

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

ANÁLISE DO EQUILÍBRIO CORPORAL DE MULHERES IDOSAS
PRATICANTES DE HIDROGINÁSTICA SUBMETIDAS A DIFERENTES
TIPOS DE TREINAMENTO

Monografia

Natália Amélia da Silva Azenha

Porto Alegre, Dezembro de 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Natália Amélia da Silva Azenha

**ANÁLISE DO EQUILÍBRIO CORPORAL DE MULHERES IDOSAS
PRATICANTES DE HIDROGINÁSTICA SUBMETIDAS A DIFERENTES
TIPOS DE TREINAMENTO**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título acadêmico de Licenciada em Educação Física pela Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Co-orientadora: Prof.^a Ms. Cristine Lima Alberton
Orientador: Prof.^o. Dr.^o. Luiz Fernando Martins Krueh

Porto Alegre, Dezembro de 2010.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Profº Drº. Luiz Fernando Martins Krueel por ter confiado e apostado em mim e por todas as contribuições para a conclusão deste trabalho.

Aos membros do Grupo de Pesquisa em Atividades Aquáticas e Terrestres (GPAT), pelas críticas construtivas. Especialmente à Ana Carolina Kanitz, colega e amiga na graduação, Cristine Lima Alberton, pelas infinitas reuniões e discussões para elaboração das aulas, por sua paciência e dedicação no ato de orientar; Roberta Bgeginski e Marcus Tartaruga pela ajuda desde o início da elaboração deste projeto e durante o período de coletas. Também, à Stephanie Santana Pinto, pelas conversas e toda a ajuda neste último semestre e por me ensinar, aos 45 min do segundo tempo, a elaborar gráficos para análises individuais.

Às meninas do Projeto de Extensão, Fabi, Mika e Mari, pela paciência e dedicação durante as 12 semanas de desenvolvimento das aulas de hidroginástica. Muito obrigada!!!

Aos meus colegas de faculdade, hoje amigos queridos, Mariah, Nati e Randhall que durante 5 anos foram parte da minha família dentro da EsEF.

Ao meu irmão, Marcus Vinícius, um brilhante médico. Obrigada pelas horas de discussão e interesse sobre cinesiologia e fisiologia do exercício.

Em especial, aos meus pais Júlia e José Carlos, por lutarem sempre, incondicionalmente, para me oferecer uma educação de qualidade e formar a pessoa que sou hoje. Agradeço pela garra e força com que vocês têm guiado nossa família nos últimos anos. Só nós sabemos tudo que passamos para que eu pudesse chegar aonde cheguei. Muito obrigada!!!

Por fim, agradeço à Mariana Magalhães pelo apoio incondicional nos momentos de nervosismo e preocupação, pelas palavras de incentivo e por todo o carinho a mim oferecido. Obrigada pela paciência infinita e por estar sempre ao meu lado, por acreditar no meu potencial às vezes mais do que eu mesma. Lembre-se sempre que “um sonho que se sonha só, é só um sonho que se sonha só; um sonho que se sonha junto é realidade”.

RESUMO

ANÁLISE DO EQUILÍBRIO CORPORAL DE MULHERES IDOSAS PRATICANTES DE HIDROGINÁSTICA SUBMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE TREINAMENTO

Autora: Natália Amélia da Silva Azenha

Co-orientadora: Prof.^a Ms. Cristine Lima Alberton

Orientador: Prof.^o.: Dr.^o. Luiz Fernando Martins Kruehl

O objetivo do estudo foi analisar o equilíbrio corporal de mulheres idosas submetidas a um treinamento de hidroginástica. A amostra foi composta por 11 mulheres ativas (61,0 + 0,5 anos) praticantes de hidroginástica há pelo menos 12 meses e que estivessem há no mínimo 3 meses sem praticar exercício físico. Os sujeitos foram divididos em 3 grupos experimentais: equilíbrio (n=3), força (n=4) e aeróbio (n=3). O treinamento de 12 semanas foi desenvolvido no Centro Natatório da EsEF/UFRGS. Foram realizadas sessões de avaliação, pré e pós-treinamento, para avaliar o equilíbrio corporal, onde o mesmo foi mensurado sobre uma plataforma de força (AMTI), com olhos abertos e fechados, coletando as variáveis de força e reação do solo ântero-posterior (Fx), látero-medial (Fy) e vertical (Fz), bem como o momento de força ântero-posterior (Mx) e momento de força látero-medial (My), sendo estes valores utilizados para cálculo do Centro de Pressão Plantar (COP). Para análise dos dados utilizou-se estatística descritiva (média ± DP). No grupo de treinamento de equilíbrio corporal e condicionamento cardiorrespiratório, houve tendência de melhora no equilíbrio látero-medial e ântero-posterior nas situações com olhos abertos e olhos fechados. Já no grupo de força muscular na situação com olhos fechados, encontrou-se uma tendência de melhora de ΔCOP_x e ΔCOP_y e com os olhos abertos, ΔCOP_x apresentou tendência de melhora. Entretanto, ΔCOP_y . Não apresentou melhorias pós treinamento. Concluímos que o treinamento aplicado melhorou alguns componentes do equilíbrio postural pós-treinamento, sendo esta melhora independente do tipo de aula aplicada equilíbrio, força muscular ou condicionamento cardiorrespiratório.

Palavras-chave: treinamento aquático; equilíbrio; idosas; hidroginástica

ABSTRACT

EFFECTS OF WATER-BASED EXERCISE ON BODY BALANCE OF ELDERLY WOMEN PERFORMING DIFFERENTS TYPES OF TRAINING

Author: Natália Amélia da Silva Azenha

Co-adviser: Prof.^a Ms. Cristine Lima Alberton

Adviser: Prof^o.: Dr^o. Luiz Fernando Martins Kruehl

The aim of this study was to analyze the body balance in elderly women subjected to water-based exercise training. The sample consisted of 11 healthy active women (61.0 + 0.5 years) engaged in water for at least 12 months and that there were at least 3 months without physical exercise. The subjects were divided into 3 groups: balance (n = 3), strength (n = 4) and aerobic (n = 3). The 12-week training was conducted at the Swimming Center of the Physical Education School on the Federal University of Rio Grande do Sul (EsEF / UFRGS). Evaluation sessions were held, pre-and post-training, to assess the body balance, which was measured on a force platform AMTI Brand, with eyes closed and with eyes open, collecting the variables of ground reaction force and anterior-posterior (Fx), lateral-medial (Fy) and vertical (Fz) and moment of force anteroposterior (Mx) and lateromedial (My), and these values used to calculate the center of plantar pressure (COP). Data analysis used descriptive statistics (mean ± SD). In the body balance training group and cardiorespiratory fitness training group, there was a trend of improvement in balance lateral-medial and anterior-posterior in situations with eyes open and eyes closed. In the group of muscle strength in the situation with eyes closed, we found a trend toward improvement of ΔCOP_x and ΔCOP_x and with open eyes ΔCOP_x tended to improve. However, ΔCOP_y showed no improvement after training. We conclude that the applied training improved some components of postural balance post-training, and this improvement regardless of the class applied balance, muscle strength or cardiorespiratory fitness.

Keywords: aquatic program; balance; elderly women; water-based exercise

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. OBJETIVOS.....	13
1.1.1. OBJETIVO GERAL.....	13
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. HIDROGINÁSTICA.....	14
2.2. DEFINIÇÃO DE EQUILÍBRIO CORPORAL.....	14
2.3. AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO CORPORAL.....	15
2.3.1 MÉTODOS INDIRETOS.....	15
2.3.2. MÉTODO DIRETO.....	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1. Amostra.....	20
3.1.1. Critérios de Inclusão.....	20
3.1.2. Critérios de Exclusão.....	20
3.1.3. Grupos Experimentais.....	21
3.2.Variáveis.....	21
3.2.1. Dependentes.....	21
3.2.2. Independentes.....	21
3.2.3.Controle.....	21
3.2.4. Caracterização da amostra.....	22
3.3. Tratamento das Variáveis Independentes.....	22
3.4. Sessões de Treino.....	22
3.4.1.Força Muscular.....	22
3.4.2. Equilíbrio Corporal.....	23
3.4.3. Condicionamento Cardiorrespiratório.....	24
3.5. Protocolo de Testes.....	25
3.5.1. Avaliação do Equilíbrio Corporal.....	25
3.6. PROCEDIