposterior (COPap) and mid-lateral (COPml) directions, during the bilateral (eyes open and closed) and unilateral support bases, and the average COPap velocity in the bilateral situation with eyes closed. In addition, there was an increase in the dynamic balance, evaluated by the Tandem test, after the three interventions ( $p < 0.001$ ). In all variables previously mentioned, there was no significant difference between groups, being one of the main findings of the present study. In addition, there was a significant increase in maximal dynamic strength, measured by one maximal repetition test of knee extensors (1RM), with no difference between groups ( $p > 0.05$ ). However, the statistical analysis with percentages of 1RM increment ( $\Delta\%$ ) showed higher values in the GF compared to the GE ( $31.51 \pm 3.44$  vs.  $14.85 \pm 2.26\%$ ;  $p < 0.05$ ). The cardiorespiratory measurements analysis showed a significant increase in the peak

oxygen uptake ( $VO_{2\text{pico}}$ ) and in the oxygen uptake corresponding to the second ventilatory threshold ( $VO_{2LV2}$ ) only in GA and GE, with no difference between groups, while heart rate corresponding to the second ventilatory threshold ( $FC_{LV2}$ ) decreased significantly only in GF. However, the "six-minute walk test" performance improved significantly in all groups, with no difference between them. All functional variables improved significantly after training, with statistical difference between GA and GE only in the "arm curl test" and "chair stand test", with higher values in GA at post-training moment. On the other hand, significantly higher values were found in the  $\Delta\%$  of "arm curl test" in GA and GF compared to GE (GA:  $52.35 \pm 9.63\%$ ; GF:  $53.39 \pm 6.82\%$ ; GE:  $22.65 \pm 5.09\%$ ) and significant difference in the  $\Delta\%$  of "chair stand test" between GA and GE ( $42.04 \pm 4.58\%$  vs  $23.68 \pm 4.75\%$ ), being both similar to GF ( $37.41 \pm 4.23\%$ ). It was concluded that the water-based exercise training was effective to improve several body balance and physical fitness parameters of elderly women, regardless of the method used. However, some results suggest that the greatest adaptations in muscular strength (1RM and resistance) were provoked by strength training and aerobic training, while the most relevant cardiorespiratory changes were caused by aerobic training and balance training.

**Keywords:** Water-based exercise, training, elderly, body balance, strength exercise, aerobic exercise, functional ability, physical fitness.

FEDERAL UNIVERSITY OF RIO GRANDE DO SUL

POST-GRADUATION PROGRAM ON HUMAN MOVEMENT SCIENCES

Author: Giane Veiga Liedtke

Advisor: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Title: Comparison between the effects of different methods of water-based training on body balance and physical fitness of elderly women.

Porto Alegre, 2014.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Fluxograma da amostra durante todo o período do estudo.....	51
Figura 2.	Plataforma de força (AMTI, modelo OR6-WP) e suas componentes de força e momento.....	60
Figura 3.	Testes de equilíbrio estático nas situações $Bl_{OF}$ , $Bl_{OA}$ e UNI, respectivamente.....	61
Figura 4.	Marcha Tandem.....	62
Figura 5.	Posicionamento dos eletrodos de superfície.....	63
Figura 6.	Contração isométrica voluntária máxima dos extensores do joelho (CVM EXT).....	63
Figura 7.	Mapeamento do posicionamento dos eletrodos.....	64
Figura 8.	Teste de 1RM dos extensores do joelho.....	64
Figura 9.	Teste máximo em cicloergômetro.....	65
Figura 10.	<i>8-Foot Up and Go Test (8-Foot)</i> .....	66
Figura 11.	Teste “flexão de cotovelo”.....	67
Figura 12.	Teste “levantar e sentar”.....	68
Figura 13.	Percurso utilizado no teste de caminhada de seis minutos.....	68
Figura 14.	Gráfico do comportamento da força muscular dinâmica máxima dos extensores de joelhos (1RM) dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA) ao longo do tempo.	84
Figura 15.	Gráfico dos percentuais de aumento da força muscular dinâmica máxima dos extensores de joelhos ( $\Delta\%$ do 1RM) após o treinamento dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA).....	84
Figura 16.	Gráfico dos percentuais de aumento do teste “flexão de cotovelo” ( $\Delta\%$ Flexão de cotovelo) após o treinamento dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA).....	99
Figura 17.	Gráfico dos percentuais de aumento do teste “levantar e sentar” ( $\Delta\%$ Levantar e sentar) após o treinamento dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA).....	99

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Valores de média e desvios-padrão (DP) da idade, estatura, massa corporal, índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura da amostra..... 72
- Tabela 2. Valores de média e desvios-padrão (DP) da Amplitude Máxima do COPml, Amplitude Máxima do COPap, Velocidade Média do COPml, Velocidade Média do COPap e Velocidade Média Total do COP durante o apoio bipodal com olhos fechados ( $BI_{OF}$ ) e o tempo de execução da Marcha Tandem no período controle (semana -4 a 0)..... 73
- Tabela 3. Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) da Amplitude Máxima do COPml, Amplitude Máxima do COPap, Velocidade Média do COPml, Velocidade Média do COPap e Velocidade Média Total do COP durante o apoio bipodal com olhos fechados ( $BI_{OF}$ ), dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-treinamento..... 74
- Tabela 4. Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) da Amplitude Máxima do COPml, Amplitude Máxima do COPap, Velocidade Média do COPml, Velocidade Média do COPap e Velocidade Média Total do COP durante o apoio bipodal com olhos abertos ( $BI_{OA}$ ), dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-treinamento..... 75
- Tabela 5. Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) da Amplitude Máxima do COPml, Amplitude Máxima do COPap, Velocidade Média do COPml, Velocidade Média do COPap e Velocidade Média Total do COP durante o apoio unipodal com olhos abertos (UNI), dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-

	treinamento.....	76
Tabela 6.	Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) do tempo de execução da Marcha Tandem dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-treinamento.....	76
Tabela 7.	Valores de média e desvio-padrão (DP) da força muscular dinâmica máxima dos extensores de joelhos (1RM) no período controle (semana -4 a 0).....	82
Tabela 8.	Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) da força muscular isométrica máxima dos extensores do joelho (CVM EXT) e flexores do joelho (CVM FLEX), da amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico dos músculos reto femoral (EMG RF), vasto lateral (EMG VL), bíceps femoral (EMG BF) e semitendinoso (EMG ST), e da força muscular dinâmica máxima dos extensores de joelhos (1RM) dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-treinamento.....	83
Tabela 9.	Valores de médias e desvios-padrão (DP) da variável “caminhada de seis minutos” no período controle (semana -4 a 0).....	90
Tabela 10.	Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) da frequência cardíaca e consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório (FCLV2, VO2LV2), do consumo de oxigênio de pico (VO2pico) e da caminhada de seis minutos dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-treinamento.....	91
Tabela 11.	Valores de médias e desvios-padrão (DP) das variáveis das variáveis “alcançar atrás das costas”, “sentar e alcançar”, “flexão de cotovelo”, “levantar e sentar” e <i>8-Foot Up and Go</i>	

(8-Foot) no período controle (semana -4 a 0)..... 97

Tabela 12. Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) das variáveis das variáveis das variáveis “alcançar atrás das costas”, “sentar e alcançar”, “flexão de cotovelo”, “levantar e sentar” e *8-Foot Up and Go* (8-Foot) dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-treinamento..... 98

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

8-Foot: *8-Foot Up and Go Test*

Ativação EMG: Ativação eletromiográfica

AVC: Acidente Vascular Cerebral

AVDs: Atividades de vida diária

BB: Bíceps braquial

BF: Bíceps femoral

Bl<sub>OA</sub>: Apoio bipodal com olhos abertos

Bl<sub>OF</sub>: Apoio bipodal com olhos fechados

BR: Braquial

BS: Base de suporte

CM: Centro de massa

CO<sub>2</sub>: Dióxido de Carbono

COG: Centro de gravidade

COP: Centro de pressão

COP<sub>ap</sub>: Centro de pressão na direção ântero-posterior

COP<sub>ml</sub>: Centro de pressão na direção médio-lateral

CVM EXT: Contração isométrica voluntária máxima dos extensores do joelho

CVM FLEX: Contração isométrica voluntária máxima dos flexores do joelho

CVM: Contração isométrica voluntária máxima

DGI: *Dinamic Gait Index*

EEB: Escala de Equilíbrio de Berg

EsEF: Escola de Educação Física

FC: Frequência Cardíaca

FC<sub>máx</sub>: Frequência cardíaca máxima

FR: *Functional Reach Test*

F<sub>x</sub>: Componente de força de reação do solo ao longo do eixo x

F<sub>y</sub>: Componente de força de reação do solo ao longo do eixo y

F<sub>z</sub>: Componente de força de reação do solo ao longo do eixo z

GA: Grupo treinamento aeróbico na hidroginástica

GE: Grupo treinamento de equilíbrio na hidroginástica

GF: Grupo treinamento de força na hidroginástica

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEP: Índice de esforço percebido

IMC: Índice de Massa Corporal

LAPEX: Laboratório de Pesquisa do Exercício

MA: Meio aquático

MT: Meio terrestre

Mx: Torque sobre o eixo x

My: Torque sobre o eixo y

Mz: Torque sobre o eixo z

PA: Pressão arterial

QR: Quociente respiratório

rep: Repetições

RF: Reto femoral

RM: Repetição (ões) máxima (s)

RMS: *Root Mean Square*

rpm: Rotações por minuto

SNC: Sistema nervoso central

ST: Semitendinoso

TUG: *Timed "Up & Go" Test*

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNI: Apoio unipodal com olhos abertos

UNI<sub>OF</sub>: Apoio unipodal com olhos fechados

VI: Vasto intermédio

VL: Vasto lateral

VO<sub>2LV1</sub>: Consumo de oxigênio no primeiro limiar ventilatório

VO<sub>2LV2</sub>: Consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório

VO<sub>2máx</sub>: Consumo máximo de oxigênio

VO<sub>2pico</sub>: Consumo de oxigênio de pico

W: Watts

x/sem: Vezes por semana

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	15
1.1	OBJETIVO GERAL	18
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	19
2.1	EQUILÍBRIO CORPORAL	19
2.1.1	Equilíbrio corporal do idoso	20
2.1.2	Avaliação do equilíbrio corporal	21
2.2	ADAPTAÇÕES AO TREINAMENTO EM MEIO AQUÁTICO: EQUILÍBRIO, FORÇA MUSCULAR, CAPACIDADE CARDIORRESPIRATÓRIA E FUNCIONALIDADE	24
<b>3</b>	<b>ABORDAGEM METODOLÓGICA</b>	49
3.1	AMOSTRA	49
3.2	VARIÁVEIS	52
3.2.1	<b>Variáveis Dependentes</b>	52
3.2.2	<b>Variáveis Independentes</b>	53
3.2.3	<b>Variáveis Controle</b>	53
3.2.4	<b>Variáveis de Caracterização da Amostra</b>	533
3.3	TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES	54
3.3.1	<b>Treinamento de equilíbrio na hidroginástica (GE)</b>	55
3.3.2	<b>Treinamento de força na hidroginástica (GF)</b>	57
3.3.3	<b>Treinamento aeróbico na hidroginástica (GA)</b>	58
3.4	PROTOCOLOS DE TESTES E INSTRUMENTOS DE MEDIDAS	59
3.4.1	<b>Medidas antropométricas</b>	60
3.4.2	<b>Equilíbrio estático</b>	60
3.4.3	<b>Equilíbrio dinâmico</b>	62
3.4.4	<b>Contração isométrica voluntária máxima (CVM)</b>	62

3.4.5	<b>Força dinâmica máxima (1RM)</b> .....	64
3.4.6	<b>Teste máximo em cicloergômetro</b> .....	65
3.4.7	<b>Teste máximo em meio aquático</b> .....	66
3.4.8	<b>Testes de Rikli &amp; Jones (1999)</b> .....	666
3.5	<b>TRATAMENTO DOS DADOS</b> .....	69
3.5.1	Variáveis de equilíbrio estático .....	69
3.5.2	Variáveis neuromusculares.....	700
3.5.3	Variáveis cardiorrespiratórias .....	711
3.6	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	711
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>722</b>
4.1	<b>CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA</b> .....	<b>722</b>
4.2	<b>VARIÁVEIS DEPENDENTES</b> .....	<b>722</b>
4.2.1	<b>Resultados das Variáveis de Equilíbrio</b> .....	<b>733</b>
4.2.2	<b>Discussão das Variáveis de Equilíbrio</b> .....	<b>777</b>
4.2.3	<b>Resultados das Variáveis Neuromusculares</b> .....	<b>822</b>
4.2.4	<b>Discussão das Variáveis Neuromusculares</b> .....	<b>855</b>
4.2.5	<b>Resultados das Variáveis Cardiorrespiratórias</b> .....	<b>900</b>
4.2.6	<b>Discussão das Variáveis Cardiorrespiratórias</b> .....	<b>922</b>
4.2.7	<b>Resultados das Variáveis Funcionais</b> .....	<b>977</b>
4.2.8	<b>Discussão das Variáveis Funcionais</b> .....	<b>1000</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>1077</b>
<b>6</b>	<b>APLICAÇÕES PRÁTICAS</b> .....	<b>10909</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>111</b>
	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>12020</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento desencadeia significativas alterações funcionais e estruturais no indivíduo, tornando-o mais suscetível a doenças crônico-degenerativas, a quedas e a lesões (REBELATTO et al., 2008). De acordo com a Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia, a queda é o acidente doméstico mais sério e comum entre idosos, caracterizando-se como a principal etiologia de morte acidental em pessoas com mais de 65 anos (BUKSMAN et al., 2008). Essa grande incidência vem sendo associada principalmente a prejuízos no equilíbrio corporal do idoso, decorrentes da menor funcionalidade dos sistemas motor, nervoso, sensorial e vestibular, no tempo de reação, na visão e na propriocepção (RUWER et al., 2005; STURNIEKS et al., 2008). Além disso, outros fatores, como a redução na força e na potência muscular (HÄKKINEN et al., 1998), na capacidade aeróbica máxima (FLEG & STRAIT, 2012), na flexibilidade (MEDEIROS et al., 2013) e na agilidade (NOLAN et al., 2010), também comprometem a independência funcional desses indivíduos.

Embora essas alterações biológicas sejam inevitáveis, diversos estudos têm demonstrado que o exercício físico é capaz de minimizá-las, uma vez que promovem melhoras no equilíbrio corporal e em diversos parâmetros da aptidão física de idosos após um período de treinamento (TAKESHIMA et al., 2002; HOLVIALA et al., 2006; LORD et al., 2006; KARINKANTA et al., 2007; SILVA et al., 2008, CADORE et al., 2010; ZHUANG et al., 2014). No entanto, para que esses benefícios sejam atingidos, é de suma importância que o programa de treinamento possua objetivos específicos, visando à melhora das capacidades físicas afetadas pelo envelhecimento. De acordo com as atuais recomendações, um programa de exercício físico para idosos deve contemplar, por semana, 150min de treinamento aeróbico em intensidade moderada e de uma a três sessões de treinamento de força envolvendo os maiores grupos musculares (OFFICE OF DISEASE PREVENTION AND HEALTH PROMOTION, 2008; CANADIAN SOCIETY FOR EXERCISE PHYSIOLOGY, 2008; SWEDISH NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH, 2010). Apesar de haver um consenso na literatura a cerca dos prejuízos que o envelhecimento gera no controle postural, essas recomendações indicam a inserção do treinamento de equilíbrio somente para indivíduos que apresentem pouca mobilidade e/ou maior risco de quedas.

Outro importante aspecto a ser considerado no treinamento de idosos é a relação risco-benefício durante a realização do exercício, objetivando-se atingir o máximo de benefícios com o mínimo de riscos (BATT et al., 2013). Nessa perspectiva, o treinamento em meio aquático (MA), principalmente na modalidade hidrogenástica, vem sendo amplamente recomendado como um método seguro para essa população (SIMMONS & HANSEN, 1996; TAKESHIMA et al., 2002; LORD et al., 2006). Esse fato deve-se às características da hidrogenástica, tais como a redução do impacto articular sobre os membros inferiores (ALBERTON et al., 2013a), a diminuição da sobrecarga cardiovascular (MICHAUD et al., 1995; GREENE et al., 2009) e o menor risco de quedas durante a execução dos exercícios (SIMMONS & HANSEN, 1996), quando comparada a modalidades em meio terrestre (MT).

Corroborando as atuais recomendações, a maioria dos estudos envolvendo o treinamento de hidrogenástica com idosos e/ou sujeitos de meia idade preconiza os exercícios aeróbicos e de força, realizados geralmente de forma combinada (TAKESHIMA et al., 2002; ALVES et al., 2004; TSOURLOU et al., 2006; BOCALLINI et al., 2008, 2010; GRAEF et al., 2010; BENTO et al., 2012; RICA et al., 2012; PINTO, 2013). Conforme alguns autores, esse método de treinamento, além de incrementar a capacidade aeróbica e a força muscular, também pode gerar melhoras no equilíbrio dinâmico (ALVES et al., 2004; TSOURLOU et al., 2006; BOCALLINI et al., 2008, 2010; BENTO et al., 2012; RICA et al., 2012). No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos desse tipo de treinamento no equilíbrio estático de sujeitos idosos. Na literatura pesquisada, apenas o estudo de Bocallini et al. (2010) mensurou essa variável, o qual verificou um aumento significativo no tempo de apoio unipodal em mulheres idosas após 12 semanas de treinamento combinado. Tendo em vista a ausência de estímulos específicos para melhora no equilíbrio nas intervenções supracitadas, os autores geralmente atribuem esse efeito benéfico à instabilidade gerada pela execução do exercício em ambiente aquático.

Em contrapartida, poucos estudos propuseram metodologias específicas para o treinamento de equilíbrio na hidrogenástica, as quais basicamente envolvem exercícios de instabilidade postural, coordenação, propriocepção e força, além de estímulos vestibulares e visuais (SIMMONS & HANSEN, 1996; LORD et al., 1993; ABBASI et al., 2011; ELBAR et al., 2012). Apesar de essas pesquisas terem

encontrado melhoras significativas em diferentes parâmetros do equilíbrio corporal de sujeitos idosos, apenas Elbar et al. (2012) realizaram avaliações mais precisas da oscilação postural em condições estáticas, através de testes em plataforma de força. Além disso, não há um consenso em relação ao método de treinamento de equilíbrio na hidroginástica, dificultando sua aplicabilidade prática.

Na literatura pesquisada, não foram encontrados estudos comparando o treinamento de equilíbrio com o tradicional modelo utilizado (exercícios aeróbicos e de força), o que impossibilita a definição de qual método é mais efetivo para a melhora do equilíbrio estático e dinâmico de idosos. Além disso, não se sabe quais são os efeitos do treinamento de força e aeróbico na hidroginástica sobre o equilíbrio corporal desses indivíduos, quando realizados de forma isolada. Avelar et al. (2010) observaram melhoras no equilíbrio de idosos após um treinamento de resistência de membros inferiores em MA, porém, a extrapolação desse resultado para o treinamento de força na hidroginástica é limitado, principalmente pelo seu enfoque terapêutico. Da mesma forma, não há dados na literatura acerca dos efeitos do treinamento de equilíbrio sobre variáveis cardiorrespiratórias e neuromusculares.

Somando-se a isso, poucas pesquisas mensuraram os efeitos do treinamento na hidroginástica sobre a capacidade funcional de sujeitos idosos, as quais realizaram somente o método combinado (ALVES et al., 2004; BOCALLINI et al., 2008, 2010; BENTO et al., 2012; RICA et al., 2012).

Tendo em vista a importância de promover melhoras no equilíbrio e nos demais parâmetros da aptidão física de idosos, é necessário investigar os efeitos de diferentes métodos de treinamento sobre tais variáveis, para que haja uma prescrição mais adequada e específica para essa população. Além disso, a ampla recomendação da hidroginástica e as lacunas existentes na literatura acerca do treinamento nessa modalidade, principalmente relacionadas ao equilíbrio corporal, fortalecem a necessidade de novas pesquisas envolvendo essa temática.

Sendo assim, elaborou-se o seguinte problema de pesquisa: Existem diferenças entre os efeitos do treinamento de equilíbrio, de força e aeróbico realizados na hidroginástica sobre o equilíbrio corporal, força muscular, capacidade aeróbica e funcionalidade de mulheres idosas?

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e comparar os efeitos do treinamento de equilíbrio, treinamento aeróbico e treinamento de força na hidroginástica sobre o equilíbrio corporal, força muscular, capacidade aeróbica e funcionalidade de mulheres idosas.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar e comparar as respostas dos diferentes métodos de treinamento sobre as seguintes variáveis:

- Amplitude máxima do deslocamento do centro de pressão plantar nas direções ântero-posterior e médio-lateral nas situações de apoio bipodal com olhos abertos, bipodal com olhos fechados e unipodal com olhos abertos;
- Velocidade média do deslocamento do centro de pressão plantar nas direções ântero-posterior e médio-lateral nas situações de apoio bipodal com olhos abertos, bipodal com olhos fechados e unipodal com olhos abertos;
- Velocidade média total do deslocamento do centro de pressão nas situações de apoio bipodal com olhos abertos, bipodal com olhos fechados e unipodal com olhos abertos;
- Tempo de execução da marcha tandem de 10 passos;
- Atividade eletromiográfica isométrica máxima dos músculos vasto lateral, reto femoral, bíceps femoral e semitendinoso;
- Força isométrica máxima dos extensores e flexores do joelho;
- Força dinâmica máxima dos extensores do joelho;
- Consumo de oxigênio e frequência cardíaca no segundo limiar ventilatório;
- Consumo de oxigênio de pico;
- Desempenho nos testes funcionais da bateria de Rikli & Jones (1999).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 EQUILÍBRIO CORPORAL

O equilíbrio corporal é um termo genérico que descreve a dinâmica da postura corporal para evitar quedas, e está relacionado com as forças inerciais atuantes no corpo e às características inerciais dos segmentos corporais (WINTER, 1995). Segundo Horak (2006), o equilíbrio postural envolve a coordenação de estratégias sensório-motoras para estabilizar o centro de massa do corpo (CM) durante distúrbios gerados na estabilidade postural. Biomecanicamente, um corpo está em equilíbrio quando a somatória de todas as forças e momentos atuantes sobre ele é igual a zero. Porém, mesmo em condições estáticas, o corpo humano nunca se encontra em perfeito equilíbrio, pois as forças atuantes sobre ele anulam-se apenas momentaneamente (WINTER, 1995; DUARTE & FREITAS, 2010).

De uma forma geral, pode-se concluir que o equilíbrio corporal está relacionado diretamente com o controle postural necessário para que as oscilações no centro de massa não ocasionem uma queda.

O controle postural depende da interação de várias informações oriundas dos sistemas vestibular, somatossensorial e visual. O sistema vestibular é responsável por detectar acelerações segmentares (lineares e angulares), enquanto o sistema somatossensorial identifica a posição e a velocidade dos segmentos corporais, assim como o contato com objetos do meio ambiente. O sistema visual identifica as formas, cores e movimentos de objetos e do próprio corpo, enviando estímulos ao SNC que evitam o contato com obstáculos ao longo do caminho (WINTER, 1995). Além disso, para manter o equilíbrio postural, o SNC utiliza componentes biomecânicos (força, base de suporte), processos cognitivos (atenção, aprendizado), estratégias sensórias e de movimento, controles dinâmicos e orientação no espaço (HORAK, 2006).

Para evitar grandes oscilações e possíveis quedas, o controle postural atua tanto em situações dinâmicas quanto estáticas. Alguns fatores externos, como tipo de superfície do solo, base de suporte e iluminação, podem afetar diretamente o controle postural (STURNIEKS et al., 2008). Dessa forma, a manutenção de uma postura estável também depende de estímulos externos do meio ambiente.

### 2.1.1 Equilíbrio corporal do idoso

O processo de envelhecimento desencadeia um declínio na funcionalidade do sistema motor, nervoso, sensorial e vestibular, assim como no tempo de reação, na visão e na propriocepção (RUWER et al., 2005; STURNIEKS et al., 2008), afetando de forma negativa o equilíbrio corporal do indivíduo. Confirmando esse efeito deletério, diversos estudos demonstram que sujeitos idosos apresentam um prejuízo significativo no equilíbrio em condições estáticas e dinâmicas (HORAK et al., 1989; RUWER et al., 2005; PERRACINI & FLÓ, 2009; SKURVIDAS et al., 2012).

No SNC, esse declínio está associado a mudanças negativas na quantidade e sensibilidade dos receptores, no limiar de excitabilidade dos reguladores e na eficiência dos executores. Assim, as informações são enviadas ao SNC em menor quantidade e qualidade, dificultando ajustes posturais adequados. Além disso, o sistema visual do idoso apresenta uma diminuição significativa da acuidade visual e um comprometimento do campo visual (DIAS et al., 2009).

Esses prejuízos também parecem estar relacionados ao declínio na força muscular de membros inferiores observada em idosos (CARTER et al., 2002; KARINKANTA et al., 2005; SPINK et al., 2011), assim como a baixos níveis de atividade física (PERRIN et al., 1999; KARINKANTA et al., 2005). Dessa forma, o sedentarismo potencializa os danos na estabilidade postural causados pelo envelhecimento biológico.

O conjunto de alterações oriundas do envelhecimento afeta diretamente a capacidade funcional do idoso, acarretando uma pior eficiência de realizar tarefas do cotidiano, como caminhar, subir e descer degraus, levantar e sentar da cadeira, tornando-o diariamente mais suscetível a incidentes, como quedas (PERRACINI & FLÓ). Esse fato pode ser confirmado ao verificar que a incidência de quedas é bastante elevada na terceira idade, pois cerca de 30% dos idosos com mais de 65 anos caem pelo menos uma vez por ano (BUKSMAN et al., 2008).

Porém, a prática sistemática de atividade física na terceira idade é uma ferramenta efetiva para minimizar os efeitos deletérios do processo de envelhecimento. Esse efeito benéfico do exercício físico crônico pode ser observado no equilíbrio corporal, na força muscular, na capacidade aeróbica, na coordenação, na agilidade, na flexibilidade e na realização de atividades de vida diária de

indivíduos idosos (TAKESHIMA et al., 2002; HOLVIALA et al., 2006; LORD et al., 2006; BROMAN et al., 2006; PASSOS et al., 2008; SILVA et al., 2008; CADODE et al., 2010; KANITZ, 2013).

Somando-se a essas evidências, Sherrington et al. (2011) concluíram em sua meta-análise que a prática sistemática de atividade física é a única intervenção capaz de prevenir quedas. Dessa forma, é de suma importância que indivíduos idosos participem sistematicamente de programas de atividade física.

### 2.1.2 Avaliação do equilíbrio corporal

Tendo em vista o significativo declínio no controle postural do idoso e suas consequências, é de suma importância identificar os níveis de prejuízo em cada indivíduo, para que se realize uma intervenção adequada. Nesse sentido, diversos autores desenvolveram métodos para mensurar o equilíbrio corporal dinâmico e estático de idosos (TINETTI, 1986; DUNCAN et al., 1990; PODSIADLO & RICHARDSON, 1991; BERG et al., 1992; SHUMWAY-COOK & WOOLACOTT, 1995; HILL et al., 1996; KAMEN et al., 1998; RIKLI & JONES, 1999; MEDELL & ALEXANDER, 2000; MOE-NILSSEN & HELBOSTAD, 2002, STURNIEKS et al., 2011). Alguns desses protocolos de avaliação são bastante simples de serem aplicados e de baixo custo (ex. questionários, testes de campo), enquanto outros são mais sofisticados e de custo elevado (ex. posturografia em plataforma de força).

Dentre muitas avaliações realizadas com idosos, podem-se destacar as seguintes:

- **Posturografia:** Técnica utilizada para medir a oscilação corporal em condições estáticas e dinâmicas. O centro de pressão plantar (COP), medida posturográfica mais utilizada para avaliar o controle postural, representa o ponto de aplicação da resultante das forças verticais atuantes sobre a superfície de apoio. Esse sinal geralmente é coletado em plataforma de força, com capacidade de medir os três componentes de força ( $F_x$ ,  $F_y$  e  $F_z$ ) e de torque ( $M_x$ ,  $M_y$  e  $M_z$ ). O cálculo do posicionamento do COP nas direções ântero-posterior (COPap) e médio-lateral (COPml) é realizado a partir dos valores de força e torque mensurados pela plataforma. As variáveis relacionadas ao COP mais utilizadas para análise do equilíbrio são: velocidade média de

deslocamento, valor *root mean square* (RMS) da velocidade, amplitude de deslocamento (média, mínima, máxima, pico a pico, RMS), trajetória total e área da elipse. A redução desses parâmetros reflete melhoras no controle postural de um indivíduo. Essa avaliação pode ser feita com diferentes apoios (bipodal, unipodal, tandem, semi-tandem) e condições (olhos abertos, olhos fechados, superfície instável). A duração do teste pode variar de 30 a 120s (PALMIERI et al., 2002; DUARTE & FREITAS, 2010).

- **Escala de Equilíbrio de Berg (EEB):** Avalia o equilíbrio estático e dinâmico através de uma bateria composta por 14 tarefas, com diferentes níveis de dificuldade (ex: permanecer em pé sem apoio; levantar da cadeira; girar 360°; permanecer em pé sobre uma perna). A execução de cada tarefa é categorizada pelo avaliador em uma escala de cinco pontos, que varia de zero (incapaz de realizar) a quatro (realiza de forma segura e independente). Quanto maior a pontuação atingida na EEB (máximo 56 pontos), melhor é o desempenho (BERG et al., 1992).
- **Teste de Equilíbrio de Tinetti:** Mensura o equilíbrio estático e dinâmico através de uma bateria de 16 tarefas, as quais avaliam o equilíbrio (nove itens) e a marcha (sete itens). A pontuação de cada tarefa varia de zero a um ou de zero a dois, atingindo o máximo de 28 pontos. Assim como na EEB, quanto maior a pontuação atingida, melhor é o desempenho (TINETTI, 1986).
- **Dinamic Gait Index (DGI):** Semelhante à EEB e ao Teste de Equilíbrio de Tinetti, a DGI também analisa o equilíbrio por meio da execução de determinadas tarefas. No entanto, essa bateria envolve apenas ações relacionadas à marcha. Cada uma das oito tarefas é categorizada em uma escala ordinal de quatro pontos (zero a três), somando no máximo 24 pontos. De acordo com os autores, uma pontuação de 19 ou menos indica risco de quedas (SHUMWAY-COOK & WOOLACOTT, 1995).
- **Functional Reach Test (FR):** Avalia o equilíbrio dinâmico, mensurando a máxima distância que o sujeito consegue alcançar à frente, flexionando o tronco com o braço estendido, sem retirar os calcanhares do solo. Mede-se a distância atingida através de uma escala marcada na parede, posicionada na altura do ombro do avaliado (DUNCAN et al., 1990).

- **Timed “Up & Go” Test (TUG):** Avalia o equilíbrio dinâmico através do tempo que o sujeito necessita para levantar de uma cadeira (sem o auxílio das mãos), caminhar o mais rápido possível um percurso de 3 m, dar a volta em um cone e retornar à posição inicial. Quanto menor o tempo de execução desse teste, melhor é o equilíbrio dinâmico do sujeito (PODSIADLO & RICHARDSON, 1991).
- **8-Foot Up and Go Test (8-Foot):** Bastante semelhante ao TUG, esse teste mensura o equilíbrio dinâmico através do tempo que o indivíduo leva para levantar de uma cadeira (sem o auxílio das mãos), caminhar rapidamente 2,44m, contornar um cone e sentar. Um menor tempo de execução indica melhor desempenho (RIKLI & JONES, 1999).
- **Marcha Tandem:** Avalia o equilíbrio dinâmico através do tempo que o sujeito necessita para dar 10 passos com um pé imediatamente na frente do outro, de forma que o calcanhar do pé da frente toque nos dedos do pé de trás. O indivíduo deve realizar a marcha em linha reta e sem desequilibrar-se. De acordo com os autores, idosos com maior índice de quedas apresentam maiores tempos de execução ( $17 \pm 3,5s$ ) comparado aqueles com baixo índice de quedas ( $8,5 \pm 1,6s$ ) (MEDELL & ALEXANDER, 2000).
- **Step Test:** Com o intuito de avaliar o equilíbrio dinâmico, solicita-se que o sujeito apoie o pé sobre um degrau e retorne ao solo o máximo de vezes que conseguir, durante 15s. A avaliação deve ser feita em ambas as pernas (HILL et al, 1996).
- **Swaymeter:** É um sistema composto por uma haste rígida (fixada na cintura do sujeito) que possui uma caneta acoplada na extremidade, a qual transfere para um papel milimetrado (posicionado sobre uma base de suporte) o deslocamento do centro de massa. Através dessa ferramenta, pode-se avaliar a oscilação postural em situações estáticas (amplitude máxima durante a manutenção da postura) e dinâmicas (máxima amplitude atingida ao deslocar o centro de massa) (STURNIEKS et al., 2011).
- **Acelerometria:** Avalia o equilíbrio estático e dinâmico através da aceleração do centro de massa, mensurada por um acelerômetro (uniaxial ou triaxial) acoplado na cintura do indivíduo. Geralmente utiliza-se como variável o valor *Root Mean Square* (RMS) da aceleração resultante (eixos x, y e z). Menores valores RMS

indicam maior estabilidade postural (KAMEN et al., 1998; MOE-NILSSEN & HELBOSTAD, 2002).

## 2.2 ADAPTAÇÕES AO TREINAMENTO EM MEIO AQUÁTICO: EQUILÍBRIO, FORÇA MUSCULAR, CAPACIDADE CARDIORRESPIRATÓRIA E FUNCIONALIDADE

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos a fim de observar os efeitos do treinamento na hidroginástica sobre diversos parâmetros da aptidão física (LORD et al., 1993; TAKESHIMA et al., 2002; ALVES et al., 2004; KRUEL et al., 2005; TSOURLOU et al., 2006; PASSOS et al., 2008; KANEDA et al., 2008; AVELAR et al., 2010; PINTO, 2013). Dentre esses, poucos apresentam um único enfoque durante o treinamento, geralmente as sessões de treino são compostas por exercícios com objetivos distintos (força, aeróbico, recreação, equilíbrio, etc.) e ao final do período de intervenção são realizadas avaliações de diversos componentes da aptidão física. Dessa forma, serão abordados na presente revisão de literatura estudos envolvendo o treinamento em MA com sujeitos idosos e/ou de meia idade que avaliaram variáveis de equilíbrio, de força, cardiorrespiratórias e funcionais, independente de apresentarem ou não o enfoque principal sobre as mesmas.

A funcionalidade de um indivíduo engloba todos os parâmetros da aptidão física, por isso, as baterias de avaliação funcional são compostas por testes de equilíbrio e agilidade (TUG; 8-foot, *Step Test*; FR), força muscular (“levantar e sentar”; “flexão de cotovelo”, preensão manual), flexibilidade (“sentar e alcançar”; “alcançar atrás das costas”) e capacidade cardiorrespiratória (“caminhada de seis minutos”; “caminhada de 800m”). Por serem ferramentas simples e de baixo custo, normalmente são aplicadas juntamente com avaliações mais sofisticadas (JOSEPHSON et al., 2001; DEVEREAUX et al., 2005; TSOURLOU et al., 2006; KATSURA et al., 2009; BENTO et al., 2012; RICA et al., 2012). Dessa forma, as respostas do treinamento em MA sobre tais variáveis serão descritas ao longo de toda revisão de literatura, conforme avaliadas em cada estudo.

Na literatura pesquisada, encontrou-se apenas o estudo de Alves et al. (2004) envolvendo exclusivamente avaliações funcionais para verificar os efeitos do treinamento na hidroginástica com a população idosa. Foram realizadas 12 semanas

de intervenção, com duas sessões semanais (2x/sem) de treino, compostas por aquecimento, exercícios aeróbicos (corridas, movimentos combinados), exercícios de potência e resistência (membros inferiores, superiores e abdominais) e volta à calma. O treinamento não foi periodizado e os autores não relatam a intensidade utilizada durante as sessões. As avaliações foram feitas através da bateria de testes de Rikli & Jones (1999). Seus resultados indicaram melhoras significativas em todos os testes após o treinamento (“levantar e sentar”: 71,26%; “flexão de cotovelo”: 77%; 8-Foot: -20,54%; “sentar e alcançar”: -192,85%; “alcançar atrás das costas”: -90%; “caminhada de seis minutos”: 22,2%). Dessa forma, concluiu-se que um programa de hidroginástica pode ser benéfico para a aptidão funcional de mulheres idosas.

Em relação às adaptações do equilíbrio corporal, diversos estudos apontam uma melhora significativa após intervenções em MA (LORD et al., 1993; JOSEPHSON et al., 2001; KANEDA et al., 2008; KATSURA et al., 2009; AVELAR et al., 2010; KANITZ, 2013). Em contrapartida, não há um consenso na literatura de qual a forma mais efetiva para o seu incremento em MA, visto que a comparação entre diferentes tipos de treinamento é escassa (KANEDA et al., 2008; KANITZ, 2013). Na modalidade hidroginástica, as diferenças metodológicas entre as pesquisas, principalmente relacionadas ao treinamento e às avaliações, dificultam a comparação entre os estudos.

Kaneda et al. (2008) objetivaram comparar os efeitos do treinamento na hidroginástica e na corrida em piscina funda sobre o equilíbrio dinâmico e estático de indivíduos idosos. Durante 12 semanas (2x/sem), as sessões tiveram duração de 1h20min, divididas em 10min de aquecimento em MT, 20min de caminhada em piscina rasa, 30min de parte principal (hidroginástica ou corrida em piscina funda), 10min de repouso em MT e 10min de relaxamento e recreação em piscina rasa. Na hidroginástica, foram realizados exercícios estacionários (chutes, rotação de tronco) e em deslocamento (caminhada para frente, para trás e lateral). As duas modalidades tiveram enfoque predominantemente aeróbico, com intensidade auto selecionada. Os autores verificaram que, ao longo de todo o treinamento, a intensidade das sessões foi mantida no Índice de Esforço Percebido (IEP) 11 da escala de Borg ( $11,5 \pm 1,4$ ). O equilíbrio estático foi avaliado através de um posturógrafo, mensurando-se o deslocamento total e a área da oscilação do centro de gravidade (COG), no apoio bipodal (pés unidos) com olhos abertos ( $BI_{OA}$ ) durante

30s. Também se avaliou equilíbrio dinâmico (Marcha Tandem de 10 passos), tempo de reação (tempo de resposta após estímulo luminoso) e agilidade (caminhada de 11m, velocidade normal e máxima). Os resultados demonstraram uma redução na área de oscilação do COG (-24,1%) e no tempo de reação após o treinamento de hidroginástica. No grupo corrida em piscina funda foram observadas diminuições no deslocamento total do COG (-8,4%), no tempo de execução da Marcha Tandem (-14%) e no tempo de reação. Não houve diferença significativa entre os grupos. Os autores sugerem que a corrida em piscina funda é um método mais eficaz para melhora do equilíbrio dinâmico de indivíduos idosos, por ter apresentado melhora na Marcha Tandem. Acredita-se que esse resultado foi obtido pela maior instabilidade da corrida em piscina funda, já que nessa modalidade os sujeitos não mantêm contato dos pés com o fundo da piscina.

Com o intuito de investigar a influência do fator meio sobre as adaptações do equilíbrio de idosos, Simmons & Hansen (1996) compararam quatro grupos: Exercício em MA, exercício em MT, socialização em MA e socialização em MT. Durante cinco semanas (2x 45min/sem) foram realizados exercícios semelhantes nos grupos em MA e MT (caminhadas, chutes, deslocamento lateral e de costas) enquanto os grupos de socialização apenas encontravam-se, com a mesma frequência, nos diferentes meios. Mensurou-se o equilíbrio ao final de cada semana, através do teste FR. Os resultados demonstraram que o grupo de exercício em MA aumentou a distância no FR a cada semana, atingindo uma melhora de 57,4% ao final do treinamento, enquanto o grupo de exercício em MT incrementou apenas na primeira semana (5,3%). Já os dois grupos que realizaram socialização não apresentaram diferença significativa no desempenho do FR. Os autores concluem que durante a realização de exercícios em MA, os sujeitos possuem maior confiança para executar movimentos que desestabilizam o controle postural, gerando melhores resultados que o exercício em MT.

Nesse mesmo contexto, Lee et al. (2010) compararam os efeitos de 12 semanas de treinamento realizado em MA (piscina rasa) e MT sobre o equilíbrio estático e dinâmico de sujeitos idosos e de meia idade com acidente vascular cerebral (AVC). Em três sessões semanais de 50min, realizavam-se tarefas que incluíam: alongamento, equilíbrio, movimentos unilaterais, exercícios de força, coordenação, agilidade e exercícios aeróbicos (caminhadas ou corridas em

diferentes sentidos). Cada tarefa foi realizada da mesma forma em ambos os meios, com duração de 4min cada e intensidade entre o IEP 11 (leve) e 13 (um pouco intenso) da escala de Borg. Através de uma plataforma de força, avaliou-se o equilíbrio estático nos apoios  $Bl_{OA}$  e bipodal com olhos fechados ( $Bl_{OF}$ ) durante 30s. A análise do equilíbrio estático foi feita através da variável velocidade média do COP e do equilíbrio dinâmico através do tempo de execução e o deslocamento do COP para percorrer uma trajetória específica. No equilíbrio estático, ambos os grupos apresentaram redução na velocidade média do COPml nas situações  $Bl_{OA}$  e  $Bl_{OF}$ . Já na velocidade média do COPap, apenas o grupo que treinou em MA apresentou melhora em  $Bl_{OA}$  e  $Bl_{OF}$ . O treinamento em MA obteve reduções entre 27,4 e 34,6% nessas variáveis. Em relação ao equilíbrio dinâmico, apenas o treinamento em MA apresentou resultados positivos. Assim, os autores concluem que o treinamento realizado em MA é mais efetivo na melhora do equilíbrio estático e dinâmico de indivíduos com AVC, em comparação ao treinamento em MT.

Semelhante ao estudo supracitado, Park & Roh (2011) avaliaram sujeitos idosos e de meia idade com AVC, porém, após seis semanas de treinamento em MA (piscina rasa) e MT. Foram realizadas seis sessões semanais (35min), compostas por seis exercícios, executado com três séries de 10 repetições, que envolviam caminhadas, apoio unipodal (UNI), desestabilização corporal, condições com olhos abertos e fechados, e exercícios de membros inferiores. Em MA os exercícios foram realizados com equipamentos flutuantes. Foi avaliado o equilíbrio estático através de uma plataforma de força (velocidade média do COP), onde os sujeitos permaneciam em pé ( $Bl_{OA}$  e  $Bl_{OF}$ ) durante 30s. Após as seis semanas, ambos os grupos reduziram a velocidade média do COPml e COPap no teste  $Bl_{OA}$ . Porém, somente o treinamento em MA apresentou melhoras no teste  $Bl_{OF}$ . Além disso, a magnitude de alteração dessas variáveis foi maior no grupo que treinou na água (-21,37 a -36,9%). Assim, os autores concluíram que as características do ambiente aquático geram resultados mais efetivos que o MT para melhora no equilíbrio de indivíduos com AVC.

Em recente estudo, Avelar et al. (2010) também compararam as adaptações do equilíbrio estático e dinâmico de idosos induzidas por programas de exercícios realizados dentro e fora da água. No entanto, diferentemente dos estudos supracitados, os autores tiveram o objetivo de avaliar os efeitos do treinamento

isolado de resistência muscular de membros inferiores, em ambos os meios, sobre o equilíbrio. Os sujeitos foram divididos em: Grupo treinamento em MA, grupo treinamento em MT e grupo controle. Foram realizadas as avaliações EEB, DGI, velocidade da marcha (10m) e Marcha Tandem (número de passos dados em linha reta). Não foram realizadas avaliações específicas de força. Durante seis semanas, foram realizadas duas sessões semanais (40min), compostas por sete exercícios de membros inferiores, com quatro séries de 20 repetições. Não houve progressão do treinamento durante a intervenção, além disso, não foi utilizada sobrecarga no treinamento em MT e a velocidade de execução dos exercícios em MA foi lenta. Os dois grupos apresentaram melhoria nas avaliações EEB e DGI após a intervenção quando comparados ao controle, sem diferença significativa entre os mesmos. No entanto, não foi observada melhora significativa na Marcha Tandem e na velocidade da marcha. Concluiu-se que o treinamento de resistência muscular de membros inferiores foi eficaz na melhora do equilíbrio estático e dinâmico de sujeitos idosos, independentemente do meio em que foi realizado.

Com o intuito de comparar diferentes situações, Katsura et al. (2009) analisaram os efeitos do treinamento em MA com e sem a utilização de equipamento, sobre o risco de quedas e testes funcionais de idosos. Com enfoque na capacidade aeróbica e na força muscular, o protocolo de treino era baseado na caminhada aquática. Os sujeitos foram divididos em grupo treinamento com equipamento (COM) e sem equipamento (SEM), ambos com duração de oito semanas (3x/sem; 90min/sessão). A parte principal (60min) era composta por exercícios aeróbicos e de força, porém, os autores não especificam o volume utilizado para cada capacidade, nem descrevem a metodologia utilizada no treinamento (número de séries, repetições, tempo de execução, etc.). Apenas informam que a intensidade utilizada foi “um pouco intenso” (IEP 13 da escala de Borg) e que o nível de complexidade dos exercícios foi aumentado ao longo das semanas. Realizaram-se avaliações de equilíbrio estático (deslocamento total do COG;  $Bl_{OA}$  e  $Bl_{OF}$ ), equilíbrio dinâmico (FR e TUG), força muscular máxima (quadríceps, flexores dorsais e plantares), flexibilidade (“sentar e alcançar”), agilidade (máxima velocidade em 5m de caminhada e 10m de caminhada com obstáculos) e o questionário de escala de sintomas (*Profile of Mood States* - POMS). Em ambos os grupos, foram observados incrementos no teste “sentar e alcançar”,

na força máxima de flexores plantares e no TUG, e somente o grupo COM obteve melhoras no teste de caminhada (velocidade máxima) e na escala POMS (estado de fadiga). Em contrapartida, não houve melhoras significativas no equilíbrio estático após as oito semanas de intervenção (COM e SEM). Ao comparar os deltas entre o pré e pós-treinamento dos grupos, foram observadas diferenças na força de flexores plantares, nos testes de caminhada e no deslocamento do COG ( $Bl_{OA}$ ), com melhores resultados no grupo COM. Dessa forma, os autores concluem que o treinamento em MA com a utilização de equipamento parece ser mais efetivo na melhora da função física de idosos. No entanto, cabe ressaltar que ambas as condições avaliadas não induziram melhoras significativas do equilíbrio estático de idosos após oito semanas de intervenção.

Mudando de contexto, porém ainda com foco principal nas adaptações do equilíbrio, Lord et al. (1993) desenvolveram um estudo com treinamento de nove semanas na hidroginástica visando melhoria no equilíbrio, na força muscular, na coordenação motora e na flexibilidade de idosos. Os sujeitos foram divididos em treinamento em hidroginástica (1x/sem) e grupo controle. As sessões (1h) eram compostas por aquecimento, exercícios de equilíbrio e coordenação (movimentos unilaterais, transferência de peso), caminhadas rápidas e para trás, diferentes exercícios de membros superiores e inferiores e exercícios de força (membros superiores) com equipamento. Os autores não abordaram a progressão do treinamento, o tempo de execução de cada exercício e a intensidade utilizada. A avaliação de equilíbrio estático foi realizada nos apoios  $Bl_{OA}$  e  $Bl_{OF}$  durante 30s (solo e superfície instável) através do *Swaymeter*. Também foi mensurada a força máxima de extensores do joelho e flexores dorsais, flexibilidade de tornozelo, tempo de reação, dores articulares e controle neuromuscular. Os resultados demonstraram uma melhora significativa no equilíbrio estático sobre o solo nas condições  $Bl_{OA}$  (-16,5%) e  $Bl_{OF}$  (-25,8%) e superfície instável em  $Bl_{OA}$  (-23,8%). Também foi observado um aumento na força máxima dos extensores do joelho (12,9%) após o treinamento.

Nessa mesma linha de pesquisa, porém realizando um treinamento de 20 semanas com um  $n$  amostral maior, Lord et al. (2006) também avaliaram os efeitos do treinamento em hidroginástica sobre o equilíbrio, coordenação motora, força muscular, tempo de reação e flexibilidade de idosos. Os sujeitos foram divididos em

grupo treinamento (n= 48) e grupo controle (n= 44). A intervenção foi realizada em dois períodos de 10 semanas, com intervalo de duas semanas entre eles, e metodologia do treinamento utilizada foi exatamente igual ao estudo citado anteriormente. Suas avaliações primárias foram de equilíbrio dinâmico (amplitude máxima ântero-posterior e estabilidade coordenativa), também mensuradas com o *Swaymeter*, e secundárias foram força isométrica máxima (extensão de joelho), tempo de reação e flexibilidade (ombro). Após o treinamento, foram observadas melhorias apenas na amplitude máxima ântero-posterior (10,69%), na estabilidade coordenativa (-15,38%) e na flexibilidade. Dessa forma, os autores concluíram que a hidroginástica pode gerar benefícios no equilíbrio e na flexibilidade de sujeitos idosos.

Josephson et al. (2001) investigaram os efeitos da prática de hidroginástica a longo prazo, com enfoque fisioterapêutico no equilíbrio, sobre o controle postural, flexibilidade e mobilidade funcional de idosos. Os autores não realizaram uma intervenção, apenas avaliaram um grupo de sujeitos praticantes de hidroginástica (mínimo 12 meses) e um grupo de sedentários. O grupo de praticantes realizava uma sessão semanal (1h), composta por aquecimento, parte principal (caminhada, alongamentos, exercícios de força de membros superiores e inferiores com e sem equipamento, atividades de equilíbrio com olhos abertos e fechados, exercícios aeróbicos, etc.) e volta à calma. Apesar do longo período de prática, os autores não relatam se houve uma progressão, seja na complexidade dos exercícios ou no volume/intensidade das sessões. As avaliações incluíram o FR, *Step Test*, TUG e flexibilidade de tornozelo. Foram observadas diferenças significativas entre os grupos em todos os testes, com melhores resultados para o grupo de praticantes de hidroginástica. Concluiu-se que um longo período de exercícios em MA é capaz de gerar melhoras no equilíbrio dinâmico, controle postural, flexibilidade e mobilidade funcional de idosos.

Também com o intuito de verificar as respostas do equilíbrio corporal à prática de hidroginástica, Teixeira et al. (2008) avaliaram e compararam quatro grupos de mulheres idosas: 1) sedentárias; 2) praticantes de hidroginástica; 3) praticantes de ginástica; 4) praticante de ambas as modalidades. Os indivíduos ativos deveriam apresentar no mínimo cinco anos consecutivos de prática, porém, os autores não descrevem as características do treinamento realizado, assim como não informam o

volume semanal das aulas. A análise do equilíbrio foi feita através de uma plataforma de força, nos apoios  $Bl_{OA}$  e  $Bl_{OF}$  (posicionamento dos pés na largura do quadril) durante 30 s, mensurando-se as variáveis amplitude do deslocamento do  $COP_{ap}$  e  $COP_{ml}$  e deslocamento médio do  $COP_{ap}$  e  $COP_{ml}$ . Ao comparar os grupos, houve diferença significativa entre os grupos 2 e 3 e entre 2 e 4 (amplitude do deslocamento do  $COP_{ml}$ ,  $Bl_{OA}$  e  $Bl_{OF}$ ), com melhores resultados para os grupos 3 e 4. Também foi encontrada diferença entre os grupos 1 e 3 e entre 1 e 4 na amplitude do deslocamento do  $COP_{ml}$  na condição  $Bl_{OA}$ . Além disso, o deslocamento médio do  $COP_{ml}$  apresentou diferença significativa apenas entre os grupos 2 e 3 ( $Bl_{OA}$  e  $Bl_{OF}$ ) e entre 1 e 3 ( $Bl_{OA}$ ). Não foram detectadas diferenças nas variáveis do  $COP_{ap}$ . Esses resultados demonstraram que as praticantes de hidroginástica não apresentaram um melhor equilíbrio estático, quando comparadas a indivíduos sedentários. Além disso, apresentaram um desempenho inferior aos praticantes de ginástica nas variáveis relacionadas ao  $COP_{ml}$ . Assim, os autores concluem que a prática de ginástica parece ser uma forma mais eficaz para a manutenção do equilíbrio corporal. Porém, ressaltam que esse resultado pode ter sido influenciado pela diferença entre as médias de idade dos grupos avaliados (ginástica: 62,56; hidroginástica: 65,75 anos). Além disso, inferem que os indivíduos praticantes de hidroginástica poderiam apresentar maior debilidade no equilíbrio, uma vez que a procura por essa modalidade pode estar ligada ao objetivo de melhorar o equilíbrio corporal.

Contrapondo esses achados, Morales (2013) verificou que praticantes de modalidades aquáticas há no mínimo três meses (hidroginástica ou corrida em piscina funda) apresentaram menor oscilação postural nos apoios  $Bl_{OF}$ ,  $Bl_{OA}$ ,  $UNI_{OF}$  e  $UNI$  (mensurada com acelerometria) comparados a sujeitos sedentários. Além disso, observou diferença entre os grupos no tempo execução da Marcha Tandem, com melhores resultados no grupo de praticantes. Em contrapartida, os grupos não diferiram no teste que avalia o tempo de apoio  $UNI$  e no 8-Foot. A autora atribuiu esse resultado à menor sensibilidade dessas avaliações para detectar pequenas variações da postura, quando comparadas aos dados de acelerometria. Além disso, relata que o nível de condicionamento do grupo de sedentários pode ter influenciado nesses resultados, já que não foi controlado o tempo em que os indivíduos estavam inativos.

Ainda com objetivo principal nas adaptações do equilíbrio, focando também no medo de queda e na qualidade de vida, Devereaux et al. (2005) avaliaram os efeitos do treinamento na hidroginástica realizado por mulheres idosas com osteoporose ou osteopenia. A intervenção teve duração de 10 semanas e os sujeitos foram divididos em grupo exercício (2 x 1 h/sem) e grupo controle. No treinamento, os 10min iniciais eram dedicados para uma parte educativa, com temas relativos à atividade física, osteoporose, medicamentos e riscos de quedas, e logo após, 50min foram divididos em aquecimento, alongamento, parte aeróbica, tai chi, caminhada, exercícios de força, postura, propriocepção e equilíbrio. Não houve periodização ou progressão do treinamento, e a intensidade dos exercícios não foi mencionada. O equilíbrio dinâmico foi avaliado através do *Step Test* e o medo de quedas e a qualidade de vida através de questionários (*Modified Falls Efficacy Scale* e *Short Form 36*, respectivamente). Houve uma melhora significativa no *Step Test* (perna direita: 20%; perna esquerda: 18,79%) e em parâmetros de qualidade de vida (função física, vitalidade, função social e saúde mental) após o treinamento, porém, não foram encontradas alterações significativas no medo de quedas.

Em recente estudo, Elbar et al. (2012) realizaram um treinamento na hidroginástica com exercícios desestabilizadores, com o intuito de incrementar a velocidade da passada e, secundariamente, o equilíbrio de idosos. Em uma pesquisa prévia (MELZER et al. 2008), os mesmos autores descrevem detalhadamente o protocolo de treinamento utilizado, com cinco níveis de exercícios desestabilizadores, os quais envolvem grandes amplitudes de movimento, com ou sem auxílio externo (aquatubo), apoio UNI, caminhadas com troca rápida de sentido e velocidade, utilização da turbulência e de equipamentos flutuantes e estímulos vestibulares e visuais. De uma forma geral, os níveis dos exercícios estão relacionados com modificação da base de suporte e do centro de massa. O treinamento foi realizado durante 12 semanas, com duas sessões semanais de 40min. A velocidade de passada foi avaliada através de uma plataforma de força, mensurando-se fase inicial, tempo de contato, fase preparatória e fase de balanço. O equilíbrio estático também foi avaliado através da plataforma de força nas situações  $BI_{OA}$  e  $BI_{OF}$  (pés abduzidos a  $10^\circ$ ), mensurando-se amplitude máxima do  $COP_{ml}$  e  $COP_{ap}$  e área de oscilação do COP. Além disso, utilizou-se a EEB para verificar demais alterações no equilíbrio corporal. Após o treinamento, observou-se

redução significativa na amplitude máxima do COPml em  $Bl_{OF}$  (-14,9%) e  $Bl_{OA}$  (-9,8%), e do COPap em  $Bl_{OF}$  (-9,2%). Também houve diminuição da área de oscilação nas situações  $Bl_{OF}$  (-20%) e  $Bl_{OA}$  (-7%), no entanto, não houve diferença significativa na avaliação da EEB. Foram encontradas melhoras em todos os parâmetros da velocidade da marcha, exceto na fase preparatória.

Com uma metodologia diferenciada, Abbasi et al. (2011) compararam os efeitos do treinamento de equilíbrio na hidroginástica, treinamento em plataforma vibratória e a combinação dos dois métodos, em homens idosos. Durante oito semanas (3x1h/sem), o grupo hidroginástica realizou exercícios com o objetivo de melhorar o controle postural, a habilidade de combinar informações sensoriais e a marcha. Houve uma evolução dos exercícios ao longo das semanas, aumentando a dificuldade das atividades realizadas (ex. olhos fechados, troca de direções, redução da base de suporte). O treinamento na plataforma vibratória teve sessões de 30min, e também apresentou uma progressão ao longo das semanas. No treinamento combinado, os sujeitos realizavam 10min de aquecimento, 10min de plataforma vibratória e 40min de hidroginástica. Para avaliar o equilíbrio, o desempenho neuromuscular e a habilidade de caminhada foram realizados os testes *5-Chair Stand* (tempo necessário para levantar e sentar de uma cadeira cinco vezes) e o TUG. As avaliações foram realizadas pré e pós-treinamento, e em quatro, seis e oito semanas de destreinamento. Foi observada uma melhora nos dois testes após o treinamento de todos os grupos, sem diferença entre os mesmos. Ao analisar o efeito da interrupção do treinamento, os grupos hidroginástica e combinado mantiveram o desempenho superior ao pré-treinamento em todos os períodos de destreinamento. No entanto, o grupo plataforma vibratória apresentou valores semelhantes ao pré-treinamento a partir da sexta semana de destreinamento. Os autores concluíram que os três métodos de treinamento foram eficientes para melhoras no equilíbrio de idosos, porém, somente o treinamento na hidroginástica e combinado foram eficazes para a manutenção desses incrementos durante o período de destreinamento.

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos com o interesse de verificar os efeitos do treinamento realizado em MA sobre as adaptações da força (neuromusculares e/ou morfológicas) seja através do treinamento de força realizado de forma isolada (PETRICK et al., 2001; PÖYHÖNEN et al., 2002; KRUEL et al.,

2005; COLADO et al., 2009; AMBROSINI et al., 2010) ou concomitantemente ao treinamento aeróbico (TAKESHIMA et al., 2002; ALVES et al., 2004; TSOURLOU et al., 2006; VOLAKLIS et al., 2007; GRAEF et al., 2010; PINTO, 2013; KANITZ, 2013). Muitos desses estudos não apresentam uma metodologia detalhada sobre a periodização, o incremento de intensidade e os exercícios utilizados, dificultando a aplicabilidade prática. Porém, estudos mais recentes têm abordado com mais clareza a metodologia empregada, tornando mais fácil sua reprodutibilidade tanto na prática quanto no meio científico.

Ao realizar o treinamento de força no MA, devem-se levar em consideração os princípios do treinamento de força, assim como no treinamento em MT. Em contrapartida, em MA, torna-se difícil quantificar a intensidade (carga) de trabalho, visto que as propriedades físicas da água interferem diretamente sobre tal variável, como pode ser observado através da equação geral dos fluidos ( $R = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot Cd$ ). Dentre os fatores que interferem na resistência, os mais comumente manipulados são a área projetada e a velocidade de execução, embora também seja possível modificar o Cd. Ao analisar tal equação, pode-se perceber que a resistência oferecida pela água aumentará proporcionalmente com o aumento da área projetada. Em contrapartida, a resistência oferecida pela água aumentará ao quadrado quando houver o aumento da velocidade. Assim, a resistência oferecida durante um movimento realizado em ambiente aquático é totalmente manipulável e variável, podendo aumentar ou diminuir ao longo de uma mesma fase de execução. Esse fato torna extremamente difícil a quantificação das cargas durante a execução de exercícios em meio líquido.

Por isso, estudos recentes têm utilizado a velocidade máxima de execução e tempos curtos de série (até 30 s) para garantir o predomínio da rota metabólica ATP-CP durante o treinamento. Geralmente inicia-se a periodização com séries de 30s com o intuito de trabalhar a capacidade da rota ATP-CP, diminuindo o volume ao longo dos mesociclos para séries de 20, 15 e 10s com o intuito de otimizar a potência da rota em questão (AMBROSINI et al., 2010; SOUZA et al., 2010; KANITZ, 2013; PINTO, 2013). Também se deve optar por intervalos de no mínimo 2 min por grupo muscular, pois esse parece ser o período necessário para a recuperação da rota metabólica ATP-CP. Além disso, é de suma importância, para essa valência física, que haja uma periodização/progressão adequada do treinamento. Assim,

também se deve ter cautela ao observar a magnitude das adaptações de força oriunda de treinamentos com enfoque em força que desconsideram fatores como intensidade, duração de série, intervalo e periodização.

Kruel et al. (2005) tiveram o objetivo de analisar e comparar os efeitos do treinamento de força na hidroginástica realizado com e sem a utilização de equipamento resistido realizado por mulheres praticantes de hidroginástica (idades entre 38 e 67 anos). O treinamento teve duração de 11 semanas, as quais foram divididas em três fases. A metodologia de progressão foi realizada através da manipulação do número de séries e repetições. Dessa forma, na primeira fase (cinco semanas) foram realizadas três séries de 15 repetições, na segunda fase (três semanas) quatro séries de 12 repetições e na terceira fase (três semanas) cinco séries de 10 repetições. Os exercícios sempre foram realizados em máxima velocidade, no entanto, os sujeitos eram instruídos a manter a intensidade entre o IEP 15 e 19 da escala de Borg. Observou-se que a força máxima dinâmica, avaliada no teste de uma repetição máxima (1RM), de membros superiores e inferiores aumentou após o treinamento (10,73 a 28,76%), independente do uso ou não de equipamento resistido durante o treinamento.

Ambrosini et al. (2010), utilizando uma metodologia semelhante ao estudo citado anteriormente, analisaram os efeitos de 12 semanas de treinamento de força na hidroginástica com e sem a utilização de equipamento sobre a força máxima de mulheres de meia-idade. A metodologia de progressão do treinamento e da intensidade foi baseada no tempo e na velocidade de execução, na fase um a intensidade foi mantida no IEP entre 12 e 15 (2x 30s) e nas fases dois (3x 20s), três (4x 15s) e quatro (2x3x 10s) no IEP entre 16 e 19 da escala de Borg. As sessões (2x/sem) tiveram enfoque em três grupos musculares: Flexores e extensores horizontais do ombro e extensores do quadril. Os resultados desse estudo mostraram que o treinamento de força em MA incrementou a força máxima dinâmica de todos os grupos musculares investigados (17,10 a 41,60%). Além disso, observou-se que tal aumento ocorreu independentemente da utilização ou não de equipamento, corroborando com os achados de Kruel et al. (2005).

Nesse mesmo contexto metodológico, porém na modalidade corrida em piscina funda, Cardoso et al. (2004) avaliaram 12 semanas de treinamento realizado nas situações com e sem ênfase no treino de força e com e sem equipamento

resistivo. A amostra foi composta por mulheres ativas, com idade entre 35 e 75 anos. Cada sessão do treinamento foi composta por dois blocos de exercícios periodizados da seguinte forma: duas séries de 30 s no primeiro mesociclo (IEP 12-15), três séries de 20s no segundo mesociclo (IEP 15-19), quatro séries de 15s no terceiro mesociclo (IEP 15-19) e dois blocos de três séries de 10s no quarto mesociclo (IEP 15-19). Dessa forma, os sujeitos não foram encorajados a atingir o máximo esforço durante o treinamento, além disso, os autores não mencionam se a velocidade de execução foi controlada. O grupo que treinou sem ênfase no treinamento de força realizou os mesmos exercícios e a mesma progressão em relação ao tempo de execução, no entanto, em intensidade auto selecionada. Seus resultados demonstraram um aumento da força de membros superiores, independentemente da ênfase e da utilização de equipamento. Todavia, somente o grupo que treinou com ênfase, independentemente da utilização de equipamento, obteve aumento na força de membros inferiores. Os resultados referentes à utilização de equipamento corroboram com outros autores (KRUEL et al., 2005; AMBROSINI et al., 2010).

Em recente estudo, Graef et al. (2010) compararam os efeitos do treinamento combinado, com maior enfoque no treinamento de força, realizado por mulheres idosas com e sem o controle da resistência. Os sujeitos foram divididos em três grupos: Treinamento com controle da resistência, treinamento sem controle da resistência e grupo controle. Os dois treinamentos foram realizados durante 12 semanas, duas vezes por semana e sessões com duração de 50min. Além disso, em ambos a parte aeróbica foi realizada com exercícios específicos da hidroginástica, na intensidade de IEP 11-13 da Escala de Borg. O treinamento com controle da resistência foi periodizado da seguinte forma: 4 séries de 15 repetições (semanas 1-3), 4 séries de 12 repetições (semanas 4-6), 5 séries de 10 repetições (semanas 7-9) e 5 séries de 8 repetições (semanas 10-12). O exercício executado foi flexão e extensão horizontal de ombros, sempre em máxima velocidade e com a utilização de equipamento resistivo. No treinamento sem controle da resistência, o treinamento de força não foi periodizado e a velocidade de execução dos exercícios de força não foi controlada. Observou-se que apenas o treinamento com controle da resistência apresentou incremento no 1RM dos flexores horizontais de ombro (10,89%). Esse estudo apresenta um grande achado, mostrando que o treinamento

de força na hidroginástica sem o controle da intensidade (velocidade de execução), não é capaz de gerar incrementos na força muscular de mulheres idosas.

Também nesse contexto de treinamento combinado, Takeshima et al. (2002) investigaram 12 semanas de treinamento na hidroginástica realizado por mulheres idosas três vezes por semana. Cada sessão foi composta por alongamento e aquecimento (20min), exercício aeróbico (caminhada e dança – 30min), exercícios de força (10min) e volta à calma e relaxamento (10min). Na parte de força, os exercícios foram realizados em máxima velocidade de execução e utilizando equipamentos nos membros superiores e inferiores, sempre com uma série de 10 a 15 repetições. Na parte aeróbica, os autores relatam que a intensidade foi baseada no limiar de lactato (teste em MT), porém não informam os percentuais relativos e a progressão. Após o treinamento, houve incrementos no consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2pico}$ ) e no limiar de lactato (12 e 20%, respectivamente), na força de diversos grupos musculares (4 a 40%), na flexibilidade (11%), na altura do salto vertical (9%) e na agilidade (22%). Também se observou uma redução no somatório de dobras cutâneas (-8%) e no colesterol total (-11%). Tendo em vista tais resultados, os autores concluem que o treinamento na hidroginástica é efetivo e seguro para a população idosa.

Boccalini et al. (2008) avaliaram o efeito do treinamento de 12 semanas na hidroginástica (combinado) e na caminhada em MT sobre a aptidão física de mulheres idosas. O treinamento em MA foi executado três vezes por semana (60min) e as sessões foram compostas por aquecimento (10min), exercícios aeróbicos e de força (45min) e alongamento (5min). Foram realizadas entre 10 e 15 repetições de cada exercício da parte principal, sempre na intensidade de 70% da frequência cardíaca máxima ( $FC_{máx}$ ) predita pela idade ( $220 - idade$ ). O grupo de caminhada em MT realizou cinco sessões por semana (60min), conforme proposto pelo *American College of Sports Medicine*, com a mesma intensidade do treinamento em MA. Foi realizada a bateria de testes de Rikli & Jones (1999) para avaliar os efeitos do treinamento. O grupo que treinou em MA apresentou melhoras nas variáveis “flexão de cotovelo” (47%), “levantar e sentar” (54%), 8-Foot (-34,5%), “sentar e alcançar” (50%), “alcançar atrás das costas” (-40%), frequência cardíaca de repouso (10%) e consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) estimado (42%). O treinamento em MT apresentou diferença significativamente apenas no “sentar e

alcançar”, “levantar e sentar”, 8-Foot e  $VO_{2m\acute{a}x}$  estimado. Houve diferença significativa entre os meios nas variáveis “sentar e alcançar” e  $VO_{2m\acute{a}x}$  estimado, com melhores resultados para o grupo que treinou em MA. Assim, os autores concluem que ambos os programas de treinamento foram capazes de melhorar a aptidão física de idosas, porém, o treinamento em MA foi mais efetivo sobre a maioria dos parâmetros investigados.

Bocalini et al. (2010) avaliaram 12 semanas de treinamento combinado na hidroginástica com o objetivo de incrementar a função física de modo geral e a qualidade de vida. As sessões (3x1 h/sem) eram compostas por 45 min de parte principal, contendo exercícios aeróbicos (corridas, movimentos de braços e pernas) e de força (membros superiores e inferiores) com utilização de equipamentos. As características do treinamento foram as mesmas utilizadas em seu estudo prévio (BOCALINI et al., 2008). O teste utilizado para avaliar o equilíbrio estático foi o tempo de apoio UNI, cronometrando-se o tempo que o indivíduo conseguia manter a posição sem desequilibrar-se (máximo 30 s). Após o treinamento, foram observadas melhorias no equilíbrio estático (57,5%), no teste “flexão de cotovelo” (39%), “levantar e sentar” (41%), 8-foot (-36,6%), “sentar e alcançar” (46,5%), tempo de 800m de caminhada (-42,8%), na qualidade de vida e no  $VO_{2m\acute{a}x}$  ( $\approx 30\%$ ). Além disso, os autores verificaram que após quatro semanas de destreinamento houve uma piora no equilíbrio e nos testes funcionais, retornando aos valores iniciais na sexta semana após interromper o treinamento. O mesmo foi observado com a qualidade de vida. As variáveis de capacidade aeróbica diminuíram progressivamente após quatro e seis semanas de destreinamento, mas não retornaram aos valores iniciais. Os autores concluíram que o treinamento na hidroginástica pode incrementar a capacidade aeróbica e neuromuscular de idosos, assim como uma melhora na qualidade de vida. Em contrapartida, a regularidade do exercício é fundamental, visto que em curto período de destreinamento os parâmetros neuromusculares e de qualidade de vida retornam aos níveis iniciais.

Utilizando a mesma metodologia de treinamento proposta por Bocalini et al. (2008, 2010), Rica et al. (2012) avaliaram os efeitos da hidroginástica sobre parâmetros antropométricos, funcionais e de qualidade de vida de mulheres idosas obesas. Após 12 semanas, verificaram-se incrementos significativos nos testes “flexão de cotovelo” (52%), “levantar e sentar” (45%), tempo de 800m de caminhada

(-37,5%) e em diversos parâmetros da qualidade de vida. No entanto, não houve diferença significativa nas variáveis antropométricas avaliadas. Dessa forma, os autores concluíram que o treinamento combinado na hidroginástica não foi efetivo na redução de medidas antropométricas em mulheres idosas obesas, mas foi capaz de melhorar a capacidade aeróbica, a força muscular e a qualidade de vida.

Tsourlou et al. (2006) analisaram os efeitos de 24 semanas de treinamento combinado em MA sobre a força muscular, e secundariamente sobre a flexibilidade e mobilidade funcional de mulheres idosas. O treinamento foi realizado três vezes por semana, sendo cada sessão composta por aquecimento (10min), treinamento aeróbico (20-25min), treinamento de força (20-25min) e volta à calma (5min). No treinamento de força, a intensidade variou progressivamente (60 a 120bpm), sendo controlada através de cadência musical. Dessa forma, não foi considerada a individualidade biológica de cada sujeito, pois todos realizavam os exercícios na mesma velocidade. Os exercícios foram executados com equipamentos específicos, e o número de repetições ficou fixo entre 12 e 15, com duas a três séries. Na parte aeróbica, a intensidade foi prescrita através de percentuais da frequência cardíaca máxima ( $FC_{máx}$ ) obtida em um teste progressivo em MT e variou de 65 a 80% da  $FC_{máx}$ . Foram observadas melhoras significativas na força dinâmica e isométrica dos extensores e flexores de joelho, na força de preensão manual e de membros superiores, na altura do salto agachado, no teste de sentar e alcançar e no TUG. Os autores concluem que o treinamento combinado na hidroginástica pode incrementar a força muscular de membros superiores e inferiores, assim como o desempenho funcional de idosos.

Em recente estudo, Bento et al. (2012) mensuraram os efeitos do treinamento combinado na hidroginástica sobre a força muscular e a funcionalidade de sujeitos idosos. Durante 12 semanas, os indivíduos realizaram três sessões semanais (60min) divididas em aquecimento (10min), exercícios aeróbicos (20min), exercícios de força específicos de membros inferiores (20min) e volta à calma (10min). Na parte aeróbica, composta por exercícios específicos da hidroginástica, a intensidade foi controlada através do IEP (12-16 da Escala de Borg) e da FC (40 a 60% da FC de reserva). Os exercícios de força envolveram os grupos musculares flexores e extensores do quadril e do joelho, e flexores plantares e dorsais do tornozelo, com séries de 40 s e intervalos de 20 s. Além disso, nas quatro semanas iniciais a

intensidade foi mantida no IEP 12, aumentando para o IEP 12-14 nas semanas 5 a 8, atindo a máxima velocidade de execução nas últimas quatro semanas (IEP 14-16). Seus resultados apontaram um aumento significativo no pico de torque isométrico dos flexores (18%) e extensores do quadril (40%) e dos flexores plantares do tornozelo (42%), na taxa de desenvolvimento de torque dos extensores do quadril (10%), extensores do joelho (11%) e flexores plantares (27%). Observaram também melhoras nos testes funcionais “sentar e alcançar”, 8-Foot (-7,58%) e “caminhada de seis minutos” (4,21%). Dessa forma, concluíram que o treinamento proposto foi efetivo para melhoras na força muscular e na funcionalidade de idosos.

Com um enfoque diferenciado dos estudos citados anteriormente, Pinto (2013), em seu estudo II, investigou os efeitos da manipulação da ordem dos exercícios de força e aeróbico após um treinamento concorrente na hidroginástica realizado por mulheres pós-menopáusicas. Os sujeitos foram divididos em dois grupos de treinamento: força-aeróbico e aeróbico-força, ambos com 12 semanas de duração e duas sessões semanais. O treinamento de força foi periodizado em três mesociclos através do tempo de série (3x 20s; 4x 15s; 2x 3x 10s), sempre em máxima velocidade de execução. O volume do treinamento aeróbico aumentou a cada mesociclo (18 / 27 / 36min) e a intensidade foi mantida sempre em 100% da frequência cardíaca no segundo limiar ventilatório ( $FC_{LV2}$ ). Seus principais resultados, em relação ao grupo de mulheres pós-menopáusicas, indicaram um aumento no pico de torque isométrico dos extensores e flexores de joelho, na ativação eletromiográfica (EMG) máxima dos músculos reto femoral (RF) e vasto lateral (VL), no 1RM dos extensores de joelho e dos flexores e extensores de cotovelo, na espessura muscular dos músculos avaliados e no consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório ( $VO_{2LV2}$ ). Houve diferença significativa entre as ordens somente no 1RM dos extensores de joelho (força-aeróbico: 34,6% vs aeróbico-força: 14,16%). A autora atribuiu essa menor adaptação do grupo aeróbico-força à fadiga residual dos exercícios aeróbicos.

Kanitz (2013) comparou os efeitos de dois métodos de treinamento (combinado e aeróbico) na modalidade corrida em piscina funda. A amostra, composta por homens idosos, foi dividida em dois grupos: treinamento combinado (força-aeróbico) e treinamento aeróbico. No treinamento combinado, os exercícios de força foram flexão e extensão de joelho e adução e abdução de quadril, sempre realizados em

máxima velocidade de execução e periodizados por tempo de série (2x 20s; 3x 20s; 4x 15s). Além disso, ambos os grupos realizaram quatro semanas de familiarização, com duas sessões semanais, e posteriormente 12 semanas de treinamento, com três sessões semanais. A duração do treinamento aeróbico foi de 30 min e teve a intensidade controlada através da  $FC_{LV2}$  (85-90 / 90-95 / 95-100% da  $FC_{LV2}$ ), cabe salientar que, diferentemente de Pinto (2013), o treinamento foi intervalado, com 4 min de estímulo e 1 min de recuperação. Após o treinamento, houve uma redução significativa na FC de repouso (aeróbico: -9%; combinado: -4%), aumento no  $VO_{2pico}$  (aeróbico: 41%; combinado: 17%), no  $VO_{2LV2}$  (aeróbico: 35%; combinado: 7%) e no consumo de oxigênio no primeiro limiar ventilatório ( $VO_{2LV1}$ ; aeróbico: 33%; combinado: 18%). Também foram observados aumentos significativos no 1RM (aeróbico: 10%; combinado: 6%) e na força isométrica máxima de extensores de joelho (aeróbico: 17%; combinado: 1%), na resistência muscular de flexores (aeróbico e combinado: 18%) e extensores de joelho (aeróbico: 8%; combinado: 18%) e na ativação EMG máxima do semitendinoso (ST), RF e VL (10 a 43%). Encontrou-se diferença significativa entre os grupos apenas no  $VO_{2LV2}$ , com maiores incrementos no grupo aeróbico. Por fim, verificou-se uma melhora significativa no equilíbrio estático após quatro semanas de familiarização (33 a 53%), sem diferença entre os grupos, e uma manutenção após 12 semanas de treinamento. Dessa forma, concluiu-se que os dois modelos de treinamento foram eficientes para gerar incrementos em parâmetros neuromusculares e cardiorrespiratórios de homens idosos, no entanto, não foram específicos para melhoras no equilíbrio. Em contrapartida, o curto período de familiarização foi capaz de gerar melhoras significativas no equilíbrio estático de idosos.

Com o objetivo de investigar as respostas do treinamento aeróbico na corrida em piscina funda em mulheres idosas saudáveis, Broman et al. (2006) realizaram um programa intervalado de alta intensidade com 8 semanas de duração, executado duas vezes por semana. A intensidade das sessões variou entre 75 e 85% da  $FC_{máx}$  (teste em MT), sem alterações na intensidade ao longo das oito semanas de treinamento. As sessões tiveram duração média de 45min, sendo que a parte principal foi dividida em 3 blocos de 10min realizados de forma intervalada. A amostra foi dividida em grupo treinamento e grupo controle. Os resultados demonstraram uma redução significativa da FC de repouso (8%) e submáxima (3%),

assim como um aumento significativo no  $VO_{2m\acute{a}x}$  (10%), na ventilação máxima (14%) e na carga máxima em cicloergômetro. No entanto, não foram observadas alterações na massa corporal, pressão arterial sistólica e diastólica. Assim, os autores concluem que o treinamento aeróbico de alta intensidade na corrida em piscina funda pode incrementar a potência aeróbica máxima e submáxima, assim como a ventilação máxima de mulheres idosas saudáveis. Além disso, indicam que esses efeitos foram semelhantes àqueles obtidos em programas de treinamento realizados em MT.

Simões et al. (2007) avaliaram os efeitos do treinamento aeróbico na hidroginástica sobre a capacidade aeróbica e variáveis hemodinâmicas de mulheres de meia idade com hipertensão controlada por medicamentos. O treinamento foi realizado durante oito semanas, duas vezes por semana. Cada sessão teve duração entre 45 e 50min, e a intensidade do treinamento foi auto selecionada por cada sujeito. Os autores não especificam os exercícios utilizados na parte principal, mas cita que focavam nos principais grupos musculares e eram realizados com muitas repetições e pequenos intervalos. Seus resultados demonstraram um aumento significativo do  $VO_{2m\acute{a}x}$  (15,73%) e uma redução significativa da FC e pressão arterial diastólica após o esforço. Dessa forma, concluiu-se que o treinamento aeróbico na hidroginástica foi efetivo para melhora na capacidade cardiorrespiratória, demonstrada pelo aumento do  $VO_{2m\acute{a}x}$  (mensurado através de um teste indireto). Além disso, a redução da FC e da pressão arterial diastólica após o esforço sugere um importante efeito do treinamento sobre a função cardíaca, demonstrando uma menor sobrecarga cardiovascular para uma mesma intensidade de exercício.

Ao observar os estudos com treinamento aeróbico ou combinado em MA, verificou-se que poucos realizam uma prescrição adequada, com base em parâmetros fisiológicos como a FC (TAKESHIMA et al., 2002; TSOURLOU et al., 2006; BROMAN et al., 2006; BOCCALINI et al., 2008, 2010; KANITZ, 2013; PINTO, 2013). Dentre esses, alguns utilizam percentuais da  $FC_{m\acute{a}x}$  atingida em testes realizados em MT (TAKESHIMA et al., 2002; TSOURLOU et al., 2006; BROMAN et al., 2006) ou percentuais da  $FC_{m\acute{a}x}$  estimada (BOCCALINI et al., 2008, 2010). No entanto, se sabe que com a imersão ocorre uma redução da FC em repouso (KRUEL et al., 2013a), a qual também é observada durante exercícios máximos e submáximos (ALBERTON et al., 2014). Dessa forma, ao prescrever a intensidade do

exercício em MA baseada em percentuais da  $FC_{m\acute{a}x}$  atingida em testes executados no MT, ocorre uma superestimação da mesma. Em recente estudo, Alberton et al. (2014) observaram diferença significativa entre a  $FC_{m\acute{a}x}$  atingida no teste máximo em esteira no MT e em testes máximos em MA (corrida estacionária, chute e deslize frontal), com maiores valores para MT, e sem diferença entre os testes em MA. Esses dados demonstram que a prescrição do treinamento em MA por FC deve ser feita através de testes específicos em MA, conforme já realizado em estudos recentes (KANITZ, 2013; PINTO, 2013).

No quadro 1 estão descritas as características e os principais resultados dos estudos abordados na presente revisão de literatura.

Quadro 1. Efeitos do treinamento em meio aquático sobre o equilíbrio, a força muscular, a capacidade cardiorrespiratória e a funcionalidade de indivíduos idosos e/ou de meia idade.

ESTUDO	AMOSTRA	MÉTODO DE TREINAMENTO	PRINCIPAIS RESULTADOS
Lord et al. (1993)	Idosos ( $69,7 \pm 8,6$ anos), com grupo controle, ♀ e ♂	Hidroginástica (exercícios de equilíbrio, coordenação, de força de membros superiores e inferiores). Duração de nove semanas ( $1 \times 1h/sem$ ), sem controle da intensidade.	Avaliação com <i>Swaymeter</i> : ↓ do deslocamento total do centro de massa na avaliação em solo nas condições $Bl_{OA}$ (-16,5%) e $Bl_{OF}$ (-25,8%) e em superfície instável na situação $Bl_{OA}$ (-23,8%). ↑ na força isométrica máxima de extensores do joelho (12,9%).
Simmons & Hansen (1996)	Idosos ( $80 \pm 5,8$ anos), com grupo controle, ♀ e ♂	MA (hidroginástica) vs MT. Exercícios diversificados, cinco semanas de duração ( $2 \times 45min/sem$ ), sem controle da intensidade.	MA: ↑ da distância no FR em todas as semanas, atingindo 57,4%. MT: ↑ somente após a primeira semana (5,3%).
Josephson et al. (2001)	Idosos ativos e sedentários ( $80,8 \pm 6,8$ anos), ♀ e ♂	Praticantes de hidroginástica (mínimo 12 meses) vs sedentários. Sessões de 1h realizadas $1x/sem$ , com exercícios de equilíbrio, alongamentos, exercícios de força e aeróbicos. Intensidade não informada.	Diferenças entre os grupos nos testes FR, <i>Step Test</i> , TUG e flexibilidade de tornozelo, com melhores resultados no grupo de praticantes.
Teixeira et al. (2008)	Idosos ativos e sedentários ( $63,26 \pm 9,63$ anos), ♀	Quatro grupos: 1) sedentárias 2) praticantes de hidroginástica 3) praticantes de ginástica 4) praticante de ambas as modalidades. Os praticantes deveriam ter no mínimo cinco anos consecutivos de prática. Os autores não descrevem os métodos de treinamento.	Comparação entre os grupos: Amplitude do deslocamento COPml: $2 > 3$ ( $Bl_{OA}$ e $Bl_{OF}$ ) $2 > 4$ ( $Bl_{OA}$ e $Bl_{OF}$ ) $1 > 3$ ( $Bl_{OA}$ ) $1 > 4$ ( $Bl_{OA}$ ) Deslocamento médio COPml: $2 > 3$ ( $Bl_{OA}$ e $Bl_{OF}$ ) $1 > 3$ ( $Bl_{OA}$ ) Não foram detectadas diferenças entre os grupos nas variáveis do COPap.

Morales (2013)	Indivíduos idosos e de meia idade, ativos e sedentários (65,60 ± 8,24 anos; 60,66 ± 9,91 anos) ♀ e ♂	Praticantes de modalidades aquáticas vs Sedentários. Praticantes: treinamento de hidroginástica ou corrida em piscina funda, 2x/sem (45min), mínimos três meses de prática.	Grupo praticantes: ↓ oscilação postural (mensurada com acelerometria) nos apoios BI <sub>OF</sub> , BI <sub>OA</sub> , UNI <sub>OF</sub> e UNI ↓ tempo de execução da Marcha Tandem. Sem diferença entre os grupos no tempo de apoio UNI e no tempo de execução do 8-Foot.
Alves et al. (2004)	Idosas (78 ± 3), com grupo controle, ♀	Treinamento combinado na hidroginástica (força e aeróbico), 12 semanas (2x45min/sem), sem controle da intensidade.	Melhora em todos os testes da bateria de Rikli & Jones (1999): Levantar e sentar: 71,26% Flexão de cotovelo: 77% 8-Foot: -20,54% Sentar e alcançar: -192,85% Alcançar atrás das costas: -90,09% Caminhada de seis minutos: 22,2%
Devereaux et al. (2005)	Idosos (73,3 ± 3,9), com grupo controle, osteopenia ou osteoporose, ♀	Hidroginástica, com exercícios diversificados (equilíbrio, aeróbico, força), Duração de 10 semanas (2x1h/sem), sem controle da intensidade.	Melhora no <i>Step Test</i> : Perna direita: 20% Perna esquerda: 18,79% Qualidade de vida ( <i>Short Form 36</i> ): Função física, vitalidade, função social e saúde mental.
Lord et al. (2006)	Idosos (71,8 ± 8,8 anos), com grupo controle, ♀ e ♂	Hidroginástica, mesma metodologia de treinamento utilizada no estudo anterior (LORD et al., 1993). Duração de 20 semanas (1x1h/sem).	Avaliação com <i>Swaymeter</i> : ↑ na amplitude máxima ântero-posterior (10,69%) e ↓ na estabilidade coordenativa (-15,38%). ↑ na flexibilidade de ombro (2,45%).
Kaneda et al. (2008)	Idosos (60,7 ± 4,1 anos), sem grupo controle, ♀ e ♂	Hidroginástica vs corrida em piscina funda, 12 semanas (2x1h20min/sem). Intensidade auto selecionada e mensurada ao término de cada sessão através da Escala de Borg: Hidroginástica (IEP 11,5 ± 1,4) e Corrida em piscina funda (IEP 11,5 ± 1,0)	Hidroginástica: ↓ na área de oscilação postural (-24,1%) e no tempo de reação (-7,53%). Corrida em piscina funda: ↓ na distância da oscilação postural (-8,4%), no tempo de execução da Marcha Tandem (-14%) e no tempo de reação (-9,66%). Sem diferença entre os grupos.
Katsura et al. (2009)	Idosos (68,5 ± 4,2 e 70,7 ± 5,1 anos), sem grupo controle, ♀ e ♂	Treinamento com equipamento (COM) vs sem equipamento (SEM) em piscina rasa. Exercícios baseados na caminhada aquática (força e aeróbico), 8 semanas (3x90min/sem), IEP 13 da Escala de Borg.	Melhora em ambos os grupos: Sentar e alcançar: 12,18% (COM) e 18,64% (SEM). Força máxima de flexores plantares: 35,60% (COM) e 19,05% (SEM). TUG: -11,86% (COM) e -6,89% (SEM). Somente no grupo COM: Teste de 5m de caminhada em velocidade máxima (-15,78%). Escala de sintomas ( <i>Profile of Mood States</i> ): Estado de fadiga. Não houve melhora no deslocamento do COG nas condições BI <sub>OA</sub> e BI <sub>OF</sub> .

Lee et al. (2010)	Idosos e indivíduos de meia idade (MA: 62,06 ± 13,36 anos; MT: 61,41 ± 8,44 anos) com AVC, sem grupo controle, ♀ e ♂	MA (hidroginástica) vs MT: Exercícios de equilíbrio, força, coordenação, aeróbicos, dupla tarefa, mobilidade. Duração de 12 semanas (3x50min/sem), Intensidade entre o IEP 11 e 13 da Escala de Borg.	MA - Equilíbrio estático: ↓ da velocidade média do COPml (-27,4%) e COPap (-32,9%) no apoio BI <sub>OA</sub> e da velocidade média do COPml (-29,7%) e COPap (-34,6%) no apoio BI <sub>OF</sub> . MA – Equilíbrio dinâmico: ↓ no tempo de execução (-37%) e no deslocamento do COP (-26,34%) para percorrer uma trajetória específica. MT: ↓ em todas as variáveis, exceto velocidade média do COPap no BI <sub>OF</sub> . Não houve diferença entre os grupos.
Avelar et al. (2010)	Idosos (MA: 69 ± 5,6; MT: 68 ± 5,7 anos), com grupo controle, ♀ e ♂	MA (hidroginástica) vs MT, 6 semanas (2x40min/sem). Exercícios resistidos de membros inferiores, realizados em baixa velocidade.	MA e MT: melhora nas avaliações EEB e DGI, sem diferença entre os grupos. Não houve melhora na Marcha Tandem e na velocidade da marcha (10m).
Park & Roh (2011)	Idosos e sujeitos de meia idade (54,56 ± 8,27 anos) com AVC, sem grupo controle, ♀ e ♂	MA (hidroginástica) vs MT: Treinamento de seis semanas (6x35min/sem) com enfoque no equilíbrio. Intensidade auto selecionada.	MA: ↓ da velocidade média do COPml (-36,95%) e COPap (-33,7%) no apoio BI <sub>OA</sub> e da velocidade média do COPml (-31,2%) e COPap (-21,37%) no apoio BI <sub>OF</sub> . MT: ↓ apenas nos testes em apoio BI <sub>OA</sub> . Melhores resultados obtidos pelo treinamento em MA.
Abbasi et al. (2011)	Idosos (71 ± 7,4; 70 ± 8,5 e 69 ± 9,5 anos), com grupo controle, ♂	Treinamento de equilíbrio na hidroginástica vs Treinamento em plataforma vibratória vs Treinamento Combinado (ambos). Duração de oito semanas (3x1h/sem).	Treinamento de equilíbrio na hidroginástica: ↓ no tempo do TUG (-14,34%) e do 5-Chair Stand (-10%). Os demais grupos também apresentaram melhoras nessas variáveis, sem diferença entre os mesmos.
Elbar et al. (2012)	Idosos (69,6 ± 4,8), com período controle, ♀ e ♂	Treinamento de equilíbrio na hidroginástica, baseado no estudo de Melzer et al. (2008). Duração de 12 semanas (2x40min/sem).	Equilíbrio estático: ↓ da amplitude máxima do COPml em BI <sub>OF</sub> (-14,9%) e BI <sub>OA</sub> (-9,8%), e do COPap em BI <sub>OF</sub> (-9,2%) e BI <sub>OA</sub> (-7%). ↓ da área de oscilação em BI <sub>OF</sub> (-20%) e BI <sub>OA</sub> (-7%). Melhora em todos os parâmetros da análise da marcha, exceto na fase preparatória. Sem diferença na pontuação da EEB.
Kruehl et al. (2005)	Praticantes de hidroginástica (38 a 67 anos), ♀	Treinamento de força na hidroginástica: com equipamento (COM) vs sem equipamento (SEM). 3x15rep/4x12rep/5x10rep Máxima velocidade de execução. Duração de 11 semanas (2x/sem).	Avaliação através do teste de 1RM Grupo COM: ↑ adutores de quadril (10,73%), flexores de cotovelo (14,21%) e extensores de cotovelo (20,71%). Grupo SEM: ↑ adutores de quadril (12,37%), flexores de cotovelo (12,16%) e extensores de cotovelo (28,76%).

Ambrosini et al. (2010)	Sujeitos de meia idade (50,4 ± 14,15 anos), ♀	Treinamento de força na hidroginástica: com equipamento (COM) vs sem equipamento (SEM). 2x30s/3x20s/4x15s/2x3x10s IEP 12-15 da escala de Borg na primeira fase e IEP 16-19 nas demais fases.	Avaliação através do teste de 1RM Grupo COM: ↑ flexores horizontais de ombros (18,49%), extensores horizontais de ombros (9,82%) e extensores de quadril (34,29%). Grupo SEM: ↑ flexores horizontais de ombros (17,10%), extensores horizontais de ombros (22,91%) e extensores de quadril (41,60%).
Cardoso et al. (2004)	Indivíduos ativos (35 a 75 anos), ♀	Treinamento de força em piscina funda. Com e sem ênfase na força e com e sem equipamento. Duração de 12 semanas (2x/sem).	↑ no 1RM dos flexores e extensores de ombro (9-20%) independente da ênfase e da utilização de equipamento. ↑ no 1RM dos adutores de quadril (9-17%) somente nos grupos que treinaram com ênfase, independente da utilização de equipamento.
Graef et al. (2010)	Idosos (60 a 74 anos), com grupo controle, ♀	Treinamento de força na hidroginástica: com vs sem controle da resistência. 4x15 rep/4x12rep/5x10rep/5x8rep Flexão e extensão horizontal dos ombros em máxima velocidade, com uso de equipamento resistivo. Duração de 12 semanas (2x/sem).	↑ no 1RM dos flexores horizontais de ombro apenas no grupo de treinamento com controle da resistência (10,89%).
Takeshima et al. (2002)	Idosos (69,3 ± 4,5 anos), com grupo controle, ♀	Treinamento combinado na hidroginástica. Exercícios aeróbicos (caminhada e dança): intensidade na FC do limiar de lactato. Exercícios de força: 1x 10-15rep em máxima velocidade. 12 semanas de duração (3x1h10min/sem).	↑ VO <sub>2pico</sub> (12%) ↑ VO <sub>2</sub> no limiar de lactato (20%) ↑ na força muscular de diversos grupos musculares avaliados em membros inferiores (8,4 a 40%) e superiores (4,3 a 15,4%) ↑ altura do salto vertical (9%) e da agilidade ( <i>side-stepping test</i> ) (21,9%).
Boccalini et al. (2008)	Idosos (62 a 65 anos), ♀	Treinamento combinado na hidroginástica vs caminhada em MT. MA: 3x/sem (60min) MT: 5x/sem (60min) Ambos: Intensidade a 70% da FC <sub>máx</sub> predita pela idade (220-idade). 12 semanas de duração.	Treinamento em MA: ↑ “flexão de cotovelo” (47%), “levantar e sentar” (54%), “sentar e alcançar” (50%), ↓ 8-Foot (-34,5%), “alcançar atrás das costas” (-40%), FC de repouso (10%) e ↑ VO <sub>2máx</sub> estimado (42%). Treinamento em MT: ↑ “sentar e alcançar”, “levantar e sentar”, VO <sub>2máx</sub> estimado e ↓ 8-Foot. Diferença significativa entre os meios nas variáveis “sentar e alcançar” e VO <sub>2máx</sub> estimado, com melhores resultados para o grupo que treinou em MA.

Bocalini et al. (2010)	Idosos (idade > 62 anos), com grupo controle, ♀	Treinamento combinado na hidroginástica, conforme proposto no estudo prévio (BOCALINI et al., 2008).	↑ equilíbrio estático (57,5%), “flexão de cotovelo” (39%), “levantar e sentar” (41%), “sentar e alcançar” (46,5%), $VO_{2máx}$ ( $\approx 30\%$ ), ↓ 8-foot (-36,6%), tempo de 800m de caminhada (-42,8%) e melhora na qualidade de vida.
Rica et al. (2012)	Idosos obesos ( $69 \pm 6$ anos), com grupo controle, ♀	Treinamento combinado na hidroginástica com a mesma metodologia de estudos anteriores (BOCALINI et al., 2008, 2010).	↑ “flexão de cotovelo” (52%), “levantar e sentar” (45%), ↓ no tempo de 800m de caminhada (-37,5%) e melhora na qualidade de vida.
Bento et al. (2012)	Idosos ( $65,6 \pm 4,2$ anos), com grupo controle, ♀ e ♂	Treinamento combinado na hidroginástica. Parte aeróbica (20min): intensidade entre IEP 12 e 16 da Escala de Borg e entre 40 a 60% da FC de reserva. Parte de força (20min): exercícios de membros inferiores, séries de 40s com 20s de intervalo, intensidade entre IEP 12 e 16 da Escala de Borg (utilização de equipamentos resistivos da 5ª a 8ª semana). Duração: 12 semanas (3x60min/sem).	Grupo treinamento: ↑ pico de torque isométrico dos flexores (18%) e extensores do quadril (40%) e dos flexores plantares do tornozelo (42%), na taxa de desenvolvimento de torque dos extensores do quadril (10%), extensores do joelho (11%) e flexores plantares do tornozelo (27%). Melhora nos testes funcionais “sentar e alcançar”, 8-Foot (7,58%) e “caminhada de seis minutos” (4,21%). Grupo controle: não apresentou alterações significativas após a intervenção.
Tsourlou et al. (2006)	Idosas ( $69,3 \pm 1,9$ anos), com grupo controle, ♀	Treinamento combinado em hidroginástica. Exercícios de força realizados em cadência musical (60 a 120bpm) e aeróbicos em % $FC_{máx}$ (65 a 80% da $FC_{máx}$ ). Duração de 24 semanas (3x1h/sem).	↓ no tempo do TUG (-19,8%), ↑ no pico de torque isométrico dos extensores (10,5%) e flexores de joelho (13,4%), na força de preensão manual (13%), na força dinâmica máxima (3RM) nos exercícios supino (25,7%), extensão de joelhos (29,4%) e <i>leg press</i> (29,5%), na altura do salto agachado (24,6%) e no “sentar e alcançar” (11,6%).
Pinto (2013), Estudo II	Mulheres pós-menopáusicas (FA: $57,20 \pm 2,53$ anos; AF: $57,09 \pm 2,47$ anos)	Treinamento concorrente na hidroginástica realizado nas ordens força-aeróbico (FA) e aeróbico-força (AF). Aeróbico: contínuo, 100% da $FC_{LV2}$ com ↑ volume (18min/ 27min /36min). Força: Máxima velocidade (3x20s/ 4x15s/ 2x3x10s). Duração de 12 semanas (2x/sem).	Pós-menopáusicas: ↑ 1RM dos extensores de joelho (FA:34,62%; AF: 14,16%), flexores de cotovelo (FA:11,91%; AF:7,21%) e extensores de cotovelo (FA:23,81%; AF:14,67%). ↑ pico de torque isométrico dos extensores de joelho (FA:7,53%; AF: 6,30%) e flexores de joelho (FA:11,33%; AF: 10,84%). ↑ ativação EMG do RF e VL, da taxa de produção de força dos extensores de joelho e da espessura muscular do BB, BR, VL, VI e RF. ↑ $VO_{2LV2}$ (FA: 7,46%; AF: 11,20%). Diferença significativa entre as ordens apenas no 1RM dos extensores de joelho.

<p>Kanitz (2013)</p>	<p>Idosos sedentários (66 ± 4anos; 64 ± 4 anos), ♂</p>	<p>Treinamento em piscina funda (combinado vs aeróbico). Aeróbico: 30min intervalado (4min de estímulo e 1min de recuperação), intensidade (85-90 / 90-95 / 95-100% da FC<sub>LV2</sub>). Força: Máxima velocidade (2x20s/ 3x20s/ 4x15s).</p>	<p>Após quatro semanas de familiarização (ambos os grupos): ↓ na oscilação postural (mensurada com acelerometria) em apoio BI<sub>OF</sub> (-35%), BI<sub>OA</sub> (-33%), UNI<sub>OF</sub> (-53%) e UNI (-52%) Após treinamento (aeróbico vs combinado): ↓ na FC de repouso (-9 vs -4%), ↑ VO<sub>2pico</sub> (41 vs 17%), VO<sub>2LV1</sub> (33 vs 18%) e VO<sub>2LV2</sub> (35 vs 7%). ↑ 1RM de extensores de joelho (10 vs 6%), força isométrica máxima de extensores de joelho (17 vs 1%), ↑ na resistência muscular de flexores (18 vs 18%) e extensores de joelho (8 vs 18%) e na ativação EMG máxima dos músculos ST (43 vs 33%), RF (21 vs 10%) e VL (18 vs 27%). Manutenção das variáveis de equilíbrio. Diferença significativa entre os grupos apenas no VO<sub>2LV2</sub>, (maiores incrementos no grupo aeróbico).</p>
--------------------------	--------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

↑: aumento; ↓: diminuição; ♀: mulheres; ♂: homens; x/sem: vezes por semana; BI<sub>OA</sub> (bipodal com olhos abertos); BI<sub>OF</sub> (bipodal com olhos fechados); UNI: unipodal com olhos abertos; UNI<sub>OF</sub> (unipodal com olhos fechados); FR: *Functional Reach Test*; TUG: *Timed "Up & Go" Test*; 8-Foot: *8-Foot Up and Go Test*; COPap: centro de pressão na direção ântero-posterior; COPml: centro de pressão na direção médio-lateral; EEB: Escala de Equilíbrio de Berg; DGI: *Dinamic Gait Index*; rep: repetições; IEP: índice de esforço percebido; MA: meio aquático; MT: meio terrestre; VO<sub>2máx</sub>: consumo máximo de oxigênio; VO<sub>2pico</sub>: consumo de oxigênio de pico; VO<sub>2LV2</sub>: consumo máximo de oxigênio no segundo limiar ventilatório; VO<sub>2LV1</sub>: consumo máximo de oxigênio no primeiro limiar ventilatório; FC<sub>máx</sub>: frequência cardíaca máxima; 1RM: teste de uma repetição máxima; EMG: eletromiográfica; RF: reto femoral; VL: vasto lateral; ST: semitendinoso; BB: bíceps braquial; BR: braquial; VI: vasto intermédio.

### 3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

#### 3.1 AMOSTRA

A amostra do presente estudo foi composta por mulheres idosas saudáveis, com idade entre 60 e 75 anos, que possuísem os seguintes pré-requisitos: sedentárias há pelo menos seis meses; não fossem fumantes; não utilizassem medicamentos que afetam o equilíbrio, não apresentassem doenças que afetam o Sistema Nervoso Central e Periférico, desordens vestibulares (labirintite, vertigens) e visuais (glaucoma), doenças cardiovasculares (exceto hipertensão arterial controlada), disfunções musculoesqueléticas e ósteo-articulares e não possuísem próteses em membros inferiores. Essas informações foram obtidas através do auto-relato das participantes em uma ficha de anamnese (APÊNDICE D). Todas as mulheres selecionadas apresentaram um eletrocardiograma de esforço e liberação médica para poderem realizar as avaliações e ingressar no programa de treinamento.

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado através do programa GPower versão 3.1, no qual foram adotados um  $\alpha = 0,05$ , um poder de 95% e as variâncias do estudo de Pinto (2013), que avaliou variáveis semelhantes ao do presente estudo (APÊNDICE A). De acordo com esse cálculo, era necessário um  $n$  de 17 sujeitos em cada grupo, assim, optou-se por iniciar com no mínimo 20 sujeitos devido a possíveis perdas amostrais ao longo da intervenção.

A amostra foi selecionada de forma não aleatória, a partir da voluntariedade dos sujeitos. O projeto de pesquisa foi divulgado em três jornais de grande circulação e um do bairro local, em cartazes e através de *e-mail*. Entraram em contato por telefone e *e-mail* 156 indivíduos, dos quais 71 foram excluídos por não apresentarem os critérios de inclusão ou por não terem disponibilidade de tempo para participar do estudo (figura 1). Nesse contato inicial, foi marcada uma entrevista no Laboratório de Pesquisa do Exercício da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LAPEX-UFRGS) com 85 sujeitos, na qual receberam informações detalhadas sobre a pesquisa e preencheram a ficha de anamnese. Nessa etapa, seis indivíduos não compareceram e 13 sujeitos foram excluídos por diferentes motivos, conforme detalhado na figura 1. Dessa forma, 66 indivíduos foram selecionados e divididos

aleatoriamente em três grupos: Treinamento de equilíbrio (GE, n=22), treinamento de força (GF, n=22) e treinamento aeróbico (GA, n=22). Durante as avaliações iniciais, cinco sujeitos desistiram de participar do estudo, sendo dois do GE, um do GF e um do GA (figura 1).

Antes de realizar qualquer avaliação referente ao estudo, os sujeitos foram informados de todos os procedimentos metodológicos do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE E), o qual foi aprovado, juntamente com o projeto de pesquisa, pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (nº 295.091). A leitura e a assinatura do termo de consentimento foram realizadas individualmente e qualquer dúvida foi esclarecida pelo pesquisador responsável ou membros da equipe.

Durante as 12 semanas de treinamento, as perdas amostrais foram de três indivíduos no GE (um sujeito fraturou o pé - ocasião fora do estudo-, um por motivos profissionais e um foi excluído da análise por iniciar um tratamento com um medicamento que afeta o equilíbrio), sete no GF (dois por motivos pessoais, três por problemas de saúde, um por não se adaptar com o horário das sessões e um abandonou o estudo) e sete no GA (três por motivos pessoais, dois por problemas de saúde, um abandonou o estudo e um foi excluído da análise por iniciar um tratamento com um medicamento que afeta o equilíbrio). Todas as informações detalhadas sobre o fluxo dos participantes durante realização do presente estudo estão descritas na figura 1.

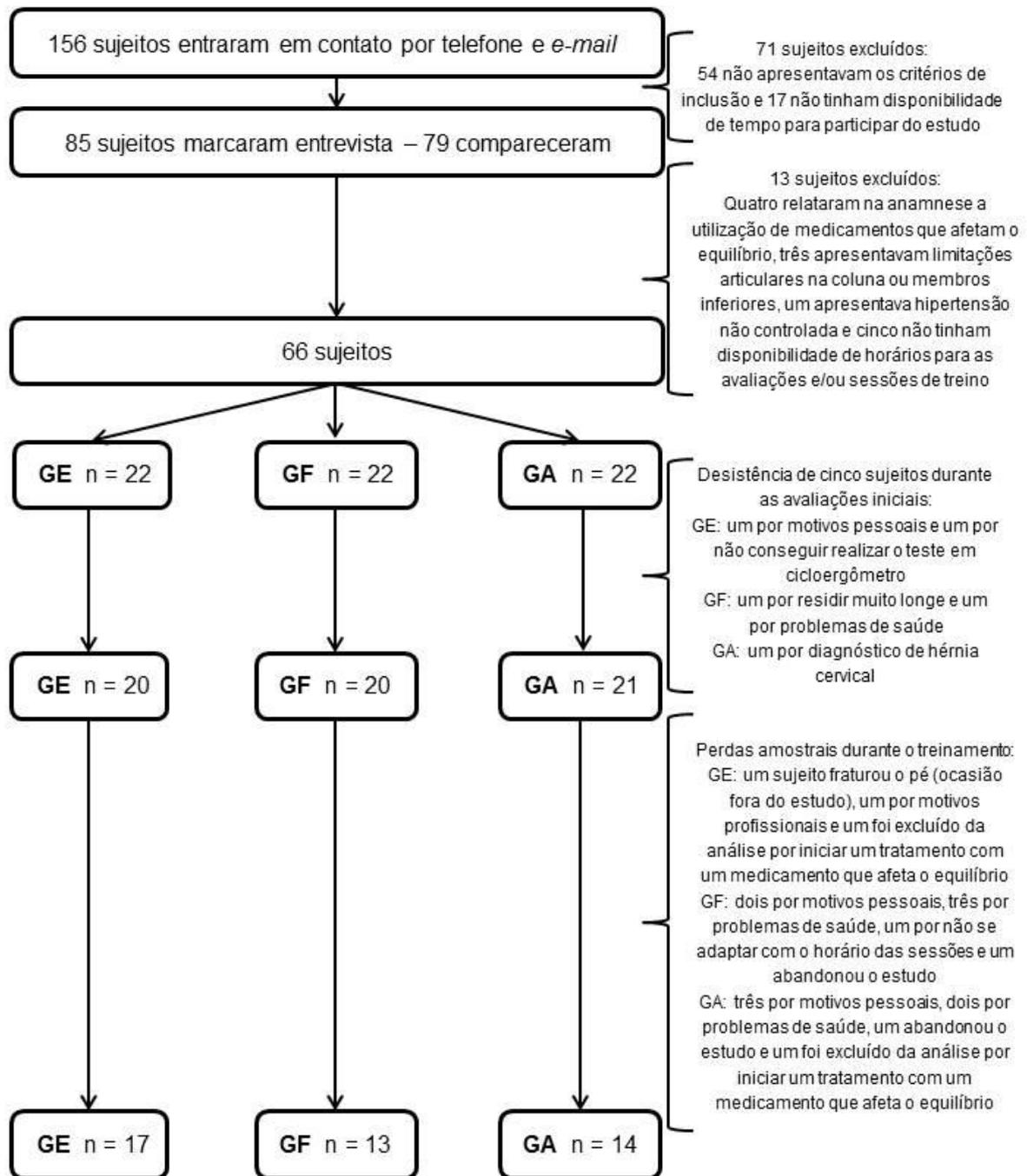


Figura 1: Fluxograma da amostra durante todo o período do estudo.

## 3.2 VARIÁVEIS

### 3.2.1 Variáveis Dependentes

- Amplitude máxima do deslocamento do centro de pressão plantar nas direções ântero-posterior (Amplitude Máxima do COPap) e médio-lateral (Amplitude Máxima do COPml) nas situações de apoio bipodal com olhos abertos (BI<sub>OA</sub>), bipodal com olhos fechados (BI<sub>OF</sub>) e unipodal com olhos abertos (UNI);
- Velocidade média do centro de pressão plantar nas direções ântero-posterior (Velocidade Média do COPap) e médio-lateral (Velocidade Média do COPml) nas situações de apoio bipodal com olhos abertos (BI<sub>OA</sub>), bipodal com olhos fechados (BI<sub>OF</sub>) e unipodal com olhos abertos (UNI);
- Velocidade média total do centro de pressão plantar (Velocidade Média Total do COP) nas situações de apoio bipodal com olhos abertos (BI<sub>OA</sub>), bipodal com olhos fechados (BI<sub>OF</sub>) e unipodal com olhos abertos (UNI);
- Tempo de execução da Marcha Tandem de 10 passos (Marcha Tandem);
- Amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico do músculo vasto lateral (EMG VL);
- Amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico do músculo reto femoral (EMG RF);
- Amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico do músculo bíceps femoral (EMG BF);
- Amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico do músculo semitendinoso (EMG ST);
- Força isométrica máxima dos extensores do joelho (CVM EXT);
- Força isométrica máxima dos flexores do joelho (CVM FLEX);
- Força dinâmica máxima dos extensores do joelho (1RM);
- Consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2\text{pico}}$ );
- Consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório ( $VO_{2LV2}$ );
- Frequência cardíaca no segundo limiar ventilatório ( $FC_{LV2}$ );
- Tempo de execução do *8-Foot Up and Go Test* (*8-Foot*);
- Número de repetições no teste “flexão de cotovelo”;

- Número de repetições no teste “levantar e sentar”;
- Distância entre as mãos no teste “alcançar atrás das costas”;
- Distância entre as mãos e o pé no teste “sentar e alcançar”
- Distância percorrida no teste “caminhada de seis minutos”.

### **3.2.2 Variáveis Independentes**

- Grupos:
  - ✓ Treinamento de equilíbrio na hidroginástica (GE);
  - ✓ Treinamento de força na hidroginástica (GF);
  - ✓ Treinamento aeróbico na hidroginástica (GA).

### **3.2.3 Variáveis Controle**

- Profundidade de Imersão:
  - ✓ Entre o processo xifóide e os ombros.
- Temperatura da água:
  - ✓ Mantida entre 30 e 32°C.

### **3.2.4 Variáveis de Caracterização da Amostra**

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

### 3.3 TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

Os três grupos realizaram o treinamento durante 12 semanas, com duas sessões semanais de 45min cada, no Centro Natatório da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EsEF-UFRGS). O mesmo professor ministrou os diferentes métodos de treinamento, os quais foram realizados em horários distintos, sendo o GE e o GA no turno da tarde e o GF no turno na manhã. As sessões de treino foram divididas em: Aquecimento e mobilidade articular, parte principal (equilíbrio, força ou aeróbico), alongamento e volta à calma. Os exercícios de aquecimento e alongamento foram padronizados e realizados da mesma forma para os três grupos, com duração de 5min cada.

Previamente ao treinamento, foi realizado um período controle de quatro semanas para verificar o comportamento das variáveis dependentes do presente estudo sem a prática do exercício físico. Para tanto, foram realizadas avaliações antes e após esse período (semana -4 a 0) com uma subamostra de 13 indivíduos. Essa etapa do estudo também foi utilizada para a familiarização dos sujeitos com o MA, realizando-se uma sessão semanal (45min), composta por aquecimento, exercícios específicos da hidroginástica, executados em baixa intensidade e com pequenas variações de movimento, e alongamento. Essa fase foi padronizada para não haver diferença entre os grupos.

Além disso, os indivíduos foram familiarizados com os protocolos e equipamentos de testes uma semana antes da primeira avaliação. Nesse período, os procedimentos do teste de força dinâmica máxima (1RM) foram realizados em duas sessões distintas. Já os protocolos das avaliações de equilíbrio, força isométrica máxima, cicloergômetro e funcionais foram realizados em uma única sessão.

Os protocolos de testes foram realizados com uma semana de diferença entre os grupos no pré-treinamento para garantir que todos os indivíduos fossem avaliados dentro da mesma semana. Todas as avaliações e etapas realizadas no presente estudo podem ser visualizadas no quadro 2.

Quadro 2: Cronograma de avaliações, período controle, pré e pós-treinamento.

Semana -4	Semana 0	Semana 1	Semana 12	Semana 13
1ª avaliação	2ª avaliação (pré-treinamento)	Treinamento		3ª avaliação (pós-treinamento)
Período Controle e familiarização com o MA				

### 3.3.1 Treinamento de equilíbrio na hidroginástica (GE)

A intensidade do treinamento de equilíbrio foi controlada através da Escala de Borg para esforço percebido (BORG, 1982), com a qual todos os sujeitos foram familiarizados no período controle. Durante as 12 semanas de treinamento, os indivíduos foram instruídos a realizar os exercícios no IEP 13, correspondente à âncora verbal “um pouco intenso”. A metodologia de progressão foi baseada no estudo de Melzer et al. (2008), que indica cinco níveis de exercícios desestabilizadores que envolvem: grandes amplitudes de movimento, com ou sem auxílio externo (equipamentos, barra); apoio unipodal; caminhadas com troca rápida de sentido e velocidade; utilização da turbulência e de equipamentos flutuantes; e estímulos vestibulares e visuais (olhos abertos/fechados). Esses autores descrevem que o nível de dificuldade está relacionado à modificação da base de suporte (BS) e do centro de massa, à utilização ou não de auxílio, à realização de tarefas múltiplas, etc.. A parte principal das sessões foi composta por uma sequência de 16 exercícios de membros inferiores e superiores, realizados durante 1min cada, a qual era repetida duas vezes. Ao final, realizava-se o exercício flexão e extensão de quadril (grupado) durante 3min, totalizando 35min de volume. A periodização e a descrição dos exercícios realizados nas sessões do treinamento de equilíbrio podem ser observadas no quadro 3.

Quadro 3: Periodização e descrição das sessões do treinamento de equilíbrio.

Mesociclo	Sessões de treinamento (exercícios)	Duração
I (semanas 1 a 4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deslocamento Frontal (braços auxiliando)</li> <li>- Corrida estacionária</li> <li>- Flexão/extensão horizontal de ombros, grande BS</li> <li>- Abdução de quadril (E) e flexão lateral da coluna (D) com mão (D) apoiada no halter flutuante</li> <li>- Abdução de quadril (D) e flexão lateral da coluna (E) com mão (E) apoiada no halter flutuante</li> <li>- Chute unilateral (D) com a mão (E) apoiada no halter flutuante</li> <li>- Chute unilateral (E) com a mão (D) apoiada no halter flutuante</li> <li>- Flexão e extensão de cotovelos, grande BS</li> <li>- Deslocamento lateral (D e E), braços auxiliando</li> <li>- Deslize frontal</li> <li>- Pêndulo lateral (pequena amplitude)</li> <li>- Abdução e adução dos ombros, grande BS</li> <li>- Hiperextensão de quadris alternado, mãos apoiadas na barra</li> <li>- Adução de quadril (D), mão apoiada na barra</li> <li>- Adução de quadril (E), mão apoiada na barra</li> <li>- Apoio unipodal de frente para barra, com apoio da mão se necessário (1min D, 1min E)</li> </ul>	2 x 1min
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexão e extensão de quadris (grupado), mãos apoiadas na barra</li> </ul>	3min
II (semanas 5 a 8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deslocamento frontal com aumento da velocidade no comando do professor – 10s</li> <li>- Flexão/extensão horizontal de ombros alternado, média BS</li> <li>- Abdução de quadril (E) e flexão lateral da coluna (D) amplo e sem auxílio</li> <li>- Abdução de quadril (D) e flexão lateral da coluna (E) amplo e sem auxílio</li> <li>- Chute unilateral frontal e lateral (D) com a mão (E) apoiada no halter flutuante</li> <li>- Chute unilateral frontal e lateral (E) com a mão (D) apoiada no halter flutuante</li> <li>- Flexão e extensão de cotovelos alternado, média BS</li> <li>- Deslocamento lateral (D e E) com aumento da velocidade no comando do professor – 10s</li> <li>- Pêndulo lateral (grande amplitude)</li> <li>- Abdução e adução dos ombros alternado, média BS</li> <li>- Hiperextensão de quadris alternado, mãos apoiadas no halter flutuante</li> <li>- Adução de quadril (D), mão apoiada no halter flutuante</li> <li>- Adução de quadril (E), mão apoiada no halter flutuante</li> <li>- Flexão e extensão de quadril e joelho com aquatubo sob o pé (D), mãos apoiadas na barra</li> <li>- Flexão e extensão de quadril e joelho com aquatubo sob o pé (E), mãos apoiadas na barra</li> <li>- Apoio unipodal sem auxílio (1min D, 1min E; 30° com olhos fechados)</li> </ul>	2 x 1min
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexão e extensão de quadris (grupado) sem auxílio</li> </ul>	3min
III (semanas 9 a 12)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deslocamento frontal e para trás em velocidade rápida (mudança de sentido no comando do professor – 10s)</li> <li>- Flexão/extensão horizontal de ombros alternado, pequena BS</li> <li>- Abdução de quadril e flexão lateral da coluna alternado (D e E) amplo e sem auxílio</li> <li>- Chute unilateral frontal, lateral e posterior (D) sem auxílio</li> <li>- Chute unilateral frontal, lateral e posterior (E) sem auxílio</li> <li>- Flexão e extensão de cotovelos alternado, pequena BS</li> <li>- Deslocamento lateral (D e E) em velocidade rápida (mudança de sentido no comando do professor – 10s)</li> <li>- Chute duplo</li> <li>- Abdução e adução dos ombros alternado, pequena BS</li> <li>- Hiperextensão de quadris alternado, sem auxílio</li> <li>- Adução de quadril (D) amplo, sem auxílio</li> <li>- Adução de quadril (E) amplo, sem auxílio</li> <li>- Flexão e extensão de quadril e joelho com aquatubo sob o pé (D), sem auxílio</li> <li>- Flexão e extensão de quadril e joelho com aquatubo sob o pé (E), sem auxílio</li> <li>- Flexão e extensão de quadris e joelhos com aquatubo sob os pés (D e E), com apoio na barra se necessário</li> <li>- Apoio unipodal, sem auxílio (1min D, 1min E; olhos fechados)</li> </ul>	2 x 1min
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexão e extensão de quadris (grupado) sem auxílio e com trocas de sentido</li> </ul>	3min

Para a realização dos exercícios de membros superiores, os sujeitos deveriam manter os pés posicionados lateralmente, com o intuito de gerar uma maior instabilidade postural. Além disso, no início do treinamento (mesociclo I), utilizou-se uma grande BS (pés além da largura dos quadris), progredindo para uma média BS (pés na largura dos quadris) no mesociclo II e para uma pequena BS (pés unidos) no último mesociclo.

### **3.3.2 Treinamento de força na hidroginástica (GF)**

As sessões do GF eram compostas por três blocos principais de exercícios, envolvendo membros inferiores e superiores, os quais foram executados em máxima velocidade de execução (IEP 19 da escala de Borg – “extremamente intenso”), com volume total de 1min para cada grupo muscular, durante todo o treinamento. No quarto bloco os sujeitos realizavam o exercício flexão e extensão de coluna, com utilização de um aquatubo e os pés fixos na barra, sempre com 2 séries de 30s. Já nos blocos principais, foram realizadas 3 séries de 20s no primeiro mesociclo, 4 séries de 15s no segundo mesociclo e duas vezes 3 séries de 10s no terceiro mesociclo (quadro 4). Além disso, durante todas as fases do treinamento, foi mantido um intervalo de 2min para cada grupo muscular e de 1min entre os blocos. Com o intuito de reduzir a instabilidade postural e facilitar o incremento da velocidade de execução, os exercícios de membros inferiores foram executados com o apoio de uma das mãos na barra e os exercícios de membros superiores com uma grande BS (uma perna na frente da outra). A periodização e os exercícios utilizados na parte principal desse método de treinamento podem ser observados no quadro 4.

Quadro 4: Periodização e exercícios realizados no treinamento de força.

Mesociclo	Blocos de exercícios	Séries X Duração	Intervalo entre séries	Volume total
I (semanas 1 a 4)	Flexão e extensão de quadril (D)	3 x 20 s	1 min 20 s	23 min
	Flexão e extensão de quadril (E)	3 x 20 s		
	Flexão e extensão horizontal de ombros	3 x 20 s		
	Flexão e extensão de joelho (D)	3 x 20 s	1 min 20 s	
	Flexão e extensão de joelho (E)	3 x 20 s		
	Flexão e extensão de cotovelos	3 x 20 s		
	Adução e abdução de quadril (D)	3 x 20 s	1 min 20 s	
Adução e abdução de quadril (E)	3 x 20 s			
Adução e abdução de ombros	3 x 20 s			
Flexão e extensão de coluna (aquatubo)	2 x 30 s	2 min		
II (semanas 5 a 8)	Flexão e extensão de quadril (D)	4 x 15 s	1 min 30s	28 min 30 s
	Flexão e extensão de quadril (E)	4 x 15 s		
	Flexão e extensão horizontal de ombros	4 x 15 s		
	Flexão e extensão de joelho (D)	4 x 15 s	1 min 30s	
	Flexão e extensão de joelho (E)	4 x 15 s		
	Flexão e extensão de cotovelos	4 x 15 s		
	Adução e abdução de quadril (D)	4 x 15 s	1 min 30s	
Adução e abdução de quadril (E)	4 x 15 s			
Adução e abdução de ombros	4 x 15 s			
Flexão e extensão de coluna (aquatubo)	2 x 30 s	2 min		
III (semanas 9 a 12)	Flexão e extensão de quadril (D)	3 x 10 s	1 min 40s	38 min
	Flexão e extensão de quadril (E)	3 x 10 s		
	Flexão e extensão horizontal de ombros	3 x 10 s		
	Flexão e extensão de joelho (D)	3 x 10 s	1 min 40s	
	Flexão e extensão de joelho (E)	3 x 10 s		
	Flexão e extensão de cotovelos	3 x 10 s		
	Adução e abdução de quadril (D)	3 x 10 s	1 min 40s	
Adução e abdução de quadril (E)	3 x 10 s			
Adução e abdução de ombros	3 x 10 s			
Flexão e extensão de coluna (aquatubo)	2 x 30 s	2 min		

### 3.3.3 Treinamento aeróbico na hidroginástica (GA)

No presente estudo, optou-se pelo método de treinamento aeróbico contínuo, com a prescrição da intensidade em percentuais da  $FC_{LV2}$ , a qual foi determinada através de um teste máximo em corrida estacionária no MA (KRUEL et al., 2013b). A periodização das 12 semanas foi dividida da seguinte forma: 80 a 85% da  $FC_{LV2}$  no primeiro mesociclo, 85 a 90% da  $FC_{LV2}$  no segundo mesociclo e 90 a 95% da  $FC_{LV2}$  no terceiro mesociclo. Para que houvesse o controle adequado da intensidade, todos os indivíduos utilizavam um sensor de batimentos cardíacos (FT1, POLAR) durante as sessões de treinamento. Além disso, cada sujeito foi instruído a manter a FC na sua zona alvo, de acordo com o mesociclo. A parte principal das sessões foi composta por quatro blocos de exercícios de membros inferiores associados a quatro exercícios de membros superiores, conforme descrito no quadro 5. E, assim como no GE e no GF, os sujeitos realizavam o exercício flexão e extensão de coluna ao final da parte principal.

Quadro 5: Descrição da sessão de treinamento do GA.

Séries	Sessão de treinamento (exercícios)	Volume
2	Corrida estacionária	35min
	Deslize frontal	
	Chute frontal	
	Deslize lateral	
1	- Flexão e extensão de coluna com aquatubo (3min)	

### 3.4 PROTOCOLOS DE TESTES E INSTRUMENTOS DE MEDIDAS

Todas as avaliações foram realizadas no LAPEX-UFRGS e no Centro Natatório da EsEF-UFRGS. Os protocolos de testes foram divididos em três sessões distintas, realizadas dentro da mesma semana, mantendo um intervalo mínimo de 48 h entre as mesmas. Os sujeitos foram instruídos a não ingerirem bebidas estimulantes e/ou alcoólicas e não praticarem atividade física intensa nas 24 h prévias às avaliações. Durante as sessões de avaliações, foi respeitado um intervalo mínimo de 10 min entre cada protocolo de teste. Houve cegamento do avaliador apenas na fase de análise dos dados coletados. No quadro 6, a divisão das sessões de avaliações que foram realizadas antes e após as 12 semanas de treinamento.

Quadro 6: Organização das sessões de avaliações nos momentos pré e pós-treinamento.

1ª sessão	2ª sessão	3ª sessão
Testes de equilíbrio	Avaliação antropométrica	Testes de Rikli & Jones
Testes de força máxima isométrica	Teste máximo em cicloergômetro	Teste de 1RM

Os indivíduos do GA compareceram a uma quarta sessão de avaliação para a realização do teste máximo em MA, através do qual se determinou a  $FC_{LV2}$ , utilizada para prescrição do treinamento aeróbico.

### 3.4.1 Medidas antropométricas

Para caracterização da amostra, mensurou-se massa corporal, estatura e dobras cutâneas. A mensuração da massa corporal e da estatura foi realizada em uma balança digital com resolução de 100g e em um estadiômetro com resolução de 1mm (FILIZOLA), respectivamente. Posteriormente foram medidas as dobras cutâneas tricipital, subescapular, peitoral, axilar-média, supra-iliaca, abdominal e coxa utilizando um plicômetro com resolução de 1mm (LANGE). Cada dobra foi medida três vezes em forma de circuito, utilizando-se o valor médio para análise. A partir desses dados, estimou-se a densidade corporal dos indivíduos através do protocolo de dobras cutâneas proposto por Jackson et al. (1980), e a composição corporal através da fórmula de Siri (1993).

### 3.4.2 Equilíbrio estático

Para realizar as avaliações de equilíbrio estático, utilizou-se uma plataforma de força (AMTI, modelo OR6-WP), onde, no presente estudo, o eixo y representou a direção ântero-posterior e o eixo x a direção médio-lateral (figura 2).

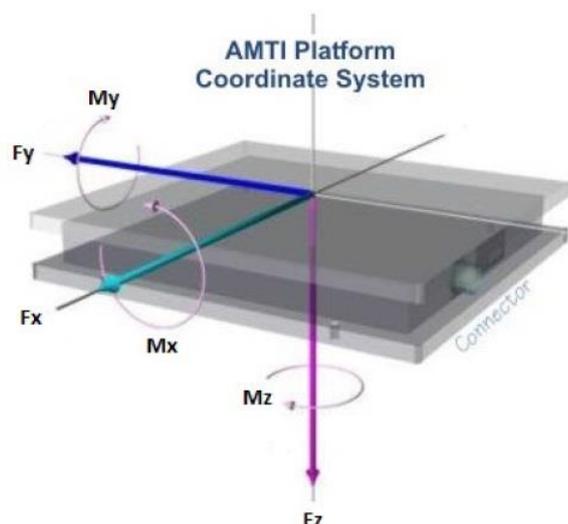


Figura 2: Plataforma de força (AMTI, modelo OR6-WP) e suas componentes de força e momento.

A partir dos dados coletados nessas avaliações, foram determinadas as seguintes variáveis: Amplitude Máxima do COPml, Amplitude Máxima do COPap, Velocidade Média do COPap, Velocidade Média do COPml e Velocidade Média Total

do COP. Os dados foram coletados com frequência de amostragem de 100 Hz. Os indivíduos permaneceram em pé nos apoios: bipodal com os olhos abertos ( $BI_{OA}$ ), bipodal com os olhos fechados ( $BI_{OF}$ ) e unipodal com os olhos abertos (UNI). A ordem de execução das três situações foi randomizada, mantendo-se um intervalo de 1min entre as mesmas. Cada um dos apoios foi executado durante de 30 s e repetidos três vezes, mantendo um intervalo de 1 min (UNI) ou de 30 s ( $BI_{OA}$  e  $BI_{OF}$ ) entre as execuções. Nas avaliações de apoio bipodal os indivíduos mantiveram os pés unidos paralelamente. No apoio UNI, os sujeitos optaram pela perna que sentissem mais confiança, sendo essa mesma perna avaliada após o treinamento. Nas avaliações com os olhos abertos, foi marcado um ponto na altura dos olhos, distante dois metros, no qual os sujeitos deveriam fixar o olhar. Nos testes com os olhos fechados, foi utilizada uma venda nos olhos dos indivíduos. Tendo em vista a ausência de aterramento da plataforma de força, utilizou-se um tapete de espuma sob a mesma para atenuar possíveis oscilações e vibrações do contato com o solo. Todas as avaliações de equilíbrio estático foram realizadas com os sujeitos descalços e com roupas confortáveis, além disso, um segundo avaliador posicionava-se atrás do indivíduo para evitar possíveis quedas (figura 3).



Figura 3: Testes de equilíbrio estático nas situações  $BI_{OF}$ ,  $BI_{OA}$  e UNI, respectivamente.

### 3.4.3 Equilíbrio dinâmico

O equilíbrio dinâmico foi avaliado através da Marcha Tandem de 10 passos (figura 4), a qual consiste em caminhar colocando um pé imediatamente na frente do outro, de forma que o calcanhar do pé da frente toque nos dedos do pé de trás. Foi cronometrado o tempo que os sujeitos levaram para dar os 10 passos, por isso, os mesmos foram instruídos a realizar o teste rapidamente, mas sem que houvesse desequilíbrio e/ou afastamento dos pés. Foram realizadas três tentativas e utilizou-se para análise a de menor tempo.



Figura 4: Marcha Tandem.

### 3.4.4 Contração isométrica voluntária máxima (CVM)

A força isométrica máxima dos extensores e flexores do joelho foram mensuradas a partir de uma contração isométrica voluntária máxima (CVM). Nessa mesma avaliação avaliou-se a amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico (EMG) dos músculos vasto lateral (VL), reto femoral (RF), semitendinoso (ST) e bíceps femoral (BF). Para realizar a CVM, foram utilizados uma célula de carga e um eletromiógrafo (Miotool 400), ambos da marca MIOTEC, e eletrodos de superfície (Medi-trace, KENDALL). Inicialmente foi feita a preparação da pele e posicionamento dos eletrodos (figura 5) conforme as recomendações do *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM).



Figura 5: Posicionamento dos eletrodos de superfície.

Posteriormente, os sujeitos realizaram um aquecimento de 5 min em cicloergômetro. Para realizar a avaliação dos flexores (CVM FLEX) e extensores do joelho (CVM EXT), os indivíduos foram posicionados em uma cadeira extensora, com o quadril flexionado a  $90^{\circ}$  e joelho flexionado a  $60^{\circ}$  (figura 6). Em ambos os testes a célula de carga foi acoplada ao equipamento. Para execução da CVM, os sujeitos foram instruídos a realizar a maior força possível somente com a perna direita, o mais rápido possível, durante 5 s. Foram realizadas 3 tentativas, com intervalo de 3 min entre cada uma.



Figura 6: Contração isométrica voluntária máxima dos extensores do joelho (CVM EXT).

Ao final da sessão, foi feito o mapeamento do posicionamento dos eletrodos através de sinais da pele e pontos anatômicos em uma lâmina transparente (figura 7), para que os mesmos fossem reposicionados no mesmo local nas avaliações pré e pós-treinamento (NARICI et al., 1989).



Figura 7: Mapeamento do posicionamento dos eletrodos.

### 3.4.5 Força dinâmica máxima (1RM)

Realizou-se o teste de uma repetição máxima para membros inferiores (figura 8) através do exercício extensão de joelhos (1RM). Essa avaliação determina a maior carga que o sujeito pode suportar para executar apenas uma repetição. O ritmo de execução foi controlado através de um metrônomo, sendo 2 s para a fase concêntrica e 2 s para a excêntrica. Previamente à coleta, os indivíduos realizaram um aquecimento de 5 min em cicloergômetro. Para iniciar o teste, o avaliador selecionou uma carga no equipamento com o objetivo que o sujeito não realizasse mais que 10 repetições máximas. A partir do número de repetições máximas realizadas, a carga foi redimensionada para encontrar a carga correspondente ao 1RM através dos valores propostos por Lombardi (1989). Caso a carga ainda não fosse correspondente ao 1RM do sujeito, redimensionou-se novamente. Foram realizadas no máximo cinco tentativas, com intervalo de 5 min entre as mesmas.



Figura 8: Teste de 1RM dos extensores do joelho.

### 3.4.6 Teste máximo em cicloergômetro

No teste máximo em cicloergômetro (figura 9) foram obtidos os valores de  $VO_{2\text{pico}}$ ,  $VO_{2\text{LV2}}$  e  $FC_{\text{LV2}}$ . Inicialmente verificou-se a pressão arterial (PA) e a FC de repouso dos sujeitos para garantir que o teste fosse realizado de forma segura. O consumo de oxigênio foi coletado através de um analisador de gases portátil, modelo VO2000 (INBRAMED), do tipo caixa de mistura. Em cada sessão de coleta o equipamento foi ligado durante 30 min para aquecimento e estabilização das células de análises de gases. Imediatamente após esse período foi realizada a calibração automática em um ambiente com baixas concentrações de  $CO_2$ . Acoplou-se no analisador de gases um pneumotacógrafo de fluxo médio e uma máscara de neoprene, a qual foi colocada e ajustada individualmente em cada sujeito. Para a realização do teste, utilizou-se também um sensor de batimentos cardíacos (FT1, POLAR). Os dados de  $VO_2$  e FC foram coletados a cada 10 s. Antes de iniciar o teste, o pesquisador responsável explicou novamente os procedimentos e a finalidade do teste, os quais já haviam sido informados no TCLE. O protocolo experimental foi executado em um cicloergômetro (ERGO-FIT, Ergo 167 cycle) e iniciou com uma carga de 25 wats (W) durante 3 min e a cada estágio de 2 min a mesma foi incrementada em 10 W, além disso, a cadência deveria ser mantida entre 65 e 75 rpm. O teste era interrompido quando o indivíduo atingisse a exaustão voluntária, indicada com um sinal manual, ou se atingisse a  $FC_{\text{máx}}$  predita pela idade ( $220\text{-idade}$ ). O protocolo foi considerado válido se ao término do teste os seguintes critérios fossem atingidos: Obtenção da  $FC_{\text{máx}}$  predita pela idade; Impossibilidade de manter a cadência mínima de 65 rpm; RER maior do que 1,10 ( $QR > 1,10$ ).



Figura 9: Teste máximo em cicloergômetro.

### 3.4.7 Teste máximo em meio aquático

O teste máximo em meio aquático foi realizado para determinar a  $FC_{LV2}$ , a qual foi utilizada para controlar a intensidade do GA, sendo executado apenas pelos sujeitos pertencentes a esse grupo. Antes de iniciar a avaliação, verificou-se a PA e a FC de repouso dos indivíduos para garantir que o teste fosse realizado de forma segura. Esse teste foi realizado com o exercício corrida estacionária, iniciando com um aquecimento de 2 min na cadência de 85 batidas por minuto (bpm), com subsequentes incrementos de 15 bpm na cadência a cada 2 min, até a exaustão dos indivíduos. Durante o protocolo, coletou-se a FC a cada 10 s através de um frequencímetro (FT1, POLAR). Foram levados em consideração os seguintes critérios para validação do teste: Obtenção da  $FC_{máx}$  predita pela idade; Impossibilidade de manter a cadência e/ou a amplitude de movimento determinada (flexão de quadril e joelhos a  $90^\circ$ ).

### 3.4.8 Testes de Rikli & Jones (1999)

Com o intuito de verificar as adaptações da capacidade funcional dos indivíduos, foram realizados os seguintes testes da bateria de Rikli & Jones (1999):

- **8-Foot Up and Go Test (8-Foot):** Tempo em que o sujeito leva para levantar de uma cadeira, caminhar 2,44m, voltar e sentar. O teste é realizado em máxima velocidade de caminhada, sem correr (figura 10). Foram realizadas três tentativas e a de menor tempo foi utilizada para análise.

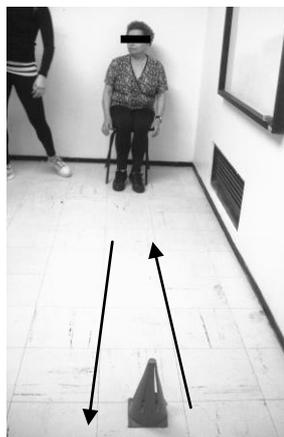


Figura 10: 8-Foot Up and Go Test (8-Foot).

- **Sentar e alcançar:** Na posição sentada em uma cadeira, o sujeito deve estender o joelho de um dos membros, com o tornozelo em dorsiflexão, e levar os dois braços na direção do pé, o máximo que conseguir. Assim que o sujeito atingiu seu ponto máximo, mediu-se a distância entre as mãos e o pé, sendo negativa se não encostar, zero se encostar e positiva se ultrapassar. Foi realizada uma tentativa com cada perna para escolher a melhor, com a qual o sujeito deveria executar uma segunda tentativa para medição definitiva. O mesmo membro foi avaliado nos momentos pré e pós-treinamento.

- **Alcançar atrás das costas:** Na posição em pé, o indivíduo tenta encostar uma mão na outra atrás das costas, sendo que um dos ombros deve partir de uma abdução e o outro da posição neutra. Assim como no teste supracitado, mede-se a distância entre as mãos, sendo negativa se não encostar, zero se encostar e positiva se ultrapassar. Também foi realizada uma tentativa com cada posição dos braços para escolher o melhor, sendo essa repetida para uma execução final. No pós-treinamento foi medida a mesma posição dos braços escolhida na avaliação inicial.

- **Flexão de cotovelo:** Sentado em uma cadeira com as costas apoiadas, o sujeito deve realizar o número máximo de flexão e extensão do cotovelo, com o membro dominante, em 30s, segurando um halter de 2kg (figura 11). Após a demonstração do avaliador, os sujeitos realizaram de duas a três repetições para que possíveis correções fossem feitas. Se a execução estivesse adequada, dava-se início ao teste logo em seguida. Caso contrário, o avaliador demonstrava novamente e corrigia o indivíduo durante as execuções prévias ao teste.



Figura 11: Teste "flexão de cotovelo".

- **Levantar e sentar:** O teste tem início na posição sentada, sem o apoio das costas, e consiste no número máximo de vezes que o sujeito consegue levantar e sentar na cadeira durante 30s (figura 12). O indivíduo deve manter os pés fixos no solo e os braços cruzados no peito durante todo o teste. Para a realização do teste, foram seguidos os mesmos critérios da avaliação “flexão de cotovelo”.



Figura 12: Teste “levantar e sentar”.

- **Caminhada de seis minutos:** Nessa avaliação, o indivíduo deve percorrer caminhando a maior distância possível durante seis minutos. Para facilitar a medição do trajeto percorrido, foi marcado no solo, com uma fita adesiva e cones, um percurso de 30 m em forma de retângulo, com marcações a cada 3 m (figura 13). Antes de iniciar a avaliação, o pesquisador demonstrava o trajeto que seria percorrido, passando as instruções necessárias. Posteriormente o avaliado completava uma volta (30 m) em um ritmo lento de caminhada. O sujeito era informado quando o teste estivesse na metade e a cada minuto subsequente. Ao término do teste, com o indivíduo parado na posição final, mediu-se a distância entre seu calcanhar e a última marcação do percurso.

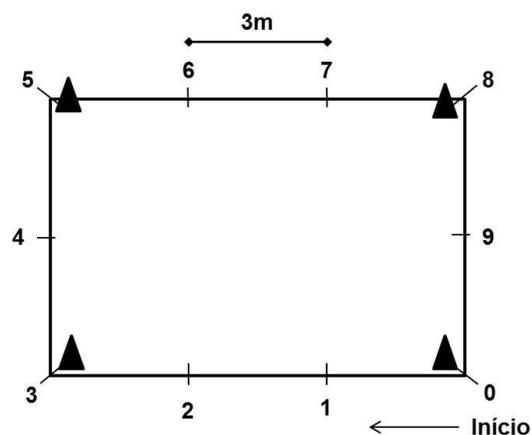


Figura 13: Percurso utilizado no teste de caminhada de seis minutos.

Para a realização de todos os testes funcionais descritos anteriormente, os indivíduos foram instruídos a utilizar roupas confortáveis e tênis.

### 3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

#### 3.5.1 Variáveis de equilíbrio estático

Para a análise dos valores obtidos nos testes de equilíbrio estático, utilizou-se a média das três tentativas realizadas em cada situação. O sinal captado pela plataforma de força foi gravado em um microcomputador no *software* de aquisição dos dados *BioAnalysis* e posteriormente transformados em arquivo txt. Para calcular os valores de COP nos eixos x (médio-lateral) e y (ântero-posterior), foram utilizadas as seguintes equações:

$$COP(x) = \left[ \frac{(My + (Zoff * Fx))}{Fz} \right] * (-1) \qquad COP(y) = \left[ \frac{(Mx - (Zoff * Fy))}{Fz} \right]$$

Onde:

$COP(x)$  = Coordenada x do centro de pressão

$COP(y)$  = Coordenada y do centro de pressão

$Zoff$  = Distância vertical entre a superfície da plataforma e sua origem de calibração (valor negativo)

$Fx$ : Componente de força de reação do solo ao longo do eixo x

$Fy$ : Componente de força de reação do solo ao longo do eixo y

$Fz$ : Componente de força de reação do solo ao longo do eixo z

$Mx$  = Torque sobre o eixo x

$My$  = Torque sobre o eixo y

$Mz$  = Torque sobre o eixo z

Os valores de COP, as amplitudes e velocidades foram obtidos através de uma rotina construída no *software* Matlab (APÊNDICE F), onde também foi realizada a filtragem digital dos sinais brutos de força e momento (passa-baixa *Butterworth*, 4ª

ordem, frequência de corte de 10 Hz). No quadro 7 estão descritas as definições dos cálculos utilizados para obtenção das variáveis de amplitude e velocidade do COP.

Quadro 7: Definições dos cálculos das variáveis de amplitude e velocidade do COP.

Variável	Definição
Amplitude máxima COPml	Amplitude máxima do COPml – amplitude mínima do COPml
Amplitude máxima COPap	Amplitude máxima do COPap – amplitude mínima do COPap
Velocidade média do COPml	Soma das velocidades do COPml (integral da curva de posição do COP) / tempo de coleta
Velocidade média do COPap	Soma das velocidades do COPap (integral da curva de posição do COP) / tempo de coleta
Velocidade total do COP	Soma dos vetores resultantes entre as velocidades do COPml e COPap (pitágoras) / tempo de coleta

### 3.5.2 Variáveis neuromusculares

A avaliação do sinal EMG e da produção de força foi realizada durante a contração isométrica voluntária máxima (CVM). O sinal captado pelo eletromiógrafo foi gravado em um microcomputador no *software* de aquisição de dados *Miograph*. Posteriormente os arquivos foram exportados para análise no *software* SAD32, onde primeiramente realizou-se a remoção dos componentes contínuos do sinal EMG. Em seguida, realizou-se a filtragem digital do sinal, utilizando um filtro do tipo Passa-banda *Butterworth*, de 5ª ordem, com frequências de corte entre 20 e 500 Hz. Para análise do sinal EMG, foi feito o recorte de 1s onde a curva de força estabilizasse, para a obtenção do valor *root mean square* (RMS).

O sinal de força também foi captado pelo eletromiógrafo e gravado em um microcomputador no *software* de aquisição de dados *Miograph*. Os arquivos foram exportados para análise no *software* SAD32, onde posteriormente foi feita a filtragem digital do sinal, utilizando um filtro do tipo Passa-baixa *Butterworth*, de 5ª ordem, com frequência de corte de 9 Hz. Para análise, utilizou-se o valor médio da força no recorte de 1 s.

### 3.5.3 Variáveis cardiorrespiratórias

Na avaliação em cicloergômetro, considerou-se como  $VO_{2\text{pico}}$  o maior valor alcançado durante o teste, e o  $VO_{2LV2}$  foi determinado pelo segundo limiar ventilatório, obtido através do ponto de inflexão do gráfico da curva ventilatória (HANSEN et al., 2007) e confirmado pela curva do equivalente ventilatório de  $CO_2$  ( $VE/VCO_2$ ). Nesse mesmo teste, a  $FC_{LV2}$  foi a FC correspondente ao ponto do  $VO_{2LV2}$ . Já no teste em MA, realizado somente pelo GA, a  $FC_{LV2}$  foi obtida através do ponto de deflexão do gráfico da curva da FC pelo tempo (KRUEL et al., 2013b). Os limiares (MA e cicloergômetro) foram identificados por dois fisiologistas experientes de forma cega. Não havendo concordância entre os resultados, os gráficos eram avaliados por um terceiro fisiologista. Se após a terceira avaliação ainda houvesse discordância, o segundo limiar ventilatório era obtido através da média das três avaliações.

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para analisar os dados coletados nesse estudo, utilizou-se estatística descritiva, através de média, desvio-padrão (DP) e erro-padrão (EP). Teste de *Shapiro-wilk* para verificar a normalidade (APÊNDICE B) e teste de *Levene* para homogeneidade da amostra. Para verificar o comportamento das variáveis no período controle foi utilizado o teste *t* de *Student* para amostras pareadas. A comparação entre os momentos (pré e pós-treinamento) e entre os grupos (GE, GF, GA) foi realizada através da *Generalized Estimating Equations* (GEE) com teste *post hoc* de Bonferroni. Além disso, foi utilizada ANOVA one way para comparação dos deltas percentuais das variáveis de 1RM, “flexão de cotovelo” e “levantar e sentar” entre os grupos. Para complementar a análise dos resultados, calculou-se o tamanho do efeito de todas as variáveis do estudo através da equação *d* de Cohen (APÊNDICE C). O nível de significância adotado foi de  $\alpha=0,05$ , e os dados foram rodados no pacote estatístico SPSS versão 20.0.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

As variáveis de caracterização da amostra (idade, estatura, massa corporal, índice de massa corporal e percentual de gordura) são apresentadas na tabela 1. Os resultados não indicaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os grupos ao iniciar o treinamento. Além disso, não houve diferença significativa entre os grupos no total de sessões realizadas ao longo das 12 semanas de treinamento (GE:  $88,23 \pm 5,75\%$ ; GF:  $90,38 \pm 5,98\%$ ; GA:  $90,77 \pm 5,93\%$ ).

Tabela 1: Valores de média e desvios-padrão (DP) da idade, estatura, massa corporal, índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura da amostra.

Variáveis	GE (n=17)		GF (n=13)		GA (n=14)		p
	Média	± DP	Média	± DP	Média	± DP	
Idade (anos)	66,00	3,68	65,31	4,80	63,73	4,09	0,327
Estatura (m)	1,56	0,04	1,58	0,04	1,57	0,05	0,701
Massa corporal (kg)	68,95	3,55	69,73	7,66	71,70	12,29	0,684
IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	28,48	1,38	29,14	5,13	28,79	4,97	0,914
Percentual de gordura (%)	31,72	5,40	32,80	4,72	34,64	6,26	0,861

### 4.2 VARIÁVEIS DEPENDENTES

Os resultados e a discussão do presente estudo serão apresentados em quatro tópicos: 1) Variáveis de equilíbrio; 2) Variáveis neuromusculares; 3) Variáveis cardiorrespiratórias; 4) Variáveis funcionais. Além disso, cada tópico será composto pelas análises referentes ao período controle (semana -4 a 0) e ao treinamento (semana 1 a 12).

## 4.2.1 Resultados das Variáveis de Equilíbrio

### 4.2.1.1 Período Controle

Como variáveis controle do equilíbrio estático utilizou-se a Amplitude Máxima do COPml, Amplitude Máxima do COPap, Velocidade Média do COPml, Velocidade Média do COPap e Velocidade Média Total do COP no teste de apoio bipodal com olhos fechados (BI<sub>OF</sub>) e do equilíbrio dinâmico utilizou-se a Marcha Tandem. Observou-se que, para todas as variáveis analisadas, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as semanas -4 e 0 do período controle (tabela 2).

Tabela 2: Valores de média e desvios-padrão (DP) da Amplitude Máxima do COPml, Amplitude Máxima do COPap, Velocidade Média do COPml, Velocidade Média do COPap e Velocidade Média Total do COP durante o apoio bipodal com olhos fechados (BI<sub>OF</sub>) e o tempo de execução da Marcha Tandem no período controle (semana -4 a 0).

Variável (n=13)	Semana -4		Semana 0		p
	Média	±DP	Média	±DP	
Amplitude Máxima do COPml BI <sub>OF</sub> (cm)	3,70	0,80	3,60	0,70	0,673
Amplitude Máxima do COPap BI <sub>OF</sub> (cm)	3,40	0,60	3,70	0,90	0,180
Velocidade Média do COPml BI <sub>OF</sub> (cm/s)	1,89	0,40	1,95	0,50	0,293
Velocidade Média do COPap BI <sub>OF</sub> (cm/s)	1,35	0,50	0,95	0,40	0,075
Velocidade Média Total do COP BI <sub>OF</sub> (cm/s)	2,35	0,60	2,21	0,70	0,094
Marcha Tandem (s)	8,57	1,78	8,78	1,55	0,491

### 4.2.1.2 Período de Treinamento

Os resultados referentes ao equilíbrio estático podem ser visualizados nas tabelas 3 (bipodal com olhos fechados – BI<sub>OF</sub>), 4 (bipodal com olhos abertos – BI<sub>OA</sub>) e 5 (unipodal – UNI). Além disso, a tabela 6 apresenta o resultado da variável de equilíbrio dinâmico (Marcha Tandem).

Tabela 3: Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) da Amplitude Máxima do COPml, Amplitude Máxima do COPap, Velocidade Média do COPml, Velocidade Média do COPap e Velocidade Média Total do COP durante o apoio bipodal com olhos fechados ( $Bl_{OF}$ ), dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-treinamento.

Variável	Grupo	PRÉ		PÓS		$\Delta\%$		<i>p</i>		
		Média	$\pm EP$	Média	$\pm EP$	Média	$\pm EP$	tempo	grupo	tempo*grupo
Amplitude Máxima do COPml $Bl_{OF}$ (cm)	GE (17)	3,54 <sup>a</sup>	0,19	3,25 <sup>a</sup>	0,17	-4,60	5,11			
	GF (13)	3,63 <sup>ab</sup>	0,24	3,41 <sup>ab</sup>	0,27	-5,24	5,46	0,027*	0,019*	0,822
	GA (14)	4,30 <sup>b</sup>	0,29	3,83 <sup>b</sup>	0,20	-6,91	5,84			
Amplitude Máxima do COPap $Bl_{OF}$ (cm)	GE (17)	3,32 <sup>a</sup>	0,18	2,93 <sup>a</sup>	0,15	-8,29	4,97			
	GF (13)	3,40 <sup>a</sup>	0,21	3,45 <sup>a</sup>	0,31	3,94	7,74	0,013*	0,102	0,124
	GA (14)	3,92 <sup>a</sup>	0,26	3,27 <sup>a</sup>	0,12	-13,59	3,91			
Velocidade Média do COPml $Bl_{OF}$ (cm/s)	GE (17)	1,55 <sup>a</sup>	0,10	1,49 <sup>a</sup>	0,15	---	---			
	GF (13)	1,62 <sup>a</sup>	0,12	1,63 <sup>a</sup>	0,14	---	---	0,291	0,166	0,450
	GA (14)	1,90 <sup>a</sup>	0,13	1,74 <sup>a</sup>	0,10	---	---			
Velocidade Média do COPap $Bl_{OF}$ (cm/s)	GE (17)	1,17 <sup>a</sup>	0,10	1,05 <sup>a</sup>	0,07	-5,04	5,18			
	GF (13)	1,21 <sup>a</sup>	0,10	1,20 <sup>a</sup>	0,08	1,89	4,48	0,040*	0,091	0,327
	GA (14)	1,46 <sup>a</sup>	0,11	1,30 <sup>a</sup>	0,09	-9,01	4,05			
Velocidade Média Total do COP $Bl_{OF}$ (cm/s)	GE (17)	2,16 <sup>a</sup>	0,15	2,02 <sup>a</sup>	0,17	---	---			
	GF (13)	2,23 <sup>a</sup>	0,18	2,25 <sup>a</sup>	0,16	---	---	0,059	0,146	0,136
	GA (14)	2,65 <sup>a</sup>	0,18	2,31 <sup>a</sup>	0,13	---	---			

\*representa diferença significativa para  $p < 0,05$ . Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p < 0,05$ ). --- não foram expressos os deltas percentuais das variáveis que não apresentaram diferença significativa entre os momentos pré e pós-treinamento.

Na situação  $Bl_{OF}$  observou-se uma melhora significativa ( $p < 0,05$ ) do pré para o pós-treinamento nas variáveis Amplitude Máxima do COPml, Amplitude Máxima do COPap e Velocidade Média do COPap. Houve efeito significativo no fator grupo apenas na Amplitude Máxima do COPml, e, de acordo com o teste *post hoc* de Bonferroni, a diferença ocorreu entre GE e GA ( $p = 0,017$ ) nos dois momentos avaliados. As variáveis Velocidade Média do COPml e Velocidade Total do COP não apresentaram diferença significativa entre os grupos e entre os momentos pré e pós-treinamento ( $p > 0,05$ ).

Tabela 4: Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) da Amplitude Máxima do COPml, Amplitude Máxima do COPap, Velocidade Média do COPml, Velocidade Média do COPap e Velocidade Média Total do COP durante o apoio bipodal com olhos abertos ( $Bl_{OA}$ ), dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-treinamento.

Variável	Grupo	PRÉ		PÓS		$\Delta\%$		$p$		
		Média	$\pm EP$	Média	$\pm EP$	Média	$\pm EP$	tempo	grupo	tempo*grupo
Amplitude Máxima do COPml $Bl_{OA}$ (cm)	GE (17)	3,20	0,20	2,83	0,17	-6,23	6,39			
	GF (13)	3,39	0,30	2,87	0,12	-9,42	6,82	0,001*	0,073	0,905
	GA (14)	3,80	0,26	3,39	0,18	-9,00	4,15			
Amplitude Máxima do COPap $Bl_{OA}$ (cm)	GE (17)	3,23	0,19	2,81	0,17	-9,63	5,18			
	GF (13)	3,13	0,23	2,74	0,15	-8,42	6,87	0,021*	0,565	0,276
	GA (14)	3,20	0,18	3,18	0,20	0,56	5,96			
Velocidade Média do COPml $Bl_{OA}$ (cm/s)	GE (17)	1,18	0,06	1,18	0,08	---	---			
	GF (13)	1,23	0,07	1,24	0,07	---	---	0,403	0,168	0,367
	GA (14)	1,44	0,10	1,33	0,06	---	---			
Velocidade Média do COPap $Bl_{OA}$ (cm/s)	GE (17)	0,89	0,06	0,92	0,10	---	---			
	GF (13)	0,90	0,06	0,89	0,05	---	---	0,521	0,051	0,768
	GA (14)	1,07	0,06	1,11	0,06	---	---			
Velocidade Média Total do COP $Bl_{OA}$ (cm/s)	GE (17)	1,64	0,09	1,67	0,14	---	---			
	GF (13)	1,69	0,10	1,69	0,09	---	---	0,773	0,115	0,710
	GA (14)	1,98	0,13	1,91	0,09	---	---			

\*representa diferença significativa para  $p < 0,05$ . --- não foram expressos os deltas percentuais das variáveis que não apresentaram diferença significativa entre os momentos pré e pós-treinamento.

Após o treinamento, todos os grupos apresentaram melhora significativa ( $p < 0,05$ ) na Amplitude Máxima do COPml e COPap durante o teste  $Bl_{OA}$ , sem diferença significativa entre os mesmos ( $p > 0,05$ ). Não foram observadas diferenças significativas ao longo do tempo e entre os grupos na Velocidade Média do COPml, Velocidade Média do COPap e Velocidade Média Total do COP ( $p > 0,05$ ).

Tabela 5: Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) da Amplitude Máxima do COPml, Amplitude Máxima do COPap, Velocidade Média do COPml, Velocidade Média do COPap e Velocidade Média Total do COP durante o apoio unipodal com olhos abertos (UNI), dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-treinamento.

Variável	Grupo	PRÉ		PÓS		$\Delta\%$		<i>p</i>		
		Média	$\pm$ EP	Média	$\pm$ EP	Média	$\pm$ EP	tempo	grupo	tempo*grupo
Amplitude Máxima do COPml UNI (cm)	GE (17)	3,95	0,19	3,65	0,17	-5,30	4,25			
	GF (13)	4,02	0,41	3,38	0,17	-10,30	5,53	0,006*	0,814	0,573
	GA (14)	4,27	0,41	3,58	0,13	-10,53	5,90			
Amplitude Máxima do COPap UNI (cm)	GE (17)	5,80	0,62	5,19	0,51	-2,88	8,95			
	GF (13)	5,37	0,39	4,44	0,31	-13,50	6,19	0,003*	0,376	0,514
	GA (14)	6,44	0,83	4,68	0,25	-19,57	6,37			
Velocidade Média do COPml UNI (cm/s)	GE (17)	3,26	0,18	3,32	0,26	---	---			
	GF (13)	3,53	0,30	3,33	0,22	---	---	0,311	0,815	0,489
	GA (14)	3,53	0,11	3,36	0,15	---	---			
Velocidade Média do COPap UNI (cm/s)	GE (17)	3,13	0,31	3,08	0,37	---	---			
	GF (13)	3,01	0,29	2,70	0,13	---	---	0,056	0,480	0,600
	GA (14)	3,38	0,25	3,02	0,20	---	---			
Velocidade Média Total do COP UNI (cm/s)	GE (17)	5,04	0,36	5,04	0,46	---	---			
	GF (13)	5,16	0,44	4,73	0,24	---	---	0,093	0,774	0,522
	GA (14)	5,43	0,26	4,99	0,24	---	---			

\*representa diferença significativa para  $p < 0,05$ . --- não foram expressos os deltas percentuais das variáveis que não apresentaram diferença significativa entre os momentos pré e pós-treinamento.

Os resultados do teste UNI indicaram uma redução significativa ( $p < 0,05$ ) na Amplitude Máxima do COPml e Amplitude Máxima do COPap no pós-treinamento, sem diferença entre os grupos.

As variáveis relacionadas à velocidade do COP não sofreram efeito significativo no fator tempo, grupo ou interação tempo\*grupo ( $p > 0,05$ ).

Tabela 6: Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) do tempo de execução da Marcha Tandem dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-treinamento.

Variável	Grupo	PRÉ		PÓS		$\Delta\%$		<i>p</i>		
		Média	$\pm$ EP	Média	$\pm$ EP	Média	$\pm$ EP	tempo	grupo	tempo*grupo
Marcha Tandem (s)	GE (16)	9,17	0,38	7,36	0,24	-18,88	2,33			
	GF (13)	9,98	0,30	7,65	0,29	-22,65	3,35	<0,001*	0,345	0,359
	GA (13)	9,84	0,67	7,36	0,48	-25,87	4,14			

\*representa diferença significativa para  $p < 0,05$ .

Por fim, o tempo de execução da Marcha Tandem apresentou diferença significativa apenas no fator tempo ( $p < 0,001$ ), com menores valores no pós-treinamento.

#### **4.2.2 Discussão das Variáveis de Equilíbrio**

Nossos resultados indicaram uma melhora significativa no equilíbrio estático e dinâmico de mulheres idosas sedentárias após 12 semanas de treinamento na hidroginástica, sem diferença entre os grupos. Dessa forma, verificou-se que esse efeito benéfico ocorreu independentemente do método utilizado, sendo esse um dos principais achados do presente estudo. Algumas pesquisas científicas já vêm demonstrando incrementos no equilíbrio corporal de indivíduos idosos após um treinamento em MA (LORD et al., 1993; SIMMONS & HANSEN, 1996; JOSEPHSON et al., 2001; DEVEREAUX et al., 2005; KANEDA et al., 2008; AVELAR et al., 2010; ELBAR et al., 2012; KANITZ, 2013), porém, nenhuma delas comparou diferentes tipos de treinamento realizados de forma isolada.

A análise da oscilação postural através de variáveis relacionadas ao COP é amplamente indicada para mensurar o equilíbrio corporal de idosos em condições estáticas (ROGERS et al., 2003; GRANACHER et al., 2012). De acordo com a literatura, uma diminuição nos valores de amplitude e de velocidade do COP indica uma maior estabilidade postural em situações estáticas (PALMIERI et al., 2002). Os três métodos de treinamento promoveram uma redução significativa na Amplitude Máxima do COP em todas as situações analisadas (COP<sub>ml</sub> e COP<sub>ap</sub> nos apoios Bl<sub>OF</sub>, Bl<sub>OA</sub> e UNI), indicando uma menor oscilação postural dos sujeitos avaliados. Em contrapartida, os resultados referentes à velocidade do COP apresentaram melhora significativa apenas na variável Velocidade Média do COP<sub>ap</sub> na condição Bl<sub>OF</sub>, em todos grupos.

Alguns estudos envolvendo treinamento em MA realizaram avaliações do COP ou do centro de gravidade (COG) para verificar alterações no equilíbrio (KANEDA et al., 2008; BERGER et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2008; KATSURA et al., 2009; LEE et al., 2010; PARK & ROH, 2011; ELBAR et al., 2012), porém, as diferentes metodologias (tipo de treinamento, duração da intervenção, procedimentos de

coleta, tratamento dos dados) e amostras avaliadas dificultam a discussão e comparação com nossos resultados.

Através de avaliações similares às utilizadas na presente pesquisa, Elbar et al. (2012) observaram diminuições significativas na Amplitude Máxima do COPap no apoio  $Bl_{OF}$  e na Amplitude Máxima do COPml  $Bl_{OA}$  e  $Bl_{OF}$  em idosos após 12 semanas de treinamento na hidroginástica com enfoque no equilíbrio, corroborando nossos resultados. Além disso, os autores também verificaram reduções significativas na área de oscilação do COP nos apoios  $Bl_{OA}$  e  $Bl_{OF}$ . Cabe salientar que esse estudo não encontrou alterações significativas na pontuação da Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), avaliação subjetiva do equilíbrio estático e dinâmico, após o treinamento. Esse dado demonstra a importância de se incluir nas pesquisas testes e equipamentos com maior acurácia para que sutis adaptações do sistema de controle postural possam ser detectadas.

Indo ao encontro desses resultados, porém analisando variáveis relacionadas à oscilação do Centro de Gravidade (COG), Kaneda et al. (2008) também verificaram melhoras no equilíbrio estático de sujeitos idosos após 12 semanas de treinamento em MA (hidroginástica vs corrida em piscina funda). Seus dados indicaram uma redução significativa no deslocamento do COG (grupo corrida em piscina funda) e na área de oscilação do COG (grupo hidroginástica), os quais foram mensurados através de um posturógrafo somente na situação  $Bl_{OA}$ .

Divergindo dos nossos resultados e dos autores supracitados, Katsura et al. (2009) não encontraram melhoras no equilíbrio estático de idosos ao avaliar o deslocamento do COG ( $Bl_{OA}$  e  $Bl_{OF}$ ) após o treinamento em MA. Essa divergência possivelmente está associada às diferenças metodológicas entre os estudos, principalmente ao tipo de treinamento realizado (hidroginástica vs caminhada aquática) e à duração total (12 vs oito semanas).

Em relação às variáveis de velocidade do COP, nossos resultados apresentaram uma diminuição significativa do momento pré para o pós-treinamento somente na Velocidade Média do COPap na situação  $Bl_{OF}$ , sem diferença entre os grupos. Já nos estudos de Lee et al. (2010) e Park & Roh (2011), ambos com enfoque no equilíbrio corporal, foram encontradas reduções significativas na Velocidade Média do COPml e Velocidade Média do COPap nos testes  $Bl_{OA}$  e  $Bl_{OF}$  após 12 e seis semanas, respectivamente, de treinamento na hidroginástica com

sujeitos idosos e de meia idade. Todavia, cabe salientar essas pesquisas avaliaram pacientes que sofreram acidente vascular cerebral (AVC), o que pode ter influenciado diretamente as adaptações do controle postural, ocasionando maiores respostas nas variáveis de Velocidade do COP quando comparadas ao presente estudo.

Na literatura pesquisada, encontrou-se apenas o estudo de Berger et al. (2008) avaliando a Velocidade Média Total do COP após uma intervenção em MA com idosos. Porém, essa pesquisa mensurou os efeitos de quatro semanas de hidroterapia, composta por exercícios específicos de equilíbrio e um protocolo de mobilização em MT, e a avaliação do COP foi realizada em apoio  $Bl_{OF}$  (pés abduzidos a  $30^\circ$ ). Corroborando nossos resultados, os autores não verificaram diferenças significativas na Velocidade Média Total do COP após a intervenção. Todavia, a comparação desses dados com o presente estudo é bastante limitada, devido às diferenças metodológicas entre as duas intervenções (modelo e duração total).

Nas análises do COP em apoio UNI, verificou-se reduções significativas nas variáveis Amplitude Máxima do COP<sub>ml</sub> e Amplitude Máxima do COP<sub>ap</sub> após os três métodos de treinamento, indicando uma menor oscilação postural nessa condição. Tendo em vista o alto nível de instabilidade gerada pelo apoio UNI e a importância de melhoras nesse controle postural para o idoso, esse resultado representa uma grande aplicabilidade prática do treinamento na hidroginástica para essa população. De acordo com Rogers et al. (2003), indivíduos idosos apresentam um significativo declínio na estabilidade postural ao reduzir a base de suporte (ex. apoio UNI), o que aumenta consideravelmente o risco de quedas. Além disso, esses autores ressaltam a importância de uma postura estável em apoio UNI, devido à sua utilização durante a marcha e ao subir degraus. Dessa forma, podemos inferir que os métodos de treinamento propostos no presente estudo, através da melhora da estabilidade postural em apoio UNI, também foram efetivos para a redução do risco de quedas em mulheres idosas.

Conforme mencionado anteriormente, o teste em apoio UNI é uma avaliação bastante complexa para a população idosa, por isso os estudos com treinamento de idosos em MA envolvendo variáveis do COP realizaram suas coletas somente nos apoios  $Bl_{OF}$  e/ou  $Bl_{OA}$ , dificultando a discussão dos resultados na situação UNI.

Todavia, cabe ressaltar que nossos achados corroboram alguns estudos que também verificaram melhoras no equilíbrio de idosos nesse apoio após o treinamento em MA, porém, através de protocolos mais simples, como o tempo de apoio UNI (BOCALINI et al, 2010), a análise de acelerometria nessa situação (KANITZ, 2013) e o *Flamingo Test* (TOMAS-CARUS et al., 2007).

Apesar de haver um consenso na literatura acerca dos benefícios do treinamento em MA sobre o equilíbrio estático do idoso, não há evidências que indiquem qual o método mais efetivo para essas adaptações. No presente estudo, a comparação entre os grupos revelou que nos testes de apoio BI, apenas a variável Amplitude Máxima do COPml BI<sub>OF</sub> apresentou diferença significativa, com piores resultados no GA nos momentos pré e pós-treinamento. No entanto, cabe salientar que esse efeito não foi gerado pelo treinamento, já que esse grupo iniciou e finalizou o estudo com essa mesma diferença estatística. Dessa forma, podemos afirmar que nenhuma das variáveis de equilíbrio estático avaliadas apresentou um comportamento distinto entre os grupos, indicando que os três métodos promoveram estímulos similares sobre as mesmas.

As metodologias de treinamento utilizadas no GA e no GF foram elaboradas com enfoques específicos no condicionamento dos sistemas cardiorrespiratório e neuromuscular, respectivamente. Todavia, ambos também apresentaram estímulos para adaptações do sistema de controle postural, conforme demonstrado anteriormente. Esse comportamento pode ter ocorrido devido às grandes oscilações posturais oriundas do fluxo turbulento gerado durante os exercícios de força e aeróbico, já que ambos foram realizados em velocidades elevadas. Além disso, todos os exercícios de membros inferiores do GF foram realizados em apoio unipodal (flexão/extensão de quadril, flexão/extensão de joelho e adução/abdução de quadril), o que gerou grandes estímulos somatossensoriais (propriocepção) e motores (coordenação motora, força) relacionados ao equilíbrio. As sessões de treinamento aeróbico foram compostas por alguns exercícios em apoio unipodal alternado e, conseqüentemente, com fase aérea (corrida estacionária e chute frontal), e outro em apoio bipodal com fase aérea (grupado), os quais geram grande instabilidade postural devido à perda de contato com o solo. Ou seja, o GA também recebeu estímulos motores e proprioceptivos que afetam diretamente o sistema de controle postural. Dessa forma, pode-se inferir que a melhora do equilíbrio estático

observada em todas as condições avaliadas ( $Bl_{OF}$ ,  $Bl_{OA}$  e UNI) tenha ocorrido em virtude da instabilidade gerada pela execução dos exercícios em MA, seja pelo fluxo turbulento, seja pela variação da base de suporte (apoio UNI; fase aérea), observada nos três métodos de treinamento.

Em relação ao equilíbrio dinâmico, observou-se uma diminuição significativa no tempo de execução da Marcha Tandem após o treinamento em todos os grupos, sem diferença significativa entre os mesmos. Corroborando a discussão dos dados de equilíbrio estático, esse resultado também demonstra a efetividade do treinamento aeróbico e de força na hidroginástica sobre o equilíbrio dinâmico de idosos, mesmo não havendo o enfoque principal nessa variável. E, assim como nas variáveis de equilíbrio estático, esse efeito benéfico pode ser associado à instabilidade postural ocasionada pela execução dos exercícios em meio aquático.

Divergindo do presente estudo, Kaneda et al. (2008) não observaram alterações no tempo de execução da Marcha Tandem (10 passos) após o treinamento de hidroginástica, apenas após o treinamento de corrida em piscina funda (-14%). Apesar da maior instabilidade gerada pelo exercício em piscina funda, o resultado encontrado por esses autores foi inferior aos decorrentes dos treinamentos de hidroginástica realizados em nossa pesquisa (GE:  $-18,88 \pm 2,33\%$ ; GF:  $-22,65 \pm 3,35\%$ ; GA:  $-25,87 \pm 4,14\%$ ). A divergência com nossos resultados, na comparação com ambas as modalidades, pode ser atribuída ao baixo nível inicial da amostra do presente estudo (GE:  $9,17 \pm 0,38s$ ; GF:  $9,98 \pm 0,30s$ ; GA:  $9,84 \pm 0,67s$ ) comparada à avaliada por esses autores ( $7,8 \pm 1,3s$ ). Além disso, o treinamento proposto por Kaneda et al. (2008) não apresentou qualquer tipo de progressão ao longo das 12 semanas, sendo realizado sempre na intensidade auto-selecionada, o que pode ter minimizado as adaptações do equilíbrio dinâmico, principalmente na hidroginástica.

Também contrapondo nossos achados, Avelar et al. (2010) não verificaram melhoras no desempenho da Marcha Tandem (número de passos dados em linha reta) em idosos após o treinamento na hidroginástica com enfoque na resistência muscular de membros inferiores. Essa discordância possivelmente está relacionada com a metodologia de cunho terapêutico empregada na pesquisa de Avelar et al. (2010). As sessões foram compostas somente por exercícios localizados, que, de acordo com a descrição dos autores, não oferecia instabilidade postural. Somando-

se a isso, a intervenção teve menor duração que o presente estudo (seis vs 12 semanas) e não apresentou progressão de intensidade, volume ou nível de dificuldade dos exercícios.

Em uma pesquisa transversal, Morales (2013) avaliou o equilíbrio dinâmico e estático de praticantes de modalidades aquáticas (GP; hidroginástica e corrida em piscina funda) e não praticantes (GNP), com idade a partir de 50 anos. Os sujeitos do GP participavam de um programa de treinamento combinado em MA, realizado duas vezes por semana (45 min), por no mínimo três meses. A autora verificou que o GP realizou a Marcha Tandem (10 passos) em um tempo significativamente inferior (Mediana: 7,05 s) comparado ao GNP (Mediana: 10,34 s). Além disso, o GP apresentou menor oscilação postural, mensurada através de acelerometria, que o GNP em testes estáticos de apoio BI e UNI. Nas avaliações iniciais do presente estudo, os indivíduos apresentaram tempo de execução da Marcha Tandem semelhante ao GNP do estudo de Morales (2013) (GE:  $9,17 \pm 0,38$  s; GF:  $9,98 \pm 0,30$  s; GA:  $9,84 \pm 0,67$  s), e similares ao GP no término do treinamento (GE:  $7,36 \pm 0,24$  s; GF:  $7,65 \pm 0,29$  s; GA:  $7,36 \pm 0,48$  s). Dessa forma, esses resultados corroboram nossos achados, demonstrando o efeito benéfico do treinamento em MA sobre o equilíbrio dinâmico de indivíduos de meia idade e idosos.

### 4.2.3 Resultados das Variáveis Neuromusculares

#### 4.2.3.1 Período Controle

Utilizou-se o teste de força dinâmica máxima de extensão de joelhos (1RM) como variável neuromuscular controle. O resultado, conforme demonstrado na tabela 7, indicou não haver diferença significativa entre as semanas -4 e 0 ( $p > 0,05$ ).

Tabela 7: Valores de média e desvio-padrão (DP) da força muscular dinâmica máxima dos extensores de joelhos (1RM) no período controle (semana -4 a 0).

Variável (n=13)	Semana -4		Semana 0		p
	Média	±DP	Média	±DP	
1RM (kg)	24,38	4,23	23,53	5,07	0,085

#### 4.2.3.2 Período de Treinamento

Os resultados de todas as variáveis neuromusculares avaliadas no presente estudo estão expostos na tabela 8.

Tabela 8: Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) da força muscular isométrica máxima dos extensores do joelho (CVM EXT) e flexores do joelho (CVM FLEX), da amplitude máxima isométrica do sinal eletromiográfico dos músculos reto femoral (EMG RF), vasto lateral (EMG VL), bíceps femoral (EMG BF) e semitendinoso (EMG ST), e da força muscular dinâmica máxima dos extensores de joelhos (1RM) dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-treinamento.

Variável	Grupo	PRÉ		PÓS		$\Delta\%$		<i>p</i>		
		Média	$\pm$ EP	Média	$\pm$ EP	Média	$\pm$ EP	tempo	grupo	tempo*grupo
CVM EXT (kg)	GE (17)	20,00	1,65	20,35	1,45	---	---	0,419	0,066	0,575
	GF (13)	20,77	2,04	22,77	1,96	---	---			
	GA (12)	24,08	1,30	23,83	1,14	---	---			
EMG RF ( $\mu$ V)	GE (17)	92,76	9,01	91,35	11,33	---	---	0,350	0,792	0,289
	GF (13)	91,31	12,36	106,31	11,36	---	---			
	GA (12)	101,00	9,72	100,17	9,25	---	---			
EMG VL ( $\mu$ V)	GE (17)	143,12	10,10	127,65	9,51	---	---	0,986	0,106	0,160
	GF (13)	168,69	24,39	192,00	26,33	---	---			
	GA (12)	165,83	21,96	158,42	17,40	---	---			
CVM FLEX (kg)	GE (17)	17,12	1,20	17,05	0,84	---	---	0,765	0,338	0,092
	GF (13)	16,31	1,19	17,62	1,35	---	---			
	GA (12)	16,67	1,09	14,75	0,63	---	---			
EMG BF ( $\mu$ V)	GE (17)	143,12	19,51	147,35	14,27	---	---	0,856	0,825	0,955
	GF (13)	146,92	17,22	143,62	27,81	---	---			
	GA (11)	128,55	16,89	133,18	24,23	---	---			
EMG ST ( $\mu$ V)	GE (17)	144,12	12,96	172,88	18,15	---	---	0,545	0,614	0,063
	GF (13)	163,08	19,18	174,15	20,97	---	---			
	GA (12)	191,83	22,47	168,00	15,14	---	---			
1 RM (kg)	GE (17)	22,55	1,39	25,83	1,57	14,85	2,26	<0,001*	0,761	0,001*
	GF (13)	22,46	1,75	29,23	2,05	31,51	3,44			
	GA (14)	22,85	1,23	27,64	1,34	22,80	5,27			

\*representa diferença significativa para  $p < 0,05$ . --- não foram expressos os deltas percentuais das variáveis que não apresentaram diferença significativa entre os momentos pré e pós-treinamento.

Após 12 semanas de treinamento, não foram encontrados aumentos significativos nas variáveis relacionadas à força isométrica máxima (CVM e EMG), independente do grupo avaliado ( $p > 0,05$ ). Em contrapartida, a força dinâmica máxima (1RM) apresentou efeito significativo no fator tempo ( $p < 0,001$ ) e na interação tempo\*grupo ( $p < 0,05$ ). Essa interação significativa reflete um

comportamento distinto entre os grupos ao longo do tempo, como pode ser observado na figura 14.

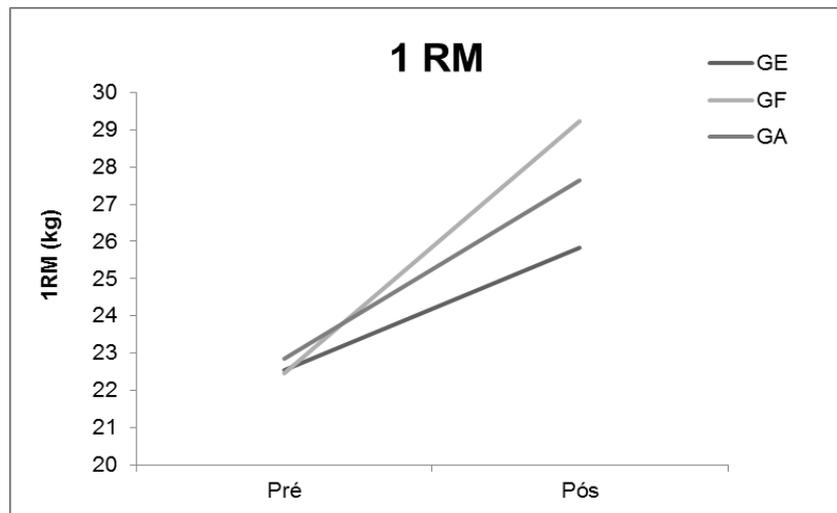


Figura 14: Gráfico do comportamento da força muscular dinâmica máxima dos extensores de joelhos (1RM) dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA) ao longo do tempo.

O teste *post hoc* de Bonferroni indicou diferença significativa no 1RM entre o pré e pós-treinamento em todos os grupos ( $p < 0,001$ ), sem diferença entre os mesmos ( $p > 0,05$ ). No entanto, ao analisar estatisticamente os percentuais de aumento dessa variável após o treinamento (figura 15), encontrou-se diferença significativa entre GF e GE ( $31,51 \pm 3,44$  vs  $14,85 \pm 2,26\%$ ,  $p = 0,007$ ), sendo ambos similares ao GA ( $22,80 \pm 5,27\%$ ).

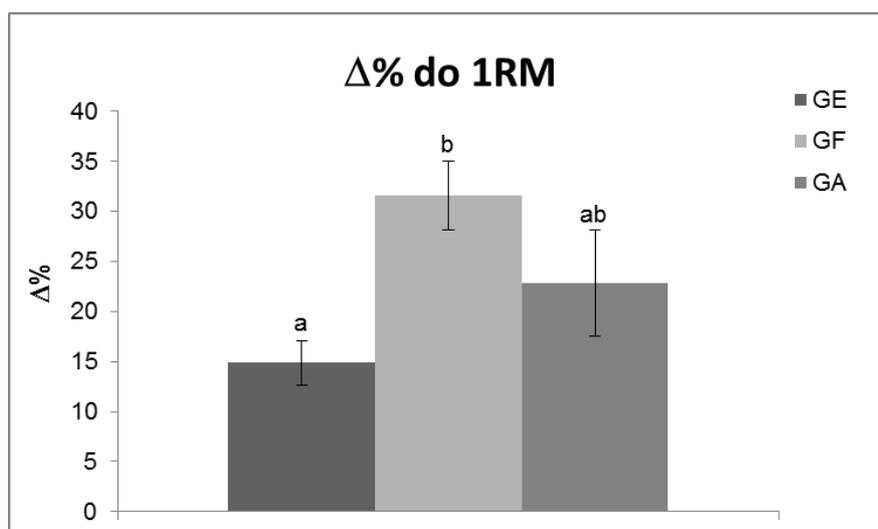


Figura 15: Gráfico dos percentuais de aumento da força muscular dinâmica máxima dos extensores de joelhos ( $\Delta\%$  do 1RM) após o treinamento dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA). Letras diferentes representam diferença significativa para  $p < 0,05$ .

#### 4.2.4 Discussão das Variáveis Neuromusculares

Após as 12 semanas de treinamento de hidroginástica, foram encontrados incrementos significativos no 1RM dos extensores do joelho ( $p < 0,001$ ), sem diferença significativa entre os grupos ao analisar os valores absolutos. Porém, através da análise dos percentuais de aumento, foram observados valores significativamente maiores no GF quando comparado ao GE ( $p = 0,007$ ). Já os resultados referentes à força e ativação EMG isométrica máxima de flexores e extensores de joelho não apresentaram alterações significativas no pós-treinamento.

Poucos estudos na literatura avaliaram os efeitos do treinamento em MA sobre a força isométrica máxima (TSOURLOU et al., 2006; BENTO et al., 2012; KANITZ, 2013, PINTO, 2013) e a ativação EMG isométrica máxima (KANITZ, 2013, PINTO, 2013) de indivíduos idosos e/ou de meia idade.

Indo ao encontro de nosso estudo, Bento et al. (2012) não verificaram alterações significativas no pico de torque isométrico de flexores e extensores de joelho em sujeitos idosos após 12 semanas de treinamento combinado na hidroginástica. No presente estudo, pode-se especular que esse resultado esteja associado à especificidade do treinamento e da avaliação utilizada, já que todos os exercícios foram executados de forma dinâmica e esse teste avalia somente a componente de força isométrica.

Em contrapartida, Tsourlou et al. (2006) observaram incrementos significativos no pico de torque isométrico de flexores (13,4%) e extensores de joelho (10,5%) de mulheres idosas após um treinamento combinado na hidroginástica. Essa divergência pode ser atribuída ao maior volume de treinamento utilizado por esses autores, tanto em duração total (24 semanas) quanto em volume semanal (3x 60min).

Pinto (2013) também encontrou aumentos significativos no pico de torque isométrico de extensores e flexores de joelho após 12 semanas de treinamento concorrente na hidroginástica, porém, em mulheres pós-menopáusicas. Seus achados indicaram um aumento de 7,53% (grupo força-aero) e 6,30% (grupo aero-força) no pico de torque dos extensores de joelho e de 11,33% (grupo força-aero) e 10,84% (grupo aero-força) dos flexores de joelho. Possivelmente essa discrepância com nossos resultados esteja relacionada ao maior volume/intensidade utilizado no

estudo de Pinto (2013). Em sua pesquisa, os indivíduos realizaram o treinamento de força juntamente com o treinamento aeróbico, oferecendo maiores estímulos para as adaptações neuromusculares. Além disso, durante todo o treinamento aeróbico a autora optou por uma intensidade superior às utilizadas no presente estudo (100% da  $FC_{LV2}$  vs 80-95% da  $FC_{LV2}$ ).

Corroborando os estudos anteriormente citados, Kanitz (2013) verificou um aumento significativo na força isométrica máxima dos extensores do joelho após um treinamento combinado e um treinamento aeróbico realizados em piscina funda. No entanto, assim como no presente estudo, a autora não encontrou incrementos significativos na força isométrica dos flexores do joelho. As diferenças metodológicas entre os estudos dificultam a comparação dos dados, já que a amostra avaliada por Kanitz (2013) foi composta por homens idosos e seu treinamento foi realizado em piscina funda. Além disso, sua intervenção apresentou maior volume semanal comparado ao nosso estudo (3x45 min vs 2x45 min).

Em relação à avaliação da ativação EMG, encontrou-se na literatura pesquisada apenas os estudos de Kanitz (2013) e Pinto (2013) envolvendo essa análise durante a contração isométrica máxima de idosos e sujeitos de meia idade após o treinamento em MA. Contrapondo nossos achados, Kanitz (2013) verificou um aumento significativo na ativação EMG máxima dos músculos RF, VL e ST após 12 semanas de treinamento em piscina funda, e essa divergência pode ser associada principalmente às diferentes modalidades e amostras avaliadas em cada estudo. Indo ao encontro de Kanitz (2013), porém na modalidade hidroginástica, Pinto (2013) também observou um aumento significativo na ativação EMG máxima dos músculos RF e VL após o treinamento concorrente. Assim como na força isométrica, possivelmente essa discrepância entre os resultados de EMG encontrados por Pinto (2013) e pelo presente estudo esteja relacionada às diferentes estratégias de treinamento (volume/intensidade) utilizadas em cada estudo.

No presente estudo, os resultados referentes à ativação EMG isométrica máxima corroboram os encontrados na força isométrica máxima, sugerindo que os métodos de treinamento propostos não foram capazes de gerar adaptações neurais significativas. Conforme discutido anteriormente, esse resultado pode estar associado à especificidade do treinamento (componente de força dinâmica) e da

avaliação utilizada (componente de força isométrica). No entanto, é importante ter cautela ao interpretar os resultados observados na amplitude do sinal EMG. Apesar de ser uma técnica amplamente utilizada para mensurar a atividade neuromuscular, a eletromiografia de superfície apresenta algumas limitações importantes, já que diversos fatores extrínsecos e intrínsecos podem afetar a amplitude do sinal EMG (DE LUCCA, 1997; CORREIA & MIL-HOMENS, 2004). Dentre os fatores intrínsecos, pode-se destacar o tecido subcutâneo, o qual influencia diretamente a captação do estímulo elétrico (emitido pelo músculo e propagado até a pele) pelo eletrodo de superfície (DE LUCCA, 1997). Tendo em vista que o percentual de gordura da amostra avaliada no presente estudo foi bem elevado (>30%), é possível que a coleta do sinal EMG tenha sido afetada.

Em contrapartida, a força muscular dinâmica máxima dos extensores do joelho (1RM) apresentou um aumento significativo após o treinamento em todos os grupos, sem diferença entre os mesmos ( $p > 0,05$ ). Esse efeito benéfico do treinamento em MA sobre a força dinâmica de indivíduos idosos e de meia idade já foi documentado na literatura, porém, somente em intervenções compostas por exercícios específicos de força e/ou aeróbicos (TAKESHIMA et al., 2002; TSOURLOU et al., 2006; GRAEF et al., 2010; KANITZ, 2013; PINTO, 2013).

Tendo em vista que os grupos apresentaram um comportamento distinto ao longo do tempo, optou-se por também realizar a análise dos percentuais de aumento do 1RM, a qual indicou valores significativamente maiores no GF quando comparado ao GE (GE:  $14,85 \pm 2,26\%$  vs GF:  $31,51 \pm 3,44\%$ ). Entretanto, não se observou diferença entre os incrementos do GA ( $22,80 \pm 5,27\%$ ) e dos demais grupos. A diferença observada entre GF e GE pode ser atribuída à especificidade do treinamento realizado. De acordo com alguns autores, para garantir incrementos significativos de força muscular em MA é fundamental que haja a ênfase no treinamento de força, através de exercícios executados com o controle da intensidade, variando entre os índices 15-19 da Escala de Borg (CARDOSO et al., 2004; GRAEF et al., 2010). Assim, é possível afirmar que o treinamento de força realizado no presente estudo foi mais efetivo que o treinamento de equilíbrio por apresentar uma metodologia adequada e específica para gerar ganhos de força. Esses dados indicam que a magnitude do efeito do treinamento na hidroginástica

sobre a força muscular dinâmica máxima parece ser diretamente dependente dos estímulos oferecidos durante as sessões.

No entanto, mesmo sendo realizado em baixa intensidade (IEP 13 da Escala de Borg), o GE apresentou incrementos similares ( $14,85 \pm 2,26\%$ ) na força de membros inferiores quando comparado a outros estudos com treinamento específico de força ou combinado (CARDOSO et al., 2004; KRUEL et al., 2005; SCHOENELL, 2012; KANITZ, 2013; PINTO, 2013). Dessa forma, o treinamento com enfoque no equilíbrio proposto no presente estudo ofereceu estímulos suficientes para gerar adaptações na força dinâmica máxima dos extensores do joelho. Esse efeito pode ser atribuído à realização de exercícios que envolviam a musculatura extensora do joelho (ex. chute, corrida estacionária), e principalmente aos deslocamentos frontais realizados em velocidade rápida nos últimos mesociclos do GE. Além disso, esse resultado pode ter sido influenciado pelo nível de condicionamento inicial da amostra - sedentária há no mínimo seis meses -, a qual possivelmente possuía uma ampla janela de treinamento.

Os ganhos de força observados no GF do presente estudo ( $31,51 \pm 3,44\%$ ) foram semelhantes aos achados de Tsourlou et al. (2006), que verificaram um aumento de 29,4% no teste de 3RM dos extensores do joelho de idosas após um treinamento combinado na hidroginástica. Porém, cabe salientar que esses autores realizaram uma intervenção mais longa (24 semanas) e com maior volume semanal (3x60 min) que o presente estudo.

Corroborando nosso resultado, Pinto (2013) observou um aumento de 34,6% no 1RM dos extensores de joelhos de mulheres pós-menopáusicas após 12 semanas de treinamento combinado na hidroginástica, realizado na ordem força-aeróbico. Em contrapartida, verificou um incremento significativamente menor no treinamento realizado na ordem aeróbico-força (14,16%). A autora atribuiu essa menor adaptação do grupo aeróbico-força à fadiga residual dos exercícios aeróbicos, que possivelmente causou uma menor velocidade de execução dos exercícios de força realizados posteriormente. Também avaliando os efeitos da hidroginástica, Ambrosini et al. (2010) verificaram incrementos de 34,28 e 41,5% no 1RM dos extensores de quadril de mulheres de meia idade após 12 semanas de treinamento de força, realizados com e sem utilização de equipamento, respectivamente.

Contraopondo os autores supracitados e os resultados do presente estudo, Taunton et al. (1996) não encontraram um aumento significativo na força muscular de mulheres idosas após 12 semanas de treinamento na hidroginástica. No entanto, é importante salientar essa pesquisa avaliou somente a força de preensão manual, sem mensurar os efeitos do treinamento sobre a musculatura de membros inferiores. Os autores atribuíram esse resultado à falta de especificidade do treinamento, já que o mesmo foi composto por diferentes tipos de exercício durante as sessões (aeróbico, flexibilidade, força, resistência, equilíbrio), sem objetivos pré-estabelecidos. Nesse mesmo contexto, Tormen (2007) verificou que o treinamento de hidroginástica não periodizado e sem objetivos específicos foi incapaz de gerar estímulos para incrementar ou manter os níveis de força atingidos previamente no treinamento concorrente periodizado adequadamente.

Em relação ao treinamento aeróbico, os achados do presente estudo indicaram incrementos no 1RM semelhantes entre o GA e os demais grupos ( $p>0,05$ ), tanto nos valores brutos quanto nos percentuais de aumento. Não foram encontrados na literatura pesquisada estudos avaliando as respostas crônicas do treinamento aeróbico realizado de forma isolada na hidroginástica, ou comparando-o com outros métodos de treinamento, dificultando a discussão dos resultados.

Na modalidade corrida em piscina funda, Kanitz (2013) observou que o treinamento aeróbico realizado isoladamente apresentou incrementos no 1RM dos extensores do joelho semelhantes ao treinamento combinado após 12 semanas de intervenção (aeróbico: 10%; combinado: 6%). Além disso, esse mesmo comportamento foi identificado nos testes de resistência muscular localizada (RML) e CVM de flexores e extensores do joelho, e na ativação EMG isométrica máxima. Dessa forma, a autora concluiu que o treinamento aeróbico realizado de forma isolada em MA também é uma estratégia eficiente para o aumento de força em idosos sedentários. Nossos resultados apontaram um maior  $\Delta\%$  em GA (20,90%) comparado ao treinamento aeróbico (10%) do estudo de Kanitz (2013), mesmo apresentando um menor volume semanal (2 vs 3 sessões). Essa divergência pode estar associada às diferentes modalidades, e, principalmente, à amostra avaliada.

Cabe salientar que, em sua periodização, Kanitz (2013) utilizou a  $FC_{LV2}$  para prescrever a intensidade, atingindo 95-100% da  $FC_{LV2}$  no último mesociclo, semelhante ao GA no presente estudo (90-95% da  $FC_{LV2}$ ). Sendo assim, os

incrementos na força muscular parecem estar associados principalmente à intensidade utilizada no treinamento aeróbico em MA. Esse fato pode ser explicado pelo aumento na resistência ao avanço ( $R=0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot Cd$ ) ocasionado pelo incremento da velocidade de execução para atingir intensidades elevadas em MA. Dessa forma, o treinamento aeróbico em MA, adotando a metodologia proposta em ambos os estudos, é efetivo para a melhora da força muscular de idosos sedentários.

#### 4.2.5 Resultados das Variáveis Cardiorrespiratórias

##### 4.2.5.1 Período Controle

No presente estudo, foi utilizada como variável cardiorrespiratória controle o desempenho no teste funcional “caminhada de seis minutos”. Essa avaliação tem sido amplamente utilizada como parâmetro de desempenho cardiorrespiratório, principalmente por apresentar correlações significativas com o consumo máximo de oxigênio (CAMARA et al., 2008). Além disso, o desempenho de idosos na “caminhada de seis minutos” apresenta reprodutibilidade e validade (RIKLI & JONES, 1998). Conforme apresentado na tabela 9, não houve diferença significativa na distância percorrida no teste “caminhada de seis minutos” antes e após o período controle.

Tabela 9: Valores de médias e desvios-padrão (DP) da variável “caminhada de seis minutos” no período controle (semana -4 a 0).

Variável (n=13)	Semana -4		Semana 0		p
	Média	±DP	Média	±DP	
Caminhada de seis minutos (m)	534,83	52,15	530,96	39,11	0,596

#### 4.2.5.2 Período de Treinamento

Os resultados das variáveis cardiiorespiratórias nos momentos pré e pós-treinamento estão descritos na tabela 10.

Tabela 10: Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) da frequência cardíaca e consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório ( $FC_{LV2}$ ,  $VO_{2LV2}$ ), do consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2pico}$ ) e da caminhada de seis minutos dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-treinamento.

Variável	Grupo	PRÉ		PÓS		$\Delta\%$		<i>p</i>		
		Média	$\pm EP$	Média	$\pm EP$	Média	$\pm EP$	tempo	grupo	tempo*grupo
$FC_{LV2}$ (bpm)	GE (15)	122,20	3,70	122,07	3,97	0,22	2,58			
	GF (12)	125,00	4,38	120,25*	4,51	-3,70	1,86	0,728	0,891	0,036*
	GA (14)	118,46	3,96	121,85	3,76	3,17	2,03			
$VO_{2LV2}$ ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )	GE (15)	10,43	0,50	12,78*	0,54	25,25	5,94			
	GF (12)	11,49	0,46	12,03	0,63	5,62	5,70	<0,001*	0,445	0,006*
	GA (14)	11,07	0,56	13,90*	0,58	26,69	3,35			
$VO_{2pico}$ ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )	GE (15)	14,12	0,52	16,70*	0,69	19,95	4,84			
	GF (12)	15,33	0,76	15,35	0,74	1,36	4,86	<0,001*	0,371	0,005*
	GA (14)	14,96	0,56	17,77*	0,57	19,51	2,84			
Caminhada de seis minutos (m)	GE (15)	501,53	10,42	547,15*	12,34	9,37	1,80			
	GF (12)	520,00	15,71	547,18*	14,85	5,51	1,57	<0,001*	0,877	0,267
	GA (13)	507,31	14,12	545,50*	15,39	7,85	2,37			

\*representa diferença significativa entre os momentos pré e pós-treinamento ( $p < 0,05$ ).

A variável  $FC_{LV2}$  apresentou interação tempo\*grupo significativa ( $p < 0,05$ ), e, através da análise do teste *post hoc* de Bonferroni, foi observada diferença significativa entre o pré e pós-treinamento apenas no GF ( $p = 0,040$ ). Além disso, não se observou diferenças entre os grupos nos dois momentos ( $p > 0,05$ ).

A análise do  $VO_{2LV2}$  e do  $VO_{2pico}$  indicou que ambas apresentaram um efeito significativo no tempo ( $p < 0,001$ ) e interação grupo\*tempo significativa ( $p < 0,05$ ). Ao observar os resultados do teste *post hoc*, verificou-se que o GF não apresentou alterações significativas no  $VO_{2LV2}$  ( $p = 0,406$ ) e no  $VO_{2pico}$  ( $p = 0,981$ ) após o treinamento, enquanto o GE e o GA apresentaram um aumento significativo no  $VO_{2LV2}$  ( $p < 0,001$ ) e no  $VO_{2pico}$  ( $p < 0,001$ ). Por fim, essas variáveis não apresentaram diferença significativa entre os grupos nos momentos pré e pós-treinamento ( $p > 0,05$ ).

No teste “caminhada de seis minutos”, foi encontrada diferença significativa somente no fator tempo ( $p < 0,001$ ), com maiores valores após o treinamento, sem diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ).

#### **4.2.6 Discussão das Variáveis Cardiorrespiratórias**

##### **4.2.6.1 Efeitos do Treinamento**

Os resultados do presente estudo indicaram uma melhora significativa ( $p < 0,001$ ) nas variáveis  $VO_{2LV2}$  e  $VO_{2pico}$ , coletadas no teste máximo em cicloergômetro, após o treinamento no GA e GE, enquanto o GF apresentou uma manutenção dos níveis iniciais ( $p > 0,05$ ). No entanto, para ambas as variáveis, não houve diferença significativa entre os grupos nos momentos pré e pós-treinamento. A análise da  $FC_{LV2}$  indicou uma redução significativa apenas no GF após as 12 semanas de treinamento. Todavia, em ambos os momentos não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos. Já o desempenho no teste “caminhada de seis minutos” apresentou um incremento significativo nos três grupos após o treinamento ( $p < 0,001$ ), sem diferença entre os mesmos.

As variáveis  $VO_{2LV2}$  e  $VO_{2pico}$  refletem diretamente a capacidade cardiorrespiratória de um indivíduo, e o aumento de ambos indica um menor custo energético para uma mesma carga de trabalho. Com o envelhecimento, ocorrem declínios significativos nesses parâmetros, impactando negativamente sobre a independência funcional de idosos (FLEG & STRAIT, 2012). Em contrapartida, corroborando com nossos achados, estudos têm demonstrado que esse efeito deletério do envelhecimento pode ser revertido ou minimizado através do treinamento em MA (TAUNTON et al., 1996; TAKESHIMA et al., 2002; BOCALINI et al., 2010; BROMAN et al., 2006; KANITZ, 2013; PINTO, 2013).

Na modalidade hidrogenástica, Takeshima et al. (2002) também verificaram um aumento no  $VO_{2LV2}$  (20%) e no  $VO_{2pico}$  (12%) em cicloergômetro após um treinamento combinado de 12 semanas com mulheres idosas. No entanto, ao comparar esses resultados com a presente pesquisa, identificamos incrementos superiores no GA (LV2:  $26,69 \pm 3,35\%$ ; Pico:  $19,51 \pm 2,84\%$ ) e no GE (LV2:  $25,25\% \pm 5,94$ ; Pico:  $19,95 \pm 4,84\%$ ), principalmente no  $VO_{2pico}$ . Cabe salientar que esses menores incrementos ocorreram após uma intervenção com volume superior ao do

presente estudo (3x1h10min/sem vs 2x45min/sem). Essa divergência pode estar relacionada às diferentes metodologias de treinamento utilizadas em cada estudo.

Indo ao encontro desses achados, Taunton et al. (1996) observaram uma melhora significativa no  $VO_{2\text{pico}}$  de idosas durante um teste máximo em esteira, após 12 semanas de treinamento combinado na hidroginástica (3x50min/sem). Comparado com o presente estudo, esses autores encontraram menores incrementos no  $VO_{2\text{pico}}$  (11,7%), fato que pode estar associado ao maior nível inicial da sua amostra ( $18,8 \pm 3,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ). Além disso, os autores realizaram o treinamento sempre na mesma intensidade (65% da  $FC_{\text{máx}}$ ), o que pode ter minimizado as adaptações cardiorrespiratórias.

Em contrapartida, Bocalini et al. (2010) verificaram um incremento de  $\approx 30\%$  no  $VO_{2\text{pico}}$  de mulheres idosas após um treinamento combinado de 12 semanas na hidroginástica. Essa maior magnitude de adaptação, comparada ao GA e GE, pode estar relacionada ao maior volume de treinamento utilizado por esses autores (3x60min) e ao ergômetro utilizado no teste máximo (esteira). Porém, cabe salientar que no estudo de Bocalini et al. (2010) o  $VO_{2\text{pico}}$  foi estimado de forma indireta, o que também pode estar associado aos elevados incrementos.

A melhora no  $VO_{2\text{LV2}}$  observada no GA do presente estudo ( $26,69 \pm 3,35\%$ ) foi superior aos achados de Pinto (2013) ao avaliar o treinamento combinado na hidroginástica, na ordem força-aeróbico (7,46%) e aeróbico-força (11,20%). Essa divergência entre os resultados pode estar associada principalmente à amostra avaliada, visto que Pinto (2013) realizou o treinamento com mulheres pós-menopáusicas ( $57,20 \pm 2,53$  e  $57,09 \pm 2,47$  anos). Além disso, o baixo nível inicial da amostra avaliada em nosso estudo pode ter otimizado os incrementos no  $VO_{2\text{LV2}}$ .

Nossos resultados também vão ao encontro de estudos que observaram melhoras significativas no  $VO_{2\text{pico}}$  (BROMAN et al., 2006; KANITZ, 2013) e no  $VO_{2\text{LV2}}$  (KANITZ, 2013) de idosos após o treinamento aeróbico de corrida em piscina funda. Broman et al. (2006) verificaram um menor incremento no  $VO_{2\text{pico}}$  (10%) comparado ao GA e GE da presente pesquisa, e essa discrepância pode ser atribuída ao menor tempo de treinamento realizado por esses autores (8 semanas). Já Kanitz (2013) observou aumentos de 35% (treinamento aeróbico) e 7% (treinamento combinado) no  $VO_{2\text{LV2}}$  e de 41% (treinamento aeróbico) e 17% (treinamento combinado) no  $VO_{2\text{pico}}$ . Ao comparar o GA com o grupo de treinamento aeróbico de Kanitz (2013),

verificamos incrementos inferiores em nosso estudo (LV2:  $26,69 \pm 3,35\%$ ; Pico:  $19,51 \pm 2,84\%$ ). Apesar de haver uma semelhança na prescrição do treinamento utilizada em ambos os estudos ( $\%FC_{LV2}$ ), a autora citada utilizou zonas de intensidades mais altas (85-90 a 95-100% da  $FC_{LV2}$ ) comparadas ao presente estudo (80-85 a 90-95% da  $FC_{LV2}$ ) e de forma intervalada, o que pode justificar as diferentes magnitudes encontradas. Além disso, Kanitz (2013) avaliou homens idosos e utilizou um volume de treinamento superior (3x45min/sem).

Na comparação entre os grupos, os resultados referentes ao  $VO_{2LV2}$  e ao  $VO_{2pico}$  foram semelhantes entre GA e GE, os quais foram distintos de GF. Após o treinamento de força na hidroginástica (GF), não houve qualquer alteração significativa nas variáveis de consumo de oxigênio. De acordo com Dantas (1995), as adaptações crônicas geradas pelo exercício físico estão diretamente relacionadas com a especificidade do treinamento. Dessa forma, a ausência de alterações no  $VO_{2LV2}$  e no  $VO_{2pico}$  no GF pode ser explicada pela falta de estímulos específicos para essas variáveis, uma vez que foram realizados apenas exercícios de força.

Em relação aos resultados de GE e GA, alguns fatores podem ter influenciado para que ocorressem adaptações semelhantes nas variáveis cardiorrespiratórias. Apesar de ter o enfoque principal no treinamento do equilíbrio, o GE também teve um enfoque aeróbico, sendo prescrito por sensação subjetiva de esforço (IEP 13 da Escala de Borg). De acordo com a literatura, durante a execução de exercícios específicos da hidroginástica, os índices 12-13 da Escala de Borg correspondem ao primeiro limiar ventilatório, enquanto os índices 15-16 equivalem ao segundo limiar ventilatório (ALBERTON et al., 2013). Dessa forma, pode-se garantir que o treinamento de equilíbrio foi realizado em uma zona aeróbia, e, conseqüentemente, gerou estímulos suficientes para adaptações cardiorrespiratórias. Além disso, no último mesociclo, foram realizados deslocamentos em velocidade, o que pode ter elevado a intensidade durante as sessões. É importante ressaltar que os sujeitos foram previamente familiarizados com a Escala de Borg para dor e esforço percebido.

No GA, a prescrição foi realizada através da  $FC_{LV2}$  obtida em um teste máximo em MA, conforme proposto em estudos prévios (KANITZ, 2013; PINTO, 2013). Todavia, o teste máximo foi realizado somente no pré-treinamento, não havendo uma reavaliação para verificar uma possível adaptação do LV2. Esse fato pode ter

subestimado a intensidade de treinamento ao longo das semanas e minimizado as adaptações cardiorrespiratórias, já que o LV2 pode apresentar incrementos significativos após seis semanas de treinamento na hidroginástica (PINTO, 2013).

No presente estudo, o treinamento do GA foi realizado de forma contínua, com intensidade entre 80-85% da  $FC_{LV2}$  no primeiro mesociclo, 85-90% da  $FC_{LV2}$  no segundo mesociclo e 90-95% da  $FC_{LV2}$  no terceiro mesociclo. Essas intensidades foram menores que as utilizadas por Kanitz (2013), que iniciou com 85-90% da  $FC_{LV2}$  e finalizou com 95-100% da  $FC_{LV2}$ . Porém, a autora realizou o treinamento na modalidade corrida em piscina funda, com homens e de forma intervalada (4min de estímulo e 1min < 85% da  $FC_{LV2}$ ). Na pesquisa de Pinto (2013), a parte aeróbica do treinamento combinado, realizada continuamente, teve a intensidade mantida em 100% da  $FC_{LV2}$  durante as 12 semanas. No presente estudo, optou-se pela utilização de menores percentuais, principalmente no primeiro mesociclo, devido ao baixo nível de condicionamento da amostra avaliada. Essa escolha por intensidades mais baixas possivelmente atenuou os incrementos no GA, gerando adaptações semelhantes ao GE.

Além disso, é possível que a intensidade de treinamento tenha sido muito semelhante entre os grupos equilíbrio e aeróbico. De acordo com Alberton et al. (2013), o segundo limiar ventilatório corresponde aos índices 15-16 da Escala de Borg, dessa forma, como GA treinou em percentuais abaixo da  $FC_{LV2}$ , os indivíduos podem ter atingidos níveis de esforço próximos ao IEP 13 da Escala de Borg, o qual foi utilizado no GE. Ao observar os percentuais de aumento semelhantes entre os grupos no  $VO_{2LV2}$  (GA:  $26,69 \pm 3,35\%$ ; GE:  $25,25 \pm 5,94\%$ ) e no  $VO_{2pico}$  (GA:  $19,51 \pm 2,84\%$ ; GE:  $19,95 \pm 4,84\%$ ), essa hipótese fica mais evidenciada.

Em relação aos resultados da  $FC_{LV2}$ , observou-se uma redução significativa no GF após o treinamento e uma manutenção no GA e GE. No entanto, não houve diferença significativa entre os grupos nos momentos pré e pós-treinamento. Os resultados referentes ao GA e GE estão de acordo com o estudo de Kanitz (2013), que não verificou adaptações na  $FC_{LV2}$  de idosos após 12 semanas de treinamento combinado e aeróbico na corrida em piscina funda. A redução da  $FC_{LV2}$  no GF (Pré:  $125,00 \pm 4,38$  bpm; Pós:  $120,25 \pm 4,51$  bpm) não parece estar associada diretamente a adaptações cardiorrespiratórias ao treinamento, já que as demais variáveis analisadas não sofreram qualquer alteração. Todavia, pode-se especular

que o aumento na força máxima dos extensores de joelho observado nesse grupo (30,14%) tenha otimizado a produção de força e potência durante o teste em cicloergômetro, minimizando a demanda sobre o sistema cardiovascular em uma mesma intensidade relativa (LV2). Fisiologicamente, esse fato pode ser explicado por uma facilitação do retorno venoso durante o exercício, decorrente da maior efetividade da bomba muscular, o que possivelmente aumentou o volume sistólico e reduziu a  $FC_{LV2}$ .

Foi observado um aumento significativo ( $p < 0,001$ ) na distância percorrida no teste “caminhada de seis minutos” ao término do treinamento, sem diferença entre os grupos avaliados. Esse resultado indica uma melhora na capacidade aeróbica dos indivíduos, uma vez que esse teste correlaciona-se significativamente com variáveis cardiorrespiratórias (CAMARA et al., 2008).

Nossos achados indicaram incrementos de  $9,37 \pm 1,80\%$  no GE, de  $5,51 \pm 1,57\%$  no GF e de  $7,85 \pm 2,37\%$  no GA. Tendo em vista que o GF não apresentou alterações significativas nas variáveis de  $VO_2$ , era esperado que não houvesse melhora no desempenho da “caminhada de seis minutos”. No entanto, possivelmente a magnitude do aumento de força no GF ( $31,51 \pm 3,44\%$ ) influenciou indiretamente na capacidade aeróbica, assim como foi observado na  $FC_{LV2}$ . Além disso, os menores incrementos na “caminhada de seis minutos” observados nesse grupo reforçam a importância da especificidade do treinamento.

Em relação ao GE e GA, nossos resultados são inferiores quando comparados com o estudo de Alves et al. (2004), que observaram incrementos de 22,2% na distância percorrida durante a “caminhada de seis minutos” após 12 semanas de treinamento combinado na hidroginástica. Essa discrepância entre os resultados pode estar relacionada à amostra avaliada por esses autores, que, além de ser composta por indivíduos mais velhos ( $78 \pm 3$  anos), apresentava um baixo nível de condicionamento inicial ( $419,8 \pm 72,4$  m) comparada à amostra do presente estudo (GE:  $501,53 \pm 10,42$ m; GF:  $520,00 \pm 15,71$ m; GA:  $507,31 \pm 14,12$ m). Em contrapartida, os incrementos obtidos em nosso estudo são superiores aos resultados de Bento et al. (2012), que verificaram uma melhora de apenas 4,2% na “caminhada de seis minutos” após 12 semanas de treinamento combinado, com um volume de três sessões semanais (60 min). Outros autores também encontraram melhoras na capacidade cardiorrespiratória após um treinamento na hidroginástica

através de avaliações funcionais, como o teste de caminhada de 800m (BOCALINI et al., 2010; RICA et al., 2012).

#### 4.2.7 Resultados das Variáveis Funcionais

##### 4.2.7.1 Período Controle

Na tabela 11, pode-se observar que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para a maior parte das variáveis funcionais entre os momentos pré e pós-período controle (semana -4 e 0). Apenas o teste alcançar atrás das costas apresentou diferença significativa nesse período ( $p = 0,016$ ).

Tabela 11: Valores de médias e desvios-padrão (DP) das variáveis “alcançar atrás das costas”, “sentar e alcançar”, “flexão de cotovelo”, “levantar e sentar” e 8-Foot Up and Go (8-Foot) no período controle (semana -4 a 0).

Variável (n=13)	Semana -4		Semana 0		p
	Média	±DP	Média	±DP	
Alcançar atrás das costas (cm)	-4,15	4,29	-3,23	3,78	0,016*
Sentar e alcançar (cm)	-1,23	7,61	-1,53	7,71	0,536
Flexão de cotovelo (nº repetições)	14,69	2,94	14,61	2,86	0,864
Levantar e sentar (nº repetições)	12,15	2,34	11,53	1,73	0,161
8-Foot (s)	5,75	0,89	5,74	0,68	0,928

\*representa diferença significativa para  $p < 0,05$ .

##### 4.2.7.2 Período de Treinamento

Os resultados referentes a todas as variáveis funcionais são apresentados na tabela 12.

Tabela 12: Valores de média, erros-padrão (EP) e delta percentual ( $\Delta\%$ ) das variáveis “alcançar atrás das costas”, “sentar e alcançar”, “flexão de cotovelo”, “levantar e sentar” e 8-Foot *Up and Go* (8-Foot) dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA), pré e pós-treinamento.

Variável	Grupo	PRÉ		PÓS		$\Delta\%$		<i>p</i>		
		Média	$\pm$ EP	Média	$\pm$ EP	Média	$\pm$ EP	tempo	grupo	tempo*grupo
Alcançar atrás das costas (cm)	GE (16)	-3,69 <sup>a</sup>	1,27	-1,25 <sup>a</sup>	1,28	∅	∅			
	GF (13)	-3,00 <sup>a</sup>	1,38	-1,04 <sup>a</sup>	1,49	∅	∅	<0,001*	0,971	0,459
	GA (13)	-3,77 <sup>a</sup>	1,77	-0,92 <sup>a</sup>	1,47	∅	∅			
Sentar e alcançar (cm)	GE (16)	-3,81 <sup>a</sup>	1,81	0,75 <sup>a</sup>	1,40	∅	∅			
	GF (13)	-2,85 <sup>a</sup>	2,12	1,00 <sup>a</sup>	2,30	∅	∅	<0,001*	0,483	0,173
	GA (13)	-7,08 <sup>a</sup>	3,68	-4,62 <sup>a</sup>	3,55	∅	∅			
Flexão de cotovelo (nº repetições)	GE (16)	16,25 <sup>a</sup>	0,72	19,50 <sup>a</sup>	0,56	22,65	5,09			
	GF (13)	14,23 <sup>a</sup>	0,68	21,46 <sup>ab</sup>	0,76	53,39	6,82	<0,001*	0,524	<0,001*
	GA (12)	15,08 <sup>a</sup>	0,85	22,17 <sup>b</sup>	0,56	52,35	9,63			
Levantar e sentar (nº repetições)	GE (16)	11,63 <sup>a</sup>	0,29	14,25 <sup>a</sup>	0,40	23,68	4,75			
	GF (13)	10,85 <sup>a</sup>	0,32	14,92 <sup>ab</sup>	0,67	37,41	4,23	<0,001*	0,235	0,005*
	GA (13)	11,31 <sup>a</sup>	0,36	15,92 <sup>b</sup>	0,41	42,04	4,58			
8-Foot (s)	GE (16)	5,85 <sup>a</sup>	0,14	5,53 <sup>a</sup>	0,10	-5,14	1,69			
	GF (13)	5,85 <sup>a</sup>	0,14	5,58 <sup>a</sup>	0,13	-4,54	1,28	<0,001*	0,415	0,056
	GA (13)	5,82 <sup>a</sup>	0,17	5,16 <sup>a</sup>	0,12	-10,85	2,08			

\*representa diferença significativa para  $p < 0,05$ . Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p < 0,05$ ). ∅ as médias e erros-padrões não foram apresentados devido à grande discrepância intra-grupo.

As variáveis “alcançar atrás das costas” e “sentar e alcançar” apresentaram diferença significativa ( $p < 0,001$ ) apenas no fator tempo, com uma melhora do pré para o pós-treinamento, sem diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ).

Nos testes “flexão de cotovelo” e “levantar e sentar” observou-se um efeito significativo no tempo ( $p < 0,001$ ) e na interação tempo\*grupo ( $p < 0,05$ ), sendo que ambos aumentaram significativamente após o treinamento em todos os grupos ( $p < 0,001$ ) e apresentaram diferença significativa entre GE e GA no pós-treinamento, com maior número de repetições no GA ( $p < 0,05$ ).

Porém, ao analisar estatisticamente os percentuais de aumento, constatou-se diferença significativa no  $\Delta\%$  “flexão de cotovelo” entre GF e GE ( $53,39 \pm 6,82\%$  vs  $22,65 \pm 5,09\%$ ) e entre GA e GE ( $52,35 \pm 9,63\%$  vs  $22,65 \pm 5,09\%$ ), conforme demonstrado na figura 16.

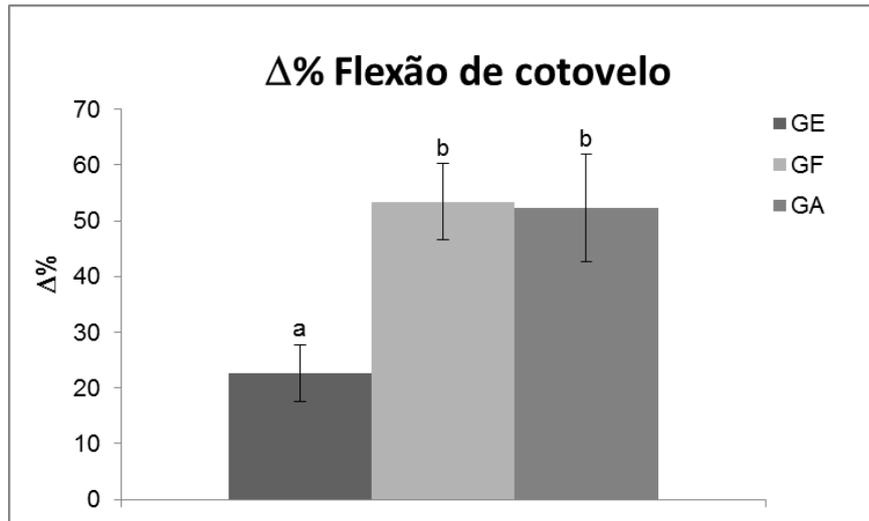


Figura 16: Gráfico dos percentuais de aumento do teste “flexão de cotovelo” ( $\Delta\%$  Flexão de cotovelo) após o treinamento dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA). Letras diferentes representam diferença significativa para  $p < 0,05$ .

Além disso, a análise estatística do  $\Delta\%$  do teste “levantar e sentar” entre os momentos pré e pós-treinamento (figura 17) indicou diferença significativa entre GA e GE ( $42,04 \pm 4,58\%$  vs  $23,68 \pm 4,75\%$ ), sendo ambos similares ao GF ( $37,41 \pm 4,23\%$ ;  $p > 0,05$ ).

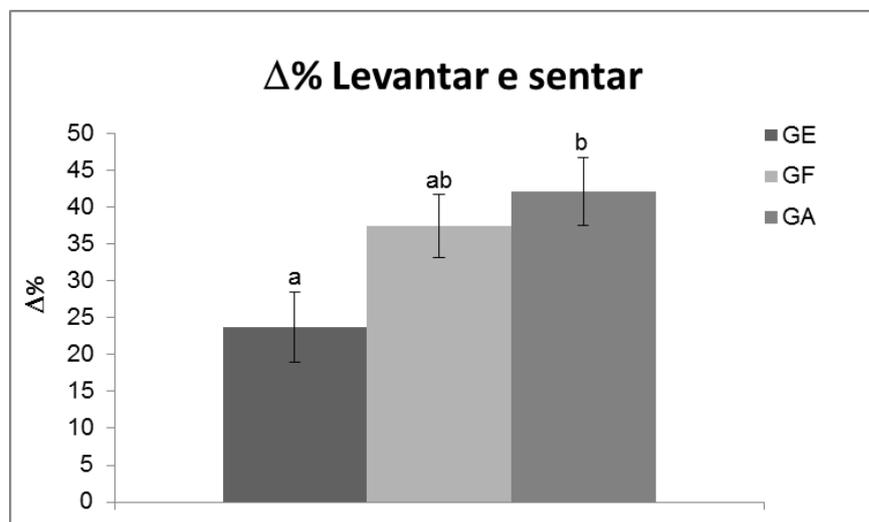


Figura 17: Gráfico dos percentuais de aumento do teste “levantar e sentar” ( $\Delta\%$  Levantar e sentar) após o treinamento dos grupos equilíbrio (GE), força (GF) e aeróbico (GA). Letras diferentes representam diferença significativa para  $p < 0,05$ .

Por fim, a variável 8-Foot apresentou diferença significativa apenas no fator tempo ( $p < 0,05$ ), não havendo diferença significativa entre os grupos, nem interação tempo\*grupo.

## 4.2.8 Discussão das Variáveis Funcionais

### 4.2.8.1 Período Controle

Dentre todas as variáveis analisadas, somente “alcançar atrás das costas” apresentou uma melhora significativa após essa fase do estudo, resultado que pode ser atribuído às sessões de familiarização ao MA realizadas durante as quatro semanas prévias ao treinamento. Embora a ambientação tenha sido elaborada com baixos estímulos, os exercícios de alongamento realizados ao final de cada sessão provavelmente foram suficientes para incrementar a flexibilidade de membros superiores da amostra. Esse incremento também pode estar associado ao baixo nível de atividade física das idosas avaliadas (sedentárias há no mínimo seis meses), devido à maior responsividade das mesmas ao estímulo proposto.

### 4.2.8.2 Efeitos do Treinamento

Todas as variáveis funcionais mensuradas no presente estudo apresentaram melhora significativa ( $p < 0,001$ ) após 12 semanas de treinamento na hidroginástica, independente do grupo experimental. Esses achados corroboram outras pesquisas que também observaram melhora no desempenho de idosos na bateria de testes de Rikli & Jones (1999) após uma intervenção nessa modalidade (ALVES et al., 2004; BOCALINI et al., 2008, 2010; BENTO et al., 2012; RICA et al., 2012). No entanto, não foram encontrados na literatura pesquisada estudos comparando os efeitos entre diferentes métodos de treinamento na hidroginástica ou em MA, dificultando a discussão dos dados relacionados à comparação entre os grupos.

Foram observadas alterações positivas nas variáveis “sentar e alcançar” e “alcançar atrás das costas” após o treinamento ( $p < 0,001$ ), sem diferença significativa entre os grupos. Esse resultado pode ser atribuído à semelhança do estímulo de flexibilidade oferecido durante as sessões de treinamento, já que a parte de alongamento era exatamente igual para todos os grupos.

O teste “sentar e alcançar” é uma ferramenta amplamente utilizada para avaliar a flexibilidade de membro inferior e coluna de sujeitos idosos, mostrando-se sensível para detectar adaptações oriundas do treinamento em MA (ALVES et al., 2004;

KATSURA et al., 2009; BOCALINI et al., 2010; BENTO et al., 2012). Corroborando os achados do presente estudo, Alves et al. (2010) encontraram melhoras significativas no desempenho de mulheres idosas nesse teste após 12 semanas de treinamento combinado na hidroginástica, realizado duas vezes por semana (45min/sessão). Bento et al. (2012) também verificaram resultados positivos no “sentar e alcançar” após um treinamento combinado na hidroginástica com a mesma duração, porém, realizando três sessões semanais de 60min. Com esse mesmo volume e método de treinamento, Bocalini et al. (2008, 2010) relataram uma melhora significativa no desempenho de mulheres idosas nesse teste após a intervenção.

Através da avaliação “alcançar atrás das costas” é possível mensurar a flexibilidade de membros superiores, principalmente relacionada à articulação do ombro. Apesar da importância dessa capacidade física nas atividades de vida diária do idoso, foram encontrados poucos estudos que avaliassem a flexibilidade de membros superiores após o treinamento na hidroginástica nessa população (ALVES et al., 2004; LORD et al., 2006; BOCALINI et al., 2008). Alves et al. (2004) verificaram melhoras significativas no desempenho desse teste após 12 semanas de treinamento combinado em mulheres idosas, indo ao encontro de nossos achados. Esse resultado também foi observado por Bocalini et al. (2008) ao final de 12 semanas de treinamento combinado, porém, com um volume semanal superior (3x 60min). Com uma intervenção mais longa (20 semanas), menor frequência semanal (1x1h/sessão) e um treinamento visando a melhora de diversas capacidades físicas, Lord et al. (2006) verificaram incrementos significativos na flexibilidade de membros superiores ao avaliar a amplitude máxima de flexão do ombro, corroborando nossos achados.

Semelhante ao presente estudo, todas as intervenções que avaliaram os efeitos do treinamento na hidroginástica sobre a flexibilidade de idosos incluíram exercícios de alongamento na fase inicial ou final da sessão (5 a 10min), sem apresentar o enfoque principal nessa variável. Dessa forma, pode-se inferir que a melhora nos testes “sentar e alcançar” e “alcançar atrás das costas” está associada principalmente aos estímulos de flexibilidade oferecidos pelos exercícios de alongamento, ocorrendo independente do método de treinamento. Além disso, a amostra avaliada, mulheres idosas sedentárias, pode ter influenciado a magnitude dessas adaptações.

Nossos resultados indicaram um aumento significativo no número de repetições realizadas no teste “flexão de cotovelo” após os diferentes métodos de treinamento, havendo diferença significativa apenas entre GE e GA no momento pós-intervenção. Ao final de 12 semanas, observou-se um aumento de  $\approx 20\%$  no GE (Pré:  $16,25 \pm 0,72$  vs Pós:  $19,50 \pm 0,56$  repetições), de  $\approx 50\%$  no GF (Pré:  $14,23 \pm 0,68$  vs Pós:  $21,46 \pm 0,76$  repetições) e de  $\approx 50\%$  no GA (Pré:  $15,08 \pm 0,85$  vs Pós:  $22,17 \pm 0,56$  repetições).

Esses achados corroboram outras pesquisas que, através dessa mesma avaliação, verificaram incrementos na força de membros superiores em mulheres idosas após um período similar de intervenção (ALVES et al., 2004; BOCALINI et al., 2008, 2010; RICA et al., 2012), porém, todas realizaram o método de treinamento combinado na hidroginástica. Em seu estudo, Alves et al. (2004) descreveram um aumento de 77% no número de repetições no teste “flexão de cotovelo” após 12 semanas de treinamento, uma variação consideravelmente superior aos nossos resultados. Essa diferença pode estar relacionada ao nível de condicionamento inicial e à idade da amostra, visto que esses autores avaliaram mulheres mais velhas ( $78 \pm 3$  anos) e sedentárias há mais tempo (mínimo 12 meses). Assim, possivelmente esses indivíduos apresentavam uma janela de treinamento maior que a amostra investigada no presente estudo. Já Bocalini et al. (2008, 2010) e Rica et al. (2012) relataram incrementos de 47, 39 e 52%, respectivamente, semelhantes aos obtidos pelo GF ( $53,39 \pm 6,82\%$ ) e pelo GA ( $52,35 \pm 9,63\%$ ). No entanto, cabe salientar que, na presente pesquisa, esses aumentos de mesma magnitude foram obtidos com um volume semanal inferior aos estudos anteriormente citados (2x 45min vs 3x 60min).

No pós-treinamento, o número de repetições do teste “flexão de cotovelo” aumentou significativamente em todos os grupos, demonstrando que os três métodos ofereceram estímulos suficientes para melhora da resistência muscular de membros superiores, mesmo sem haver o enfoque específico nessa variável em GA e GE. Esse resultado pode ser atribuído aos exercícios de membros superiores realizados por esses grupos, principalmente à flexão e extensão de cotovelos, ao alto volume empregado e à resistência gerada pelo meio líquido. Além disso, esses achados sugerem que é possível atingir melhoras significativas na resistência muscular de membros superiores de mulheres idosas através de um treinamento de

baixa intensidade na hidroginástica, conforme o protocolo realizado pelo GE (IEP 13 da Escala de Borg).

Apesar de essa variável ter apresentado diferença significativa somente entre GE e GA ao final da intervenção, a análise estatística da variação de aumento ( $\Delta\%$ ) entre os momentos pré e pós indicou que o  $\Delta\%$  do GF ( $53,39 \pm 6,82\%$ ) e do GA ( $52,35 \pm 9,63\%$ ) foram significativamente maiores que o do GE ( $22,65 \pm 5,09\%$ ). Dessa forma, pode-se inferir que os treinamentos aeróbico e de força aplicados no presente estudo apresentaram um efeito de maior magnitude no teste “flexão de cotovelo”, e conseqüentemente na resistência muscular de membros superiores, que o treinamento de equilíbrio. Em relação ao treinamento de força, essa grande magnitude de aumento pode ser associada à metodologia utilizada em nossa pesquisa, a qual foi baseada em estudos que verificaram incrementos significativos na força muscular de sujeitos idosos e/ou de meia idade, após uma intervenção em MA (CARDOSO et al., 2004; AMBROSINI et al., 2010; KANITZ, 2013, PINTO, 2013). Em contrapartida, o menor  $\Delta\%$  obtido pelo GE ( $22,65 \pm 5,09\%$ ) pode ser atribuído à baixa intensidade dos exercícios durante o treinamento (IEP 13 da Escala de Borg).

Mesmo sem possuir ênfase no treinamento da força muscular, o GA obteve uma variação de  $52,35 \pm 9,63\%$  no teste “flexão de cotovelo”, similar ao GF ( $p > 0,05$ ). Não foram encontrados na literatura pesquisada estudos avaliando a força muscular de membros superiores após um treinamento aeróbico realizado de forma isolada na hidroginástica, dificultando a discussão desses dados. No entanto, uma pesquisa realizada em piscina funda observou que o treinamento aeróbico com idosos foi capaz de gerar incrementos na força muscular de membros inferiores de mesma magnitude que o treinamento combinado (KANITZ, 2013). Em sua periodização, Kanitz (2013) utilizou 95-100% da  $FC_{LV2}$  no último mesociclo, semelhante ao presente estudo (90-95% da  $FC_{LV2}$ ). Assim, esses resultados parecem estar associados à intensidade utilizada no treinamento aeróbico em MA, já que, para atingir altas intensidades, a velocidade de execução deve ser aumentada, gerando uma maior resistência ao avanço ( $R = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot Cd$ ), o que pode estimular cronicamente os incrementos de força. Somando-se a isso, o treinamento aeróbico empregado em nosso estudo apresentou um alto volume do exercício flexão e extensão de cotovelos, pois o mesmo era realizado durante 1min em cada um dos oito blocos de membros inferiores, totalizando 8min por sessão. Dessa forma, pode-

se inferir que esse método ofereceu estímulos de força de resistência para flexores e extensores de cotovelo devido ao volume e à sobrecarga dos exercícios.

No teste “levantar e sentar”, que avalia a resistência muscular de membros inferiores, também houve um aumento no número de repetições após o treinamento ( $p < 0,001$ ), com diferença significativa apenas entre GE e GA no momento pós. Constatou-se um incremento de  $23,68 \pm 4,75\%$  no GE (Pré:  $11,63 \pm 0,29$  vs Pós:  $14,25 \pm 0,40$ ), de  $37,41 \pm 4,23\%$  no GF (Pré:  $10,85 \pm 0,32$  vs Pós:  $14,92 \pm 0,67$ ) e de  $42,04 \pm 4,58\%$  no GA (Pré:  $11,31 \pm 0,36$  vs Pós:  $15,92 \pm 0,41$ ).

Esse efeito benéfico gerado pelo treinamento na hidroginástica já foi documentado por outros autores (ALVES et al., 2004; BOCALINI et al., 2008, 2010; RICA et al., 2012), corroborando nossos resultados. Assim como no teste “flexão de cotovelo”, Alves et al. (2004) encontraram maiores incrementos na força de membros inferiores (71,26%), quando comparado ao presente estudo. Essa discrepância entre os resultados pode ser atribuída principalmente ao baixo nível de condicionamento inicial ( $8,7 \pm 1,6$  repetições) e a idade superior ( $78 \pm 3$  anos) da amostra avaliada pelos autores supracitados. Novamente os resultados do GF e GA do presente estudo foram semelhantes aos achados de Bocalini et al. (2008, 2010) e Rica et al. (2012), que verificaram melhoras de 54, 41 e 45% no teste “levantar e sentar”, respectivamente, após 12 semanas de treinamento combinado na hidroginástica (3x60min/semana). Contrapondo esses achados, Bento et al. (2012) não observaram alterações significativas nesse teste após um treinamento na hidroginástica realizado por sujeitos idosos (combinado, 3x60min/semana). Esse resultado parece estar associado à amostra avaliada, a qual era composta por apenas 6,2% de indivíduos sedentários e por 56% de indivíduos muito ativos, refletindo em uma menor janela de treinamento. Além disso, a intensidade de treinamento prescrita por esses autores pode ter sido insuficiente para gerar adaptações positivas na força de membros inferiores (Aeróbico: 40 a 60% da  $FC_{Reserva}$ ; Força: IEP 12 a 16 da Escala de Borg).

Ao analisar estatisticamente os percentuais de aumento do teste “levantar e sentar”, verificou-se que o  $\Delta\%$  entre os momentos pré e pós-treinamento foi significativamente menor no GE ( $23,68 \pm 4,75\%$ ) quando comparado ao GA ( $42,04 \pm 4,58\%$ ), sendo ambos similares ao GF ( $37,41 \pm 4,23\%$ ). Indo ao encontro dos resultados observados no teste “flexão de cotovelo”, a melhora no teste “levantar e

sentar” do GA demonstra que o treinamento aeróbico na hidroginástica realizado no presente estudo apresentou estímulos de força de resistência, mesmo sem haver o enfoque nessa variável. Além disso, a magnitude de incremento do GA foi semelhante ao GF ( $42,04 \pm 4,58$  vs  $37,41 \pm 4,23\%$ ;  $p>0,05$ ), sendo um importante achado do presente estudo. Esse fato pode ser atribuído ao alto volume de exercícios envolvendo flexores e extensores de quadril, bem como flexores e extensores de joelho, durante o treinamento aeróbico (27min por sessão). No GA, os blocos de exercícios eram compostos por corrida estacionária (2x 4min), deslize frontal (2x 4min), chute frontal (2x 4min), deslize lateral (2x 4min) e grupado (3min), os quais, exceto o deslize lateral, ativam predominantemente os grupos musculares responsáveis pela flexão e extensão de quadril e joelho. Além disso, de acordo com Kanitz (2013), a intensidade utilizada no treinamento aeróbico (80-95% da  $FC_{LV2}$ ) provavelmente foi um fator determinante para que essas adaptações ocorressem. Esse efeito benéfico também foi observado na força dinâmica máxima de membros inferiores (1RM extensores do joelho), contribuindo para a hipótese de que o método de treinamento aeróbico utilizado foi efetivo para melhora da força muscular em mulheres idosas.

Após a intervenção, todos os grupos apresentaram uma diminuição no tempo de execução do 8-Foot ( $p<0,001$ ), sem diferença entre os mesmos ( $p>0,05$ ). Esse resultado indica que o treinamento na hidroginástica, independente do seu enfoque, foi efetivo na melhora da agilidade motora e do equilíbrio dinâmico de mulheres idosas sedentárias, corroborando outros estudos que também utilizaram essa avaliação (ALVES et al., 2004; BOCALINI et al., 2008, 2010; BENTO et al., 2012).

Em nossa pesquisa, observamos reduções de  $5,14 \pm 1,69\%$  no GE,  $4,54 \pm 1,28\%$  no GF e  $10,85 \pm 2,08\%$  no GA no tempo de execução do 8-Foot, similares às encontradas por Bento et al. (2012), que verificaram uma diminuição de 7,58% após 12 semanas de treinamento combinado na hidroginástica. Em contrapartida, Bocalini et al. (2008, 2010) e Alves et al. (2004) observaram reduções de 34,52, 36,36 e 20,54%, respectivamente. Essas discrepâncias podem ser atribuídas aos maiores tempos de execução do 8-Foot no pré-treinamento desses estudos, sendo de  $8,4 \pm 2,3s$  (BOCALINI et al., 2008), de  $15,4 \pm 0,6s$  (BOCALINI et al., 2010) e de  $7,53 \pm 1,5s$  (ALVES et al., 2004). Em nossa pesquisa, verificamos tempos mais baixos no

pré-treinamento (GE:  $5,85 \pm 0,14s$ ; GF:  $5,85 \pm 0,14s$ ; GA:  $5,82 \pm 0,17s$ ), o que possivelmente reduziu a janela de treinamento dos sujeitos.

Corroborando nossos achados, alguns estudos que utilizaram o TUG (percurso de 3m) também observaram melhoras significativas no tempo de execução após uma intervenção na hidroginástica realizada por indivíduos idosos (JOSEPHSON et al., 2001; TSOURLOU et al., 2006; RESENDE et al., 2008; ABBASI et al., 2011). Esse efeito benéfico do treinamento em MA sobre a agilidade e o equilíbrio dinâmico de idosos tem sido atribuído à grande instabilidade postural promovida pelo exercício aquático (SIMMONS & HANSEN, 1996; LORD et al., 2006; KANEDA et al., 2008; MELZER et al., 2008; BENTO et al., 2012).

## 5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que os três métodos de treinamento na hidroginástica propostos pelo presente estudo foram igualmente efetivos para a melhora no equilíbrio estático e dinâmico de mulheres idosas sedentárias, uma vez que o enfoque principal (equilíbrio, força ou aeróbico) não influenciou na magnitude dos resultados relacionados a essas variáveis. Esse efeito benéfico foi constatado através de reduções significativas na Amplitude Máxima do COPml e do COPap em todas as situações analisadas ( $Bl_{OA}$ ,  $Bl_{OF}$  e UNI), na Velocidade Média do COPap  $Bl_{OF}$  e no tempo de execução da Marcha Tandem após o treinamento, sem diferença significativa entre os grupos. Dessa forma, as melhoras no equilíbrio corporal foram atribuídas à instabilidade postural gerada pela execução do exercício em meio aquático, principalmente em função do fluxo turbulento e da modificação da base de suporte.

Os resultados relacionados às adaptações neuromusculares demonstraram uma melhora significativa na força dinâmica máxima dos extensores do joelho (1RM) após o treinamento, sem diferença significativa entre os grupos. Assim, concluímos que o treinamento aeróbico e de equilíbrio realizados no presente estudo apresentaram estímulos para o incremento na força dinâmica máxima de idosas sedentárias, mesmo sem haver o enfoque principal nessa variável. Porém, ao analisar estatisticamente os percentuais de aumento do 1RM, verificou-se que o GF apresentou maiores valores ( $p < 0,05$ ) comparado ao GE ( $31,51 \pm 3,44\%$  vs  $14,85 \pm 2,26\%$ , respectivamente), indicando a importância da especificidade do treinamento quando se objetivam incrementos mais expressivos. Essa análise também revelou que o GA obteve ganhos de força similares ( $22,80 \pm 5,27\%$ ) aos outros grupos. Em contrapartida, nenhum método de treinamento promoveu alterações significativas nas variáveis de força isométrica máxima após as 12 semanas de intervenção.

Após o treinamento, observou-se aumentos significativos no  $VO_{2LV2}$  e no  $VO_{2pico}$  somente no GE e no GA, com percentuais de incrementos similares entre os mesmos tanto no  $VO_{2LV2}$  (GE:  $25,25 \pm 5,94\%$ ; GA:  $26,69 \pm 3,35\%$ ), quanto no  $VO_{2pico}$  (GE:  $19,95 \pm 4,84\%$ ; GA:  $19,51 \pm 2,84\%$ ). Através desses achados, pode-se concluir que o treinamento de equilíbrio, apesar de ter sido realizado predominantemente em baixa intensidade (IEP 13 da Escala de Borg), gerou estímulos para melhoras na

capacidade cardiorrespiratória de mulheres idosas similares ao treinamento aeróbico, o qual teve a intensidade prescrita através de percentuais da  $FC_{LV2}$  (80-85 a 90-95% da  $FC_{LV2}$ ). No entanto, nenhum desses modelos de treinamento alterou o comportamento da  $FC_{LV2}$ , mensurada durante o teste máximo em cicloergômetro. De forma antagônica, o treinamento de força não ofereceu estímulos suficientes para alterações nas variáveis  $VO_{2LV2}$  e  $VO_{2pico}$ , porém, ocasionou uma menor sobrecarga cardiovascular no segundo limiar ventilatório, observada pela redução significativa da  $FC_{LV2}$ . Além disso, os três grupos melhoraram significativamente o desempenho no teste “caminhada de seis minutos”, sem diferença significativa entre os mesmos.

Por fim, todas as variáveis funcionais avaliadas no presente estudo apresentaram melhora significativa após o treinamento em todos os grupos, sem diferença entre os mesmos nos testes “alcançar atrás das costas”, “sentar e alcançar” e 8-Foot. Através desses resultados, concluímos que o método de treinamento não influenciou nas adaptações de flexibilidade e agilidade/equilíbrio dinâmico de mulheres idosas sedentárias. Já os testes “flexão de cotovelo” e “levantar e sentar” apresentaram valores significativamente maiores em GA comparado a GE no pós-treinamento, sendo ambos semelhantes ao GF. Contudo, a análise complementar da variação de aumento ( $\Delta\%$ ) demonstrou valores significativamente maiores no  $\Delta\%$  do teste “flexão de cotovelo” do GA e do GF comparados ao do GE (GA:  $52,35 \pm 9,63\%$ ; GF:  $53,39 \pm 6,82\%$ ; GE:  $22,65 \pm 5,09\%$ ), bem como diferença significativa no  $\Delta\%$  do teste “levantar e sentar” entre GA e GE ( $42,04 \pm 4,58\%$  vs  $23,68 \pm 4,75\%$ ), sendo ambos similares ao GF ( $37,41 \pm 4,23\%$ ). Dessa forma, conclui-se que o treinamento aeróbico e o treinamento de força realizados no presente estudo foram mais efetivos para incrementar a resistência muscular de membros superiores que o treinamento de equilíbrio. Além disso, o treinamento aeróbico gerou maiores incrementos na força de resistência, quando comparado ao treinamento de equilíbrio.

## 6 APLICAÇÕES PRÁTICAS

Tendo em vista os prejuízos físicos decorrentes do envelhecimento, é fundamental que um programa de treinamento para idosos contemple estímulos para melhoras no equilíbrio, na força muscular, na capacidade cardiorrespiratória e na capacidade funcional. Nesse contexto, os resultados do presente estudo demonstram que o treinamento aeróbico e de equilíbrio na hidroginástica são adequados e específicos para a população idosa, já que promoveram melhoras significativas em todos esses parâmetros simultaneamente. Esses benefícios também foram observados no treinamento de força, porém, sem haver melhoras significativas nas principais variáveis cardiorrespiratórias ( $VO_{2\text{pico}}$  e  $VO_{2LV2}$ ), somente na  $FC_{LV2}$  e no teste “caminhada de seis minutos”. No entanto, nossos achados indicam que os treinamentos de força e aeróbico parecem causar maiores incrementos na força muscular dinâmica máxima de membros inferiores e na força de resistência de membros superiores e inferiores de mulheres idosas sedentárias, quando comparados ao treinamento de equilíbrio.

Além disso, é importante ressaltar que os três métodos de treinamento geraram adaptações significativas com apenas duas sessões semanais de 45min, realizadas durante 12 semanas. Considerando as atuais recomendações, de que um programa de exercício físico para idosos deve contemplar 150min de treinamento aeróbico e de uma a três sessões de treinamento de força por semana (OFFICE OF DISEASE PREVENTION AND HEALTH PROMOTION, 2008; CANADIAN SOCIETY FOR EXERCISE PHYSIOLOGY, 2008; SWEDISH NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH, 2010), nossos resultados tornam-se ainda mais relevantes no ponto de vista prático. Em nosso estudo, as idosas realizavam 90min de atividade física semanal e obtiveram melhoras em diversos componentes da aptidão física, sem que houvesse sessões de treinamento específicas, conforme sugerem as instituições internacionais. Além disso, recomenda-se a realização de exercícios de equilíbrio somente para indivíduos com pouca mobilidade e/ou maior risco de quedas. Ou seja, grande parte dos idosos necessitaria realizar uma atividade física complementar para manter ou melhorar seu equilíbrio corporal, aumentando o volume de sessões semanais.

Na prática, sabemos que muitos idosos enfrentam dificuldades para deslocarem-se das suas casas até os locais de treinamento, seja por fatores intrínsecos ou extrínsecos, o que prejudica diretamente a assiduidade às sessões e a continuidade da prática de atividade física, variáveis essenciais às adaptações crônicas. Dessa forma, um programa de treinamento com baixo volume semanal parece ser mais adequado, viável e efetivo para essa população. Considerando esses fatores, bem como os diversos aspectos positivos das atividades aquáticas e os resultados encontrados em nossa pesquisa, pode-se afirmar que as metodologias de treinamento na hidroginástica desenvolvidas no presente estudo englobam todos os pressupostos de um programa de exercício físico recomendado para mulheres idosas sedentárias.

## REFERÊNCIAS

ABBASI, A.; SADEGHI, H.; TABRIZI, H. B.; BAGHERI, K.; GHASEMIZAD, A.; KARIMI, A. Effect of whole body vibration, aquatic balance and combined training on neuromuscular performance, balance and walking ability in male elderly able-bodied individual. **World Applied Sciences Journal**. 15 (1): 84-91, 2011.

ALBERTON, C.L. ESTUDO I: **Respostas cardiorrespiratórias máximas e limiares ventilatórios de diferentes exercícios de hidroginástica comparados à esteira terrestre**. Porto Alegre, 2010. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

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

ALBERTON, C.L.; ANTUNES, A.H.; BEILKE, D.D.; PINTO, S.S.; KANITZ, A.C.; TARTARUGA, M.P.; KRUEL, L.F.M. Maximal and ventilatory thresholds of oxygen uptake and rating of perceived exertion responses to water aerobic exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 27(7):1897-1903, 2013b.

ALBERTON, C.L.; PINTO, S.S.; ANTUNES, A.H.; CADORE, E.L.; FINATTO, P.; TARTARUGA, M.P.; KRUEL, L.F.M. maximal and ventilatory thresholds cardiorespiratory responses to three water aerobic exercises compared with treadmill on land. **J. Strength Cond. Res**. 28(6):1679-1687, 2014.

ALVES, R.V.; MOTA, J.; COSTA, M.C.; ALVES, J.G.B. Aptidão física relacionada à saúde de idosos: influência da hidroginástica. **Rev Bras Med Esporte**. 10(1):31-37, 2004.

AMBROSINI, A.B.; BRENTANO, M.A.; COERTJENS, M.; KRUEL, L.F. The effects of strength training in hydrogymnastics for middle-age women. **Int. J. Aquatic Res. Educ**. 4:153-162, 2010.

AVELAR, N.C.P.; BASTONE, A.C.; ALCÂNTARA, M.A.; GOMES, W.F. Efetividade do treinamento de resistência à fadiga dos músculos dos membros inferiores dentro e fora d'água no equilíbrio estático e dinâmico de idosos. **Rev. Bras. Fisioter**. 14(3): 229-236, 2010.

BATT, M.E.; TANJI, J.; BÖRJESSON, M. Exercise at 65 and Beyond. **Sports Med**. 43: 525–530, 2013.

BENTO, P.C.B.; PEREIRA, G.; UGRINOWITSCH, C.; RODACKI, A.L.F. The Effects of a Water-Based Exercise Program on Strength and Functionality of Older Adults. **Journal of Aging and Physical Activity**. 20: 469-483, 2012.

BERG, K.O.; WOOD-DAUPHINEE, S.L.; WILLIAMS, J.I.; MAKI, B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. **Can J Public Health**. 83:S7–S11, 1992.

BERGER, L.; KLEIN, C.; COMMANDEUR, M. Evaluation of the immediate and midterm effects of mobilization in hot spa water on static and dynamic balance in elderly subjects. **Annales de réadaptation et de médecine physique**. 51: 90–95, 2008.

BOCALINI, D. S.; SERRA, A. J.; RICA, R. L.; SANTOS, L. Repercussions of training and detraining by waterbased exercise on functional fitness and quality of life: a short-term follow-up in healthy older women. **CLINICS**. 65(12):1305-1309, 2010.

BOCALLINI, D. S. SERRA, A. J. MURAD, N. LEVY, R. F. Water-versus land-based exercise effects on physical fitness in older women. **Geriatrics & Gerontology**. 8: 265-271, 2008.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Hagerstown, 14(5):377-381, 1982.

BROMAN, G.; QUINTANA, M.; LINDBERG, T.; JANSSON, E.; KAIJSER, L. High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women. **Eur J Appl Physiol**, 98(2): 117-123, 2006.

BUKSMAN, S.; VILELA, A.L.S.; PEREIRA, S.R.M.; LINO, V.S.; SANTOS, V.H. Projeto Diretrizes: Quedas em Idosos: Prevenção. **Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. 2008.

BUTELLI, A.C.K. **Efeitos de um treinamento de força no meio aquático com diferentes volumes em homens jovens**. Porto Alegre, 2011. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CADORE, E. L.; PINTO, R. S.; LHULLIER, F. L. R.; CORREA, C. S.; ALBERTON, C. L.; PINTO, S. S.; ALMEIDA, A. P. V.; TARTARUGA, M. P.; SILVA, E. M.; KRUEL, L. F. M. Physiological Effects of Concurrent Training in Elderly Men. **Int. J. Sports Med**, 2010. Doi: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1261895>.

CAMARA, F.M.; GEREZ, A.G.; MIRANDA, M.L.J.; Velardi, M. Capacidade funcional do idoso: formas de avaliação e tendências. **Acta Fisiatr**. 15(4): 249-256, 2008.

CANADIAN SOCIETY FOR EXERCISE PHYSIOLOGY. **Canadian Physical Activity Guidelines 2008**. Ottawa, 2008. Disponível em: <<http://www.csep.ca/guidelines>>. Acesso em: 27 de nov. 2014.

CARDOSO, A.S.; TARTARUGA, L.P.; BARELLA, R.E.; BRENTANO, M.A.; KRUEL, L.F.M. Effects of a deep water training program on women's muscle strength. **Fiep Bulletin**. 74(special edition): 590-592, 2004.

CARTER, N. D; KHAN, K. M.; MALLINSON, A.; JANSSEN, P. A.; HEINONEN, A.; PETIT, M. A.; MCKAY, H. A. Knee extension strength is a significant determinant of static and dynamic balance as well as quality of life in older community-dwelling women with osteoporosis. **Gerontology**. 48:360–368, 2002.

COLADO, J.C.; TELLA, V.; TRIPLETT, N.T.; GONZÁLEZ, L.M. Effects of a short-term aquatic resistance program on strength and body composition in fit young men. **J. Strength Cond. Res.** 23(2): 549-559, 2009.

DANTAS, E. H. M. A prática da preparação física. 3ª ed. Rio de Janeiro: **Shape**. 1995.

DEVEREUX, K.; ROBERTSON, D.; BRIFFA, N.K. Effects of a water-based program on women 65 years and over: a randomised controlled trial. **Aust J Physiotherapy** 51: 102-108, 2005.

DIAS, B. B. MOTA, R. S. GÊNOVA, T. C. TAMBORELLI, V. PEREIRA, V. V. PUCCINI, P. T. Aplicação da escala de equilíbrio de Berg para verificação do equilíbrio de idosos em diferentes fases do envelhecimento. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**. 6: 213-224, 2009.

DUARTE, M.; FREITAS, F.S.M.S. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. 14 (3): 183-192, 2010.

DUNCAN, P.W.; WEINER, D.K.; CHANDLER, J.; STUDENSKI, S. Functional reach: a new clinical measure of balance. **J Gerontol Med Sci.** 45: M192–M197, 1990.

ELBAR, O.; TZEDEK, I.; VERED, E.; SHVARTH, G.; FRIGER, M.; MELZER, I. A water-based training program that includes perturbation exercises improves speed of voluntary stepping in older adults: A randomized controlled cross-over trial. **Archives of Gerontology and Geriatrics**. <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2012.08.003>, 2012.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. Designing resistance training programs. Champaign, Il. 2 ed. **Human Kinetics**, 1997.

FLEG, J. L.; STRAIT, J. Age-associated changes in cardiovascular structure and function: a fertile milieu for future disease. **Heart Fail Rev.** 17:545–554, 2012.

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

GRANACHER, U.; MUEHLBAUER, T.; GRUBER, M. A Qualitative Review of Balance and Strength Performance in Healthy Older Adults: Impact for Testing and Training. **Journal of Aging Research**. doi:10.1155/2012/708905, 2012.

GREENE, N.P.; LAMBERT, B.S.; GREENE, E.S.; CARBUHN, A.F.; GREEN, J.S.; CROUSE, S.F. Comparative efficacy of water and land treadmill training for overweight or obese adults. **Med. Sci. Sport. Exerc.** DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181a23f7f, 2009.

HÄKKINEN, K., M. ALEN, M. KALLINEN, M. IZQUIERDO, K. JOKELAINEN, H. LASSILA, E. MÄLKIA, W.J. KRAEMER, AND R.U. NEWTON. Muscle cross-sectional

area, force production, and neural activation of leg extensor muscles during isometric and dynamic actions in middle-aged and elderly men and women. **J. Aging Phys. Activity**. 6:232–247, 1998.

HANSEN, D.; DENDALE, P.; BERGER, J.; MEEUSEN R. Low agreement of ventilatory threshold between training modes in cardiac patients. **Eur. J. Appl. Physiol**. 101:547-554, 2007.

HEYWARD, V.H.; STOLARCZYK, L.M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. São Paulo. Manole, 2000.

HILL, K.D.; BERNHARD, J.; MCGANN, A.M.; MALTESE, D.; BERKOVITS, D. A new test of dynamic standing balance for stroke patients: reability, validity, and comparison with healthy elderly. **Physiotherapy Canada**. 48: 257-262, 1996.

HOLVIALA, J.H.S.; SALLINEN, J.M.; KRAEMER, W.J.; ALLEN, M.J.; HÄKKINEN, K.K.T. Effects of strength training on muscle strength characteristics, functional capabilities, and balance in middle-aged and older women. **J. Strength Cond. Res**. 20(2): 336-344, 2006.

HORAK, F.B.; SHUPERT, C.L.; MIRKA, A. Components of Postural Dyscontrol in the Elderly: A Review. **Neurobiology of Aging**. 10: 727-738, 1989.

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age and Ageing**. 35-S2: ii7–ii11 doi:10.1093/ageing/afl077, 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo 2010. [Internet]. URL: [www.censo2010.ibge.gov.br](http://www.censo2010.ibge.gov.br).

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Med. Sci. Sports Exerc**. 12:175-182, 1980.

JOSEPHSON, S.; JOSEPHSON, D.; NITZ, J. Evaluation of a long-term water exercise program for the elderly: focusing on balance. **Australasian Journal on Ageing**. 20(3): 147-152, 2001.

KAMEN, G; PATTEN, C.; DU, C.D.; SISON, S. An accelerometry-based system for the assessment of balance and postural sway. **Gerontology**. 44:40–45, 1998.

KANEDA, K.; SATO, D.; WAKABAYASHI, H.; HANAI, A.; NOMURA, T. A comparison of the effects of different water exercise programs on balance ability in elderly people. **J. Aging and Phys. Activity**. 16: 381-392, 2008.

KANITZ, AC. **Efeitos de dois programas de treinamento em piscina funda nas respostas cardiorrespiratórias, neuromusculares e no equilíbrio de idosos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, 2013.

KARINKANTA, S.; HEINONEN, A.; SIEVÄNEN, H.; UUSI-RASI, K.; KANNUS, P. Factors Predicting Dynamic Balance and Quality of Life in Home-Dwelling Elderly Women **Gerontology**. 51:116–121, 2005.

KARINKANTA, S.; HEINONEN, A.; SIEVÄNEN, H.; UUSI-RASI, K.; PASANEN, M.; OJALA, K.; FOGELHOLM, M.; KANNUS, P. A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women: randomized, controlled trial. **Osteoporos Int**. 18:453-462, 2007.

KATSURA, Y.; YOSHIKAWA, T.; UEDA, S.; USUI, T.; SOTOBAYASHI, D.; NAKAO, H.; SAKAMOTO, H.; OKUMOTO, T.; FUJIMOTO, S. Effects of aquatic exercise training using water-resistance equipment in elderly. **Eur J Appl Physiol**. DOI 10.1007/s00421-009-1306-0.

KRUEL, L.F.M. **Peso hidrostático e frequência cardíaca em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água**. Santa Maria, 1994. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria.

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

KRUEL, L.F.M.; TARTARUGA, L.A.P.; COERTJENS, M.; DIAS, A.B.C.; SILVA, R.C.; RANGEL, A.C.B. Using heart rate to prescribe physical exercise during head-out water immersion. **J Strength Cond Res**. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318295d534, 2013a.

KRUEL, L.F.M.; BEILKE, D.D.; KANITZ, A.C.; ALBERTON, C.L.; ANTUNES, A.H.; PANTOJA, P.D.; DA SILVA, E.M.; PINTO, S.S. Cardiorespiratory Responses to Stationary Running in Water and on Land. **Journal of Sports Science and Medicine**. 12: 594-600, 2013b.

LEE, D.; KO, T.; CHO, Y. Effects on Static and Dynamic Balance of Task-Oriented Training for Patients in Water or on Land. **J. Physiol. Ther. Sci**. 22(3): 331-336, 2010.

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

LORD, S.R.; MATTERS, B.; GEORGE, R.S.; THOMAS, M.; BINDON, J.; CHAN, D.K.; COLLINGS, A.; HAREN, L. The effects of water exercise on physical functioning in older people. **Australasian Journal on Ageing**. 25(1): 36-41, 2006.

LORD, S.R.; MITCHELL, D.; WILLIAMS, P. Effect of water exercise on balance and related factors in older people. **Australian Physiotherapy**. 39(3): 217-222, 1993.

MEDEIROS, H.B.O.; ARAÚJO, D.S.M.S.; ARAÚJO, C.G.S. Age-related mobility loss is joint-specific: an analysis from 6,000 Flexitest results. **AGE**. 35: 2399-2407, 2013.

MEDELL, J.L.; ALEXANDER, N.B. A clinical measure of maximal and rapid stepping in older women. **The Journals of Gerontology**. 55: M429–M433, 2000.

MELZER, I.; ELBAR, O.; TSEDEK, I.; ODDSSON, L. I. A water-based training program that include perturbation exercises to improve stepping responses in older adults: study protocol for a randomized controlled cross-over trial. **BMC Geriatrics**. 8:19, DOI:10.1186/1471-2318-8-19, 2008.

MICHAUD, T.J.; BRENNAN, D.K.; WILDER, R.P.; SHERMAN, N.W. Aquarunning and gains in cardiorespiratory fitness. **J. Strength Cond. Res.** 9(2): 78-84, 1995.

MOE-NILSSEN, R.; HELBOSTAD, J.L. Trunk accelerometry as a measure of balance control during quiet standing. **Gait and Posture** 16: 60–68, 2002.

MORALES, P.D. **Equilíbrio estático e dinâmico de indivíduos praticantes e não praticantes de atividades aquáticas**. Porto Alegre, 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

NARICI, M.V.; ROI, G.S.; LANDONI, L.; MINETTI, A.E.; CERRETELLI, P. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. **Eur. J. Appl. Physiol.** 59:310-319, 1989.

NOLAN, M.; NITZ, J.; CHOY, N.L.; ILLING, S. Age-related changes in musculoskeletal function, balance and mobility measures in men aged 30–80 years. **The Aging Male**. 13(3): 194–201, 2010.

OFFICE OF DISEASE PREVENTION AND HEALTH PROMOTION. **2008 Physical Activity Guidelines for Americans**. Washington, 2008. Disponível em: <<http://www.health.gov/paguidelines>>. Acesso em: 27 de nov. 2014.

O'SULLIVAN, BLAKE, M.C.; CUNNINGHAM, C.; BOYLE, G.; FINUCANE, C. Correlation of accelerometry with clinical balance tests in older fallers and non-fallers. **Age and Ageing**. 38:308–313, 2009.

PALMIERI, R.M.; INGERSOLL, C.D.; STONE, M.B.; KRAUSE, B.A. Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. **Sport Rehabil.** 11:51-66, 2002.

PARK, J.; ROH, H. Postural balance of stroke survivors in aquatic and land environments. **J. Phys. Ther. Sci.** 23 (6):905-908, 2011.

PASSOS, B.M.A ; SOUZA, L.H.R. ; SILVA, F.M. ; LIMA, R.M. ; OLIVEIRA, R.J. Contribuições da hidroginástica nas atividades da vida diária e na flexibilidade de mulheres idosa. **R. da Educação Física/UEM**. 19 (1):71-76, 2008.

PERRACINI, M. R.; FLÓ, C. M. Funcionalidade e envelhecimento. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**. 2009.

PERRIN, P. P.; GAUCHARD, G. C.; PERROT, C.; JEANDEL, C. Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. **Br J Sports Med.** 33:121–126, 1999.

PINTO, S.S. **Efeitos de um treinamento concorrente na hidroginástica sobre as variáveis neuromusculares e cardiorrespiratórias de mulheres jovens e pós-menopáusicas.** Porto Alegre, 2013. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **Journal of the American Geriatrics Society.** 39(2): 142-148, 1991.

REBELATTO, J. R.; CASTRO, A. P.; SAKO, F. K.; AURICHIO, T. R. Equilíbrio estático e dinâmico em indivíduos senescentes e o índice de massa corporal. **Fisioter. Mov.** 21(3):69-75, 2008.

RESENDE, S. M. RASSI, C. M. VIANA, F. P. Efeitos da hidroterapia na recuperação do equilíbrio e prevenção de quedas em idosas. **Revista Brasileira de Fisioterapia.** 12(1): 57-63, 2008.

RICA, R.L.; CARNEIRO, R.M.M.; SERRA, A.J.; RODRIGUEZ, D.; JUNIOR, F.L.P.; BOCALINI, D.S. Effects of water-based exercise in obese older women: Impact of short-term follow-up study on anthropometric, functional fitness and quality of life parameters. **Geriatrics Gerontology International.** DOI: 10.1111/j.1447-0594.2012.00889.x, 2012.

RIKLI, R. E.; JONES, C. J. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. **J Aging Phys Activity.** 7:129-61, 1999.

ROGERS, M.E.; ROGERS, N.L.; TAKESHIMA, N.; ISLAM, M.M. Methods to assess and improve the physical parameters associated with fall risk in older adults. **Preventive Medicine.** 36: 255–264, 2003.

RUWER, S. L.; ROSSI, A. G.; SIMON, L. F. Equilíbrio no idoso. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.** 71(3):298-303, 2005.

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

SHERRINGTON, C.; TIEDEMANN, A.; FAIRHALL, N.; CLOSE, J.; LORD, S.R. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. **NSW Public Health Bulletin.** 22(3–4):78-83, 2011.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLACOTT, M.H. Control of posture and balance. In: Shumway-Cook A, Woolacott MH. *Motor Control Theory and Practical Applications.* Maryland: Williams & Wilkins. p. 120, 1995.

SILVA, A. S.; ALMEIDA, G. J. M.; CASSILHAS, R. C.; COHEN, M.; PECCIN, M. S.; TUFIK, S.; MELLO, M. T. Equilíbrio, coordenação e agilidade de idosos submetidos à prática de exercícios físicos resistidos. **Rev. Bras. Med. Esporte.** 14(2):88-93, 2008.

SIMMONS, V.; HANSEN, P.D. Effectiveness of water exercise on postural mobility in the well elderly: An experimental study on balance enhancement. **Journal of Gerontology.** 51: 233–238, 1996.

SIMÕES, R. A.; HORII, L.; CARRARO, R.; SIMÕES, R.; CESAR, M. C.; MONTEBELLO, M. I. L. Efeitos do treinamento de hidroginástica na aptidão cardiorrespiratória e nas variáveis hemodinâmicas de mulheres hipertensas. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde.* 34-44, 2007.

SOUZA, A.S.; RODRIGUES, B.M.; HIRSHAMMANN, B.; GRAEF, F.I.; TIGGEMANN, C.L.; KRUEL, L.F.M. Treinamento de força no meio aquático em mulheres jovens. **Motriz.** 16(3):00-00, 2010.

SPINK, M. J.; FOTOHABADI, M. R.; WEE, E.; HILL, K. D.; LORD, S. R.; MENZ, H. B. Foot and ankle strength, range of motion, posture, and deformity are associated with balance and functional ability in older adults. **Arch Phys Med Rehabil.** DOI:10.1016/j.apmr.2010.09.024 68- 75, 2011.

STURNIEKS, D. L.; GEORGE, R. ST; LORD, S. R. Balance disorders in the elderly. **Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology.** 38:467-478, 2008.

STURNIEKS, D.L.; ARNOLD, R.; LORD, S.R. Validity and reliability of the Swaymeter device for measuring postural sway. **Geriatrics.** 11:63, 2011.

Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM). [Internet]. URL: [www.seniam.org](http://www.seniam.org).

SWEDISH NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH. **Physical Activity in the Prevention and Treatment of Disease.** Professional Associations for physical activity. Suíça, 2010. Disponível em: <<http://www.fyss.se>>. Acesso em: 27 de nov. 2014.

TAKESHIMA, N.; ROGERS, M.E.; WATANABE, W.F.; BRECHUE, W.F.; OKADA, A.; YAMADA, T.; ISLAM, M.M; HAYANO, J. Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. **Med. Sci. Sports Exerc.** 33(3):544-551, 2002.

TAUNTON, J.E.; RHODES, E.C.; WOLSKI, L.A.; DONELLY, M.; WARREN, J.; ELLIOT, J.; MCFARLANE, L.; LESLIE, J.; MITCHELL, J.; LAURIDSEN, B. Effect of land-based and water-based fitness programs on the cardiovascular fitness, strength and flexibility of women aged 65-75 years. **Gerontology.** 42(4): 204-210, 1996.

TEIXEIRA, C.S.; LEMOS, L.F.C.; LOPES, L.F.D.; ROSSI, A.G.; MOTA, C.B. Equilíbrio corporal e exercícios físicos: uma investigação com mulheres idosas praticantes de diferentes modalidades. *Acta Fisiatr.* 15(3): 156-159, 2008.

TINETTI, M.E. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. **J Am Geriatr Soc.** 34:119–26, 1986.

TOMAS-CARUS, P.; HÄKKINEN, A.; GUSI, N.; LEAL, A.; HÄKKINEN, K.; ORTEGA-ALONSO, A. Aquatic Training and Detraining on Fitness and Quality of Life in Fibromyalgia. **Medicine & Science in Sports & Exercise.** DOI: 10.1249/01.mss.0b0138059aec4, 2007.

TORMEN, M.L.S. **Efeitos do treinamento e destreinamento em hidroginástica na redução de riscos cardiovasculares e ósteo-musculares.** Porto Alegre, 2007. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TSOURLOU, T.; BENIK, A.; DIPLA, K.; ZAFEIRIDIS, A.; KELLIS, S. The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. **J. Strength Cond. Res.** 20(4):811-818, 2006.

WINTER, D. A. Human balance and posture control during standing and walking. **Gait & Posture.** 3:193-214, 1995.

ZHUANG, J.; HUANG, L.; WU, Y.; ZHANG, Y. The effectiveness of a combined exercise intervention on physical fitness factors related to falls in community-dwelling older adults. **Clinical Interventions in Aging.** 9: 131-140, 2014.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A

#### Variáveis Cardiorrespiratórias

-- Thursday, January 31, 2013 -- 07:45:31

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

**Analysis:** A priori: Compute required sample size

<b>Input:</b>	Effect size f	=	0.2366710
	$\alpha$ err prob	=	0.05
	Power (1- $\beta$ err prob)	=	0.95
	Number of groups	=	3
	Number of measurements	=	5
	Corr among rep measures	=	0.5
	Nonsphericity correction $\epsilon$	=	1
<b>Output:</b>	Noncentrality parameter $\lambda$	=	25.2059230
	Critical F	=	1.9938839
	Numerator df	=	8.0000000
	Denominator df	=	168
	Total sample size	=	45
	Actual power	=	0.9617000

#### Variáveis Neuromusculares

-- Thursday, January 31, 2013 -- 07:48:53

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

**Analysis:** A priori: Compute required sample size

<b>Input:</b>	Effect size f	=	0.2222219
	$\alpha$ err prob	=	0.05
	Power (1- $\beta$ err prob)	=	0.95
	Number of groups	=	3
	Number of measurements	=	5
	Corr among rep measures	=	0.5
	Nonsphericity correction $\epsilon$	=	1
<b>Output:</b>	Noncentrality parameter $\lambda$	=	25.1851121
	Critical F	=	1.9868815
	Numerator df	=	8.0000000
	Denominator df	=	192
	Total sample size	=	51
	Actual power	=	0.9626009

## APÊNDICE B

Normalidade dos dados

### Variáveis de Equilíbrio

Tests of Normality							
	GRUPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Amplit_Max_COP_X_BICOM_PRE	GF	,212	12	,143	,888	12	,112
	GE	,201	12	,193	,896	12	,139
	GA	,233	10	,131	,875	10	,115
Amplit_Max_COP_Y_BICOM_PRE	GF	,180	12	,200 <sup>+</sup>	,880	12	,088
	GE	,187	12	,200 <sup>+</sup>	,920	12	,282
	GA	,170	10	,200 <sup>+</sup>	,919	10	,350
media_ampli_COP_X_BICOM_PRE	GF	,173	12	,200 <sup>+</sup>	,913	12	,236
	GE	,162	12	,200 <sup>+</sup>	,914	12	,242
	GA	,267	10	,042	,898	10	,207
media_ampli_COP_Y_BICOM_PRE	GF	,174	12	,200 <sup>+</sup>	,967	12	,872
	GE	,200	12	,199	,945	12	,572
	GA	,170	10	,200 <sup>+</sup>	,949	10	,659
Vel_Med_COP_X_BICOM_PRE	GF	,255	12	,031	,788	12	,007
	GE	,201	12	,193	,919	12	,280
	GA	,174	10	,200 <sup>+</sup>	,912	10	,294
Vel_Med_COP_Y_BICOM_PRE	GF	,358	12	,000	,702	12	,001
	GE	,216	12	,127	,953	12	,677
	GA	,131	10	,200 <sup>+</sup>	,948	10	,645
Vel_Media_Total_BICOM_PRE	GF	,344	12	,000	,718	12	,001
	GE	,133	12	,200 <sup>+</sup>	,946	12	,577
	GA	,186	10	,200 <sup>+</sup>	,946	10	,618
Amplit_Max_COP_X_BISEM_PRE	GF	,267	12	,018	,853	12	,040
	GE	,119	12	,200 <sup>+</sup>	,969	12	,905
	GA	,142	10	,200 <sup>+</sup>	,947	10	,628
Amplit_Max_COP_Y_BISEM_PRE	GF	,232	12	,074	,887	12	,106
	GE	,199	12	,200 <sup>+</sup>	,908	12	,201
	GA	,132	10	,200 <sup>+</sup>	,979	10	,962
media_ampli_COP_X_BISEM_PRE	GF	,219	12	,116	,821	12	,017
	GE	,112	12	,200 <sup>+</sup>	,982	12	,991
	GA	,156	10	,200 <sup>+</sup>	,971	10	,900
media_ampli_COP_Y_BISEM_PRE	GF	,162	12	,200 <sup>+</sup>	,922	12	,304
	GE	,157	12	,200 <sup>+</sup>	,926	12	,335

	GA	,196	10	,200 <sup>+</sup>	,926	10	,410
	GF	,217	12	,124	,871	12	,066
Vel_Med_COP_X_BISEM_PRE	GE	,138	12	,200 <sup>+</sup>	,934	12	,420
	GA	,206	10	,200 <sup>+</sup>	,880	10	,131
	GF	,279	12	,010	,786	12	,007
Vel_Med_COP_Y_BISEM_PRE	GE	,315	12	,002	,750	12	,003
	GA	,170	10	,200 <sup>+</sup>	,909	10	,274
	GF	,192	12	,200 <sup>+</sup>	,897	12	,144
Vel_Media_Total_BISEM_PRE	GE	,260	12	,025	,853	12	,040
	GA	,199	10	,200 <sup>+</sup>	,881	10	,134
	GF	,277	12	,011	,696	12	,001
Amplit_Max_COP_X_U_PRE	GE	,164	12	,200 <sup>+</sup>	,872	12	,069
	GA	,271	10	,036	,778	10	,008
	GF	,123	12	,200 <sup>+</sup>	,957	12	,743
Amplit_Max_COP_Y_U_PRE	GE	,192	12	,200 <sup>+</sup>	,904	12	,181
	GA	,256	10	,061	,714	10	,001
	GF	,222	12	,104	,901	12	,163
media_ampli_COP_X_U_PRE	GE	,163	12	,200 <sup>+</sup>	,936	12	,446
	GA	,236	10	,120	,933	10	,473
	GF	,135	12	,200 <sup>+</sup>	,917	12	,262
media_ampli_COP_Y_U_PRE	GE	,177	12	,200 <sup>+</sup>	,879	12	,085
	GA	,219	10	,189	,862	10	,081
	GF	,184	12	,200 <sup>+</sup>	,947	12	,589
Vel_Med_COP_X_U_PRE	GE	,182	12	,200 <sup>+</sup>	,931	12	,394
	GA	,241	10	,105	,874	10	,112
	GF	,163	12	,200 <sup>+</sup>	,897	12	,147
Vel_Med_COP_Y_U_PRE	GE	,132	12	,200 <sup>+</sup>	,940	12	,502
	GA	,138	10	,200 <sup>+</sup>	,929	10	,442
	GF	,153	12	,200 <sup>+</sup>	,949	12	,621
Vel_Media_Total_U_PRE	GE	,152	12	,200 <sup>+</sup>	,911	12	,222
	GA	,179	10	,200 <sup>+</sup>	,896	10	,198
	GF	,190	12	,200 <sup>+</sup>	,936	12	,446
Amplit_Max_COP_X_BICOM_POS	GE	,153	12	,200 <sup>+</sup>	,969	12	,900
	GA	,168	10	,200 <sup>+</sup>	,948	10	,649
	GF	,212	12	,141	,841	12	,028
Amplit_Max_COP_Y_BICOM_POS	GE	,136	12	,200 <sup>+</sup>	,958	12	,751
	GA	,155	10	,200 <sup>+</sup>	,942	10	,578
	GF	,174	12	,200 <sup>+</sup>	,948	12	,607
media_ampli_COP_X_BICOM_POS	GE	,179	12	,200 <sup>+</sup>	,922	12	,299
	GA	,216	10	,200 <sup>+</sup>	,923	10	,379
	GF	,191	12	,200 <sup>+</sup>	,938	12	,469
media_ampli_COP_Y_BICOM_POS	GE	,178	12	,200 <sup>+</sup>	,937	12	,458
	GA	,165	10	,200 <sup>+</sup>	,963	10	,823

	GF	,224	12	,099	,902	12	,170
Vel_Med_COP_X_BICOM_POS	GE	,190	12	,200 <sup>+</sup>	,914	12	,238
	GA	,146	10	,200 <sup>+</sup>	,901	10	,227
	GF	,285	12	,008	,873	12	,071
Vel_Med_COP_Y_BICOM_POS	GE	,182	12	,200 <sup>+</sup>	,921	12	,293
	GA	,138	10	,200 <sup>+</sup>	,923	10	,384
	GF	,250	12	,037	,860	12	,049
Vel_Media_Total_BICOM_POS	GE	,148	12	,200 <sup>+</sup>	,930	12	,385
	GA	,150	10	,200 <sup>+</sup>	,938	10	,536
	GF	,134	12	,200 <sup>+</sup>	,974	12	,949
Amplit_Max_COP_X_BISEM_POS	GE	,151	12	,200 <sup>+</sup>	,935	12	,441
	GA	,207	10	,200 <sup>+</sup>	,954	10	,716
	GF	,199	12	,200 <sup>+</sup>	,900	12	,159
Amplit_Max_COP_Y_BISEM_POS	GE	,136	12	,200 <sup>+</sup>	,940	12	,504
	GA	,269	10	,039	,878	10	,125
	GF	,181	12	,200 <sup>+</sup>	,920	12	,287
media_ampli_COP_X_BISEM_POS	GE	,119	12	,200 <sup>+</sup>	,952	12	,666
	GA	,231	10	,138	,922	10	,376
	GF	,201	12	,197	,867	12	,060
media_ampli_COP_Y_BISEM_POS	GE	,135	12	,200 <sup>+</sup>	,977	12	,969
	GA	,209	10	,200 <sup>+</sup>	,932	10	,464
	GF	,153	12	,200 <sup>+</sup>	,900	12	,159
Vel_Med_COP_X_BISEM_POS	GE	,139	12	,200 <sup>+</sup>	,959	12	,771
	GA	,177	10	,200 <sup>+</sup>	,911	10	,291
	GF	,153	12	,200 <sup>+</sup>	,886	12	,106
Vel_Med_COP_Y_BISEM_POS	GE	,178	12	,200 <sup>+</sup>	,930	12	,379
	GA	,181	10	,200 <sup>+</sup>	,952	10	,691
	GF	,202	12	,188	,863	12	,053
Vel_Media_Total_BISEM_POS	GE	,163	12	,200 <sup>+</sup>	,948	12	,601
	GA	,231	10	,140	,878	10	,123
	GF	,162	12	,200 <sup>+</sup>	,967	12	,877
Amplit_Max_COP_X_U_POS	GE	,188	12	,200 <sup>+</sup>	,900	12	,161
	GA	,235	10	,125	,852	10	,061
	GF	,200	12	,198	,803	12	,010
Amplit_Max_COP_Y_U_POS	GE	,319	12	,001	,731	12	,002
	GA	,154	10	,200 <sup>+</sup>	,923	10	,380
	GF	,139	12	,200 <sup>+</sup>	,933	12	,415
media_ampli_COP_X_U_POS	GE	,184	12	,200 <sup>+</sup>	,914	12	,243
	GA	,164	10	,200 <sup>+</sup>	,957	10	,750
	GF	,145	12	,200 <sup>+</sup>	,935	12	,441
media_ampli_COP_Y_U_POS	GE	,215	12	,132	,833	12	,023
	GA	,228	10	,152	,932	10	,470
Vel_Med_COP_X_U_POS	GF	,226	12	,092	,877	12	,080

	GE	,162	12	,200 <sup>*</sup>	,953	12	,676
	GA	,150	10	,200 <sup>*</sup>	,950	10	,669
	GF	,146	12	,200 <sup>*</sup>	,951	12	,647
Vel_Med_COP_Y_U_POS	GE	,220	12	,114	,847	12	,034
	GA	,200	10	,200 <sup>*</sup>	,920	10	,358
	GF	,319	12	,001	,796	12	,008
Vel_Media_Total_U_POS	GE	,147	12	,200 <sup>*</sup>	,918	12	,268
	GA	,150	10	,200 <sup>*</sup>	,981	10	,970

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

**Tests of Normality**

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TUG PRE	GF	,166	13	,200 <sup>*</sup>	,917	13	,228
	GE	,219	16	,038	,876	16	,033
	GA	,148	13	,200 <sup>*</sup>	,953	13	,645
TUG POS	GF	,117	13	,200 <sup>*</sup>	,950	13	,605
	GE	,126	16	,200 <sup>*</sup>	,969	16	,826
	GA	,170	13	,200 <sup>*</sup>	,970	13	,898
TANDEM PRE	GF	,142	13	,200 <sup>*</sup>	,943	13	,490
	GE	,144	16	,200 <sup>*</sup>	,958	16	,631
	GA	,196	13	,186	,833	13	,017
TANDEM POS	GF	,263	13	,015	,839	13	,021
	GE	,086	16	,200 <sup>*</sup>	,980	16	,961
	GA	,276	13	,008	,880	13	,072

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

**Variáveis Neuromusculares:**

**Tests of Normality**

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
RMPRE	GF	,144	13	,200 <sup>*</sup>	,962	13	,790
	GE	,178	18	,137	,906	18	,074
	GA	,214	14	,083	,930	14	,302
RMPOS	GF	,133	13	,200 <sup>*</sup>	,943	13	,490
	GE	,115	18	,200 <sup>*</sup>	,966	18	,715
	GA	,195	14	,157	,941	14	,428

\*. This is a lower bound of the true significance.

## a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality							
	GRUPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F EXT POS	GF	,108	13	,200*	,972	13	,916
	GE	,160	17	,200*	,934	17	,254
	GA	,203	11	,200*	,903	11	,201
EMG RF PRE	GF	,255	13	,021	,824	13	,013
	GE	,169	17	,200*	,934	17	,256
	GA	,098	11	,200*	,978	11	,955
EMG RF POS	GF	,170	13	,200*	,907	13	,168
	GE	,232	17	,016	,774	17	,001
	GA	,287	11	,012	,885	11	,119
EMG VL PRE	GF	,327	13	,000	,617	13	,000
	GE	,101	17	,200*	,975	17	,898
	GA	,161	11	,200*	,936	11	,477
EMG VL POS	GF	,293	13	,003	,815	13	,010
	GE	,114	17	,200*	,983	17	,979
	GA	,131	11	,200*	,941	11	,529
F FLEX PRE	GF	,153	13	,200*	,958	13	,724
	GE	,180	17	,145	,941	17	,328
	GA	,183	11	,200*	,949	11	,632
F FLEX POS	GF	,166	13	,200*	,938	13	,433
	GE	,226	17	,021	,924	17	,175
	GA	,288	11	,011	,796	11	,008
EMG BF PRE	GF	,194	13	,193	,898	13	,126
	GE	,211	17	,042	,882	17	,034
	GA	,265	11	,030	,785	11	,006
EMG BF POS	GF	,176	13	,200*	,824	13	,013
	GE	,148	17	,200*	,932	17	,237
	GA	,317	11	,003	,707	11	,001
EMG ST PRE	GF	,286	13	,005	,770	13	,003
	GE	,199	17	,073	,893	17	,052
	GA	,159	11	,200*	,923	11	,347
EMG ST POS	GF	,223	13	,075	,883	13	,077
	GE	,166	17	,200*	,856	17	,013
	GA	,144	11	,200*	,934	11	,453

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

### Tests of Normality

	GRUPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
%AUMENTORM	1	,200	13	,163	,952	13	,630
	2	,120	18	,200 <sup>*</sup>	,964	18	,671
	3	,200	14	,136	,899	14	,109

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

### Variáveis Cardiorrespiratórias:

#### Tests of Normality

	GRUPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
FCLV2PRE	1	,185	15	,176	,950	15	,527
	2	,231	12	,077	,892	12	,125
	3	,164	13	,200 <sup>*</sup>	,919	13	,245
FCLV2POS	1	,106	15	,200 <sup>*</sup>	,968	15	,825
	2	,097	12	,200 <sup>*</sup>	,985	12	,997
	3	,148	13	,200 <sup>*</sup>	,955	13	,683
VO2picoRELpre	1	,169	15	,200 <sup>*</sup>	,948	15	,486
	2	,276	12	,012	,819	12	,016
	3	,113	13	,200 <sup>*</sup>	,968	13	,864
VO2picoRELpos	1	,127	15	,200 <sup>*</sup>	,954	15	,590
	2	,136	12	,200 <sup>*</sup>	,927	12	,354
	3	,151	13	,200 <sup>*</sup>	,929	13	,334
LV2RELpre	1	,128	15	,200 <sup>*</sup>	,952	15	,564
	2	,173	12	,200 <sup>*</sup>	,960	12	,784
	3	,189	13	,200 <sup>*</sup>	,935	13	,398
LV2RELpos	1	,159	15	,200 <sup>*</sup>	,950	15	,518
	2	,188	12	,200 <sup>*</sup>	,919	12	,277
	3	,236	13	,047	,889	13	,096

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

#### Tests of Normality

	GRUPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CAMINHADA_PRE	1	,169	11	,200 <sup>*</sup>	,898	11	,176

	2	,192	13	,200*	,952	13	,632
	3	,177	12	,200*	,896	12	,143
	1	,120	11	,200*	,987	11	,993
CAMINHADA_POS	2	,118	13	,200*	,948	13	,563
	3	,203	12	,184	,958	12	,748

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

### Variáveis Funcionais:

#### Tests of Normality

	GRUPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	GF	,179	13	,200*	,895	13	,113
FLEX MS PRE	GE	,321	16	,000	,824	16	,006
	GA	,219	12	,118	,904	12	,180
	GF	,175	13	,200*	,891	13	,101
FLEX MS POS	GE	,218	16	,041	,931	16	,250
	GA	,198	12	,200*	,876	12	,079
	GF	,158	13	,200*	,932	13	,358
FLEX MI PRE	GE	,132	16	,200*	,930	16	,244
	GA	,226	12	,093	,901	12	,161
	GF	,107	13	,200*	,946	13	,542
FLEX MI POS	GE	,151	16	,200*	,955	16	,578
	GA	,230	12	,081	,876	12	,077
	GF	,305	13	,002	,870	13	,052
FORÇA MS PRE	GE	,161	16	,200*	,946	16	,429
	GA	,177	12	,200*	,849	12	,036
	GF	,190	13	,200*	,926	13	,300
FORÇA MS POS	GE	,165	16	,200*	,942	16	,376
	GA	,200	12	,199	,824	12	,018
	GF	,291	13	,004	,798	13	,006
FORÇA MI PRE	GE	,198	16	,093	,922	16	,180
	GA	,323	12	,001	,856	12	,044
	GF	,181	13	,200*	,943	13	,497
FORÇA MI POS	GE	,185	16	,146	,944	16	,406
	GA	,261	12	,023	,845	12	,032

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

**Tests of Normality**

	GRUPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
%AUMENTOMS	1	,204	13	,142	,933	13	,378
	2	,141	16	,200 <sup>*</sup>	,951	16	,512
	3	,195	12	,200 <sup>*</sup>	,904	12	,178
%AUMENTOMI	1	,160	13	,200 <sup>*</sup>	,980	13	,979
	2	,138	16	,200 <sup>*</sup>	,925	16	,206
	3	,192	12	,200 <sup>*</sup>	,944	12	,548

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

## APÊNDICE C

### Tamanho do efeito

#### Variáveis de equilíbrio

Variável	Grupo	PRÉ		PÓS		tamanho do efeito
		Média	±EP	Média	±EP	
Amplitude Máxima do COPml Bl <sub>OF</sub> (cm)	GE (17)	3,54	0,19	3,25	0,17	<b>0,402</b>
	GF (13)	3,63	0,24	3,41	0,27	<b>0,249</b>
	GA (14)	4,30	0,29	3,83	0,20	<b>0,523</b>
Amplitude Máxima do COPap Bl <sub>OF</sub> (cm)	GE (17)	3,32	0,18	2,93	0,15	<b>0,589</b>
	GF (13)	3,40	0,21	3,45	0,31	<b>-0,055</b>
	GA (14)	3,92	0,26	3,27	0,12	<b>0,890</b>
Velocidade Média do COPml OF (cm/s)	GE (17)	1,55	0,10	1,49	0,15	<b>0,118</b>
	GF (13)	1,62	0,12	1,63	0,14	<b>-0,022</b>
	GA (14)	1,90	0,13	1,74	0,10	<b>0,383</b>
Velocidade Média do COPap OF (cm/s)	GE (17)	1,17	0,10	1,05	0,07	<b>0,348</b>
	GF (13)	1,21	0,10	1,20	0,08	<b>0,032</b>
	GA (14)	1,46	0,11	1,30	0,09	<b>0,442</b>
Velocidade Média Total do COP OF (cm/s)	GE (17)	2,16	0,15	2,02	0,17	<b>0,218</b>
	GF (13)	2,23	0,18	2,25	0,16	<b>-0,034</b>
	GA (14)	2,65	0,18	2,31	0,13	<b>0,601</b>
Amplitude Máxima do COPml OA (cm)	GE (17)	3,20	0,20	2,83	0,17	<b>0,498</b>
	GF (13)	3,39	0,30	2,87	0,12	<b>0,657</b>
	GA (14)	3,80	0,26	3,39	0,18	<b>0,509</b>
Amplitude Máxima do COPap OA (cm)	GE (17)	3,23	0,19	2,81	0,17	<b>0,582</b>
	GF (13)	3,13	0,23	2,74	0,15	<b>0,580</b>
	GA (14)	3,20	0,18	3,18	0,20	<b>0,029</b>
Velocidade Média do COPml OA (cm/s)	GE (17)	1,18	0,06	1,18	0,08	<b>0</b>
	GF (13)	1,23	0,07	1,24	0,07	<b>-0,041</b>
	GA (14)	1,44	0,10	1,33	0,06	<b>0,370</b>
Velocidade Média do COPap OA (cm/s)	GE (17)	0,89	0,06	0,92	0,10	<b>-0,091</b>
	GF (13)	0,90	0,06	0,89	0,05	<b>0,052</b>
	GA (14)	1,07	0,06	1,11	0,06	<b>-0,185</b>
Velocidade Média Total do COP OA (cm/s)	GE (17)	1,64	0,09	1,67	0,14	<b>-0,064</b>
	GF (13)	1,69	0,10	1,69	0,09	<b>0</b>
	GA (14)	1,98	0,13	1,91	0,09	<b>0,174</b>
Amplitude Máxima do COPml UNI (cm)	GE (17)	3,95	0,19	3,65	0,17	<b>0,416</b>
	GF (13)	4,02	0,41	3,38	0,17	<b>0,589</b>
	GA (14)	4,27	0,41	3,58	0,13	<b>0,629</b>

Amplitude Máxima do COPap UNI (cm)	GE (17)	5,80	0,62	5,19	0,51	<b>0,269</b>
	GF (13)	5,37	0,39	4,44	0,31	<b>0,762</b>
	GA (14)	6,44	0,83	4,68	0,25	<b>0,796</b>
Velocidade Média do COPmi UNI (cm/s)	GE (17)	3,26	0,18	3,32	0,26	<b>-0,067</b>
	GF (13)	3,53	0,30	3,33	0,22	<b>0,220</b>
	GA (14)	3,53	0,11	3,36	0,15	<b>0,359</b>
Velocidade Média do COPap UNI (cm/s)	GE (17)	3,13	0,31	3,08	0,37	<b>0,037</b>
	GF (13)	3,01	0,29	2,70	0,13	<b>0,398</b>
	GA (14)	3,38	0,25	3,02	0,20	<b>0,441</b>
Velocidade Média Total do COP UNI (cm/s)	GE (17)	5,04	0,36	5,04	0,46	<b>0</b>
	GF (13)	5,16	0,44	4,73	0,24	<b>0,350</b>
	GA (14)	5,43	0,26	4,99	0,24	<b>0,488</b>

Variável	Grupo	PRÉ		PÓS		tamanho do efeito
		Média	±EP	Média	±EP	
Marcha Tandem (s)	GE (16)	9,17	0,38	7,36	0,24	<b>1,471</b>
	GF (13)	9,98	0,30	7,65	0,29	<b>2,280</b>
	GA (13)	9,84	0,67	7,36	0,48	<b>1,228</b>

### Variáveis Neuromusculares

Variável	Grupo	PRÉ		PÓS		tamanho do efeito
		Média	±EP	Média	±EP	
CVM EXT (kg)	GE (17)	20,00	1,65	20,35	1,45	<b>-0,056</b>
	GF (13)	20,77	2,04	22,77	1,96	<b>-0,289</b>
	GA (12)	24,08	1,30	23,83	1,14	<b>0,062</b>
EMG RF (µV)	GE (17)	92,76	9,01	91,35	11,33	<b>0,034</b>
	GF (13)	91,31	12,36	106,31	11,36	<b>-0,365</b>
	GA (12)	101,00	9,72	100,17	9,25	<b>0,026</b>
EMG VL (µV)	GE (17)	143,12	10,10	127,65	9,51	<b>0,394</b>
	GF (13)	168,69	24,39	192,00	26,33	<b>-0,265</b>
	GA (12)	165,83	21,96	158,42	17,40	<b>0,113</b>
CVM FLEX (kg)	GE (17)	17,12	1,20	17,05	0,84	<b>0,017</b>
	GF (13)	16,31	1,19	17,62	1,35	<b>-0,297</b>
	GA (12)	16,67	1,09	14,75	0,63	<b>0,650</b>
EMG BF (µV)	GE (17)	143,12	19,51	147,35	14,27	<b>-0,062</b>
	GF (13)	146,92	17,22	143,62	27,81	<b>0,041</b>
	GA (11)	128,55	16,89	133,18	24,23	<b>-0,070</b>
EMG ST (µV)	GE (17)	144,12	12,96	172,88	18,15	<b>-0,456</b>
	GF (13)	163,08	19,18	174,15	20,97	<b>-0,159</b>
	GA (12)	191,83	22,47	168,00	15,14	<b>0,375</b>

1 RM (kg)	GE (17)	22,55	1,39	25,83	1,57	<b>-0,553</b>
	GF (13)	22,46	1,75	29,23	2,05	<b>-1,025</b>
	GA (14)	22,85	1,23	27,64	1,34	<b>-1,033</b>

### Variáveis Cardiorrespiratórias

Variável	Grupo	PRÉ		PÓS		tamanho do efeito
		Média	±EP	Média	±EP	
FC <sub>LV2</sub> (bpm)	GE (15)	122,20	3,70	122,07	3,97	<b>0,009</b>
	GF (12)	125,00	4,38	120,25	4,51	<b>0,322</b>
	GA (14)	118,46	3,96	121,85	3,76	<b>-0,244</b>
VO <sub>2LV2</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	GE (15)	10,43	0,50	12,78	0,54	<b>-1,207</b>
	GF (12)	11,49	0,46	12,03	0,63	<b>-0,295</b>
	GA (14)	11,07	0,56	13,90	0,58	<b>-1,377</b>
VO <sub>2pico</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	GE (15)	14,12	0,52	16,70	0,69	<b>-1,129</b>
	GF (12)	15,33	0,76	15,35	0,74	<b>-0,008</b>
	GA (14)	14,96	0,56	17,77	0,57	<b>-1,379</b>
Caminhada de seis minutos (m)	GE (15)	501,53	10,42	547,15	12,34	<b>-1,068</b>
	GF (12)	520,00	15,71	547,18	14,85	<b>-0,536</b>
	GA (13)	507,31	14,12	555,50	15,39	<b>-0,747</b>

### Variáveis Funcionais

Variável	Grupo	PRÉ		PÓS		tamanho do efeito
		Média	±EP	Média	±EP	
Alcançar atrás das costas (cm)	GE (16)	-3,69	1,27	-1,25	1,28	<b>-0,494</b>
	GF (13)	-3,00	1,38	-1,04	1,49	<b>-0,394</b>
	GA (13)	-3,77	1,77	-0,92	1,47	<b>-0,506</b>
Sentar e alcançar (cm)	GE (16)	-3,81	1,81	0,75	1,40	<b>-0,728</b>
	GF (13)	-2,85	2,12	1,00	2,30	<b>-0,503</b>
	GA (13)	-7,08	3,68	-4,62	3,55	<b>-0,196</b>
Flexão de cotovelo (nº repetições)	GE (16)	16,25	0,72	19,50	0,56	<b>-1,301</b>
	GF (13)	14,23	0,68	21,46	0,76	<b>-2,894</b>
	GA (12)	15,08	0,85	22,17	0,56	<b>-2,844</b>
Levantar e sentar (nº repetições)	GE (16)	11,63	0,29	14,25	0,40	<b>-1,936</b>
	GF (13)	10,85	0,32	14,92	0,67	<b>-2,238</b>
	GA (13)	11,31	0,36	15,92	0,41	<b>-3,449</b>
8-Foot (s)	GE (16)	5,85	0,14	5,53	0,10	<b>0,679</b>
	GF (13)	5,85	0,14	5,58	0,13	<b>0,577</b>
	GA (13)	5,82	0,17	5,16	0,12	<b>1,295</b>

## APÊNDICE D

### FICHA DE ANAMNESE

Nome: \_\_\_\_\_

<b>Problemas de saúde</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Observações</b>
Osteoporose			
Osteopenia			
Artrite			
Artrose			
Tendinite			
Problema muscular			Qual?
Problemas na coluna			Qual?
Diabetes			
Colesterol alto			
Pressão arterial alta			
Pressão arterial baixa			
Problemas cardíacos			Qual?
Tireóide			
Deficiência visual			
Óculos ou lentes			
Deficiência auditiva			
Deficiência física			
Órteses ou próteses			
Doenças neurológicas			Qual?
Labirintopatia (ex: Labirintite)			
Parkinson			
Acidente Vascular Cerebral (AVC)			
Reumatismo			
OUTROS			Qual?

<b>Sintomas</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Observações</b>
Desmaios			
Dores de cabeça			
Vertigens			
Tonturas			
Dores musculares			
Fraqueza muscular			
Dores articulares			
Dores na coluna			
OUTROS			Qual?

<b>Medicamentos (tipos)</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Observações / Posologia</b>
Antidepressivos			
Relaxantes musculares			
Antibióticos			
Antialérgicos			
Anestésicos			
Diurético			
Hormônios			
Calmanete			
Estimulante			
OUTROS			Qual?

<b>Hábitos</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Observações</b>
Tabagismo			
Bebida alcóolica			
OUTROS			Qual?

## APÊNDICE E

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_, concordo voluntariamente a participar do estudo “Comparação dos efeitos de diferentes métodos de treinamento e destreinamento na hidroginástica no equilíbrio dinâmico e estático de mulheres idosas”.

Poderei ser incluído, através de sorteio, em qualquer um dos seguintes grupos do estudo: Treinamento de Equilíbrio, Treinamento de Força e Treinamento Aeróbico, todos na modalidade hidroginástica, porém com diferentes enfoques. Estou ciente que o treinamento será realizado durante 12 semanas, com duas sessões semanais de 45min cada. Além disso, após esse período haverá uma fase de destreinamento de 4, 6 e 8 semanas, na qual não poderei realizar qualquer tipo de atividades físicas, caso contrário, deverei informar aos responsáveis da pesquisa. Também concordo em realizar avaliações antes e após o período do treinamento, assim como na fase de destreinamento, conforme citado acima. Essas avaliações serão divididas em três sessões, com 24h de intervalo entre as mesmas.

Todas as sessões de avaliação e de treinamento serão realizadas na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, situada na Rua Felizardo, 750, Jardim Botânico.

Eu, por meio desta, autorizo Luiz Fernando Martins Kruehl, Giane Veiga Liedtke e bolsistas selecionados para realizar os seguintes procedimentos:

- Realização de um teste máximo em cicloergômetro, executado com aumento progressivo da intensidade, até que ocorra minha interrupção voluntária. Caso faça parte do grupo Treinamento Aeróbico, também será realizado outro teste máximo, porém dentro da água. Esse teste terá duração de cerca de 20min.
- Aplicação de testes para avaliar a força muscular dinâmica máxima e isométrica máxima. Essas avaliações terão duração de aproximadamente 1h cada.
- Para o posicionamento dos eletrodos nas avaliações neuromusculares, permito que realizem depilação seguida de uma limpeza da pele com algodão e álcool.
- Realização de medidas de composição corporal (peso, altura e dobras cutâneas), com duração de aproximadamente 15min.
- Execução de testes de equilíbrio e funcionais, os quais têm duração de cerca de 15min cada.

Estou ciente que durante o teste máximo em cicloergômetro estarei respirando através de uma máscara, na qual estará anexado o analisador de gases, o que pode gerar certo desconforto.

Estou ciente que nos testes de esforço máximo poderá ocorrer dor e cansaço muscular temporário, assim como a possibilidade de alterações na frequência cardíaca e na pressão arterial. Porém, eu entendo que a minha frequência cardíaca será monitorada durante os testes de laboratório, e que eu posso terminar o teste em qualquer momento sob meu critério.

Além disso, durante os testes máximos estará presente um médico responsável e uma linha telefônica disponível para a Assistência Médica de Emergência (SAMU 192).

No entanto, não haverá um médico presente durante todas as sessões de treino.

Estou ciente que após a depilação e limpeza com álcool da pele para o posicionamento dos eletrodos, posso ter algum tipo de irritação na pele como vermelhidão e um leve inchaço.

**Dos procedimentos de testes:**

- Os procedimentos expostos acima serão explicados para mim por Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos, Giane Veiga Liedtke e bolsistas selecionados, que também responderão dúvidas que eu tenha em qualquer momento sobre esses procedimentos;
- Todos os dados relativos a minha pessoa irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob minha solicitação escrita. Além disso, eu entendo que no momento da publicação, não irá ser feita associação entre os dados publicados e a minha pessoa;
- Não haverá compensação financeira pela minha participação neste estudo;
- Não haverá indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;
- Poderei fazer contato com o orientador do estudo Professor Luiz Fernando Martins Krueel e sua orientanda Giane Veiga Liedtke, para quaisquer problemas referentes a minha participação no estudo ou se eu sentir que há uma violação dos meus direitos, através dos telefones:  
(51) 3308-5820 (Laboratório de Pesquisa do Exercício)  
(51) 3308-3629 (Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS)
- Durante a realização do trabalho, e a qualquer instante durante os testes, eu tenho o direito de me recusar a prosseguir com os mesmos.
- Todos os procedimentos a que serei submetido serão conduzidos por profissionais, professores ou bolsistas com experiência prévia em todos os procedimentos.

Porto Alegre \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2013.

Nome em letra de forma do participante: \_\_\_\_\_

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

Nome em letra de forma do pesquisador: \_\_\_\_\_

Assinatura do pesquisador: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE F

### ROTINA DE PROCESSAMENTO DE DADOS DE COP

Realizada por Natalia Andrea Gomeñuka e Giane Veiga 30 Maio 2014

```
clear all
close all
```

definição das variáveis

```
fsamp = 100;           %frequência de amostragem(Hz)
dt = 1/fsamp;         % Período
fcut=10;              % frequencia de corte
order=4;              % ordem do polinomio
g = 9.8;              % aceleração da gravidade (m/seg^2)
```

Carrega o txt com dados de acelegometria

```
h = msgbox('Carrega Arquivo plataforma txt');
waitfor(h)
[diretorio,arquivo]=carrega('*.txt');
file=strcat(diretorio,arquivo);
```

```
DadosPlataforma = load(file);
```

```
DadosPlataforma = DadosPlataforma (1:3000,:);
```

```
DadosPlataforma=matfiltfilt(dt, fcut, order, DadosPlataforma); %dados plataforma
filtrados
```

Define as colunas de força e momento em x, y e z advindos da plataforma

```
Fx = DadosPlataforma(:,1); % componente da força no eixo x
Fy = DadosPlataforma(:,2); % componente da força no eixo y
Fz = DadosPlataforma(:,3); % componente da força no eixo z
Mx = DadosPlataforma(:,4); % momento ao longo do eixo x
My = DadosPlataforma(:,5); % momento ao longo do eixo y
Mz = DadosPlataforma(:,6); % momento ao longo do eixo z
```

```
Zoff = -0,039; % metros
n_linhas= size (Fx,1);
```

```
tempo_coleta= dt*n_linhas; %em segundos
```

```
Calcula o Cop(x) assim [(My + (Zoff * Fx))/Fz] * (-1)
```

```

for cont = 1:n_linhas

Cop_x (cont,1) = ((My(cont,1) + (Zoff * Fx(cont,1)))/Fz(cont,1))*(-1);

end

Calcula o Cop(y)assim [(Mx - (Zoff * Fy))/Fz]

for cont = 1:n_linhas

Cop_y (cont,1) = ((Mx(cont,1) - (Zoff * Fy(cont,1)))/Fz(cont,1));

end

Media_Cop_x = mean (Cop_x);

Media_Cop_y = mean (Cop_y);

COP retirando o DC (ou também Off set)
Cop_x menos off set

for cont = 1:n_linhas

COP_X (cont,1) = (Cop_x (cont,1) - Media_Cop_x); %Retirando a média do Cop_x
de cada ponto
mediaX(cont,1)=Media_Cop_x;
end

Cop_y menos off set

for cont = 1:n_linhas

COP_Y (cont,1) = (Cop_y (cont,1) - Media_Cop_y); %Retirando a média do Cop_y
de cada ponto
mediaY(cont,1)=Media_Cop_y;
end

figure(1)
plot (COP_X, 'r'); hold on,plot (COP_Y, 'b');
legend('Media R(t)', 'Media R(t)+ dp', 'Media R(t) - dp')
legend('COP_X', 'COP_Y')
xlabel('Tempo (frames)')
ylabel('Cop (m)')

figure(2)
plot (COP_X, 'r'); hold on,plot (Cop_x, 'b');hold on ; plot (mediaX, 'b');
figure(3)
plot (COP_Y, 'r'); hold on,plot (Cop_y, 'b');hold on ; plot (mediaY, 'b');

```

Máxima do COP

Max\_COP\_X = max (COP\_X);

Max\_COP\_Y = max (COP\_Y);

Mínima do COP

Min\_COP\_X = min(COP\_X);

Min\_COP\_Y = min (COP\_Y);

Amplitude Máxima do COP

Amplit\_Max\_COP\_X = Max\_COP\_X - Min\_COP\_X;

Amplit\_Max\_COP\_Y = Max\_COP\_Y - Min\_COP\_Y;

VELOCIDADE COP

Vel\_COP\_X = diff (COP\_X);

Vel\_COP\_Y = diff (COP\_Y);

VELOCIDADE MEDIA DO COP

Vel\_Med\_COP\_X = (sum (abs (Vel\_COP\_X)))/tempo\_coleta;

Vel\_Med\_COP\_Y = (sum (abs (Vel\_COP\_Y)))/tempo\_coleta;

VELOCIDADE MEDIA TOTAL POR PITÁGORAS

for cont=1:n\_linhas-1

    Vel\_COP (cont,1) = sqrt ((Vel\_COP\_X(cont,1))^2 + (Vel\_COP\_Y(cont,1))^2);

end

Vel\_Media\_Total = (sum (Vel\_COP))/tempo\_coleta;

vetor dos dados finais

dados=[Amplit\_Max\_COP\_X,Amplit\_Max\_COP\_Y,Vel\_Med\_COP\_X,Vel\_Med\_COP\_Y,Vel\_Media\_Total];

salvar os dados de interesse

save 'dados.txt' dados -ascii;

save 'dadosint.txt' dadosint -ascii;s

final=size(arquivo,2)-4;

nome=arquivo(1,1:final);

xlswrite(nome,dados);

j=0;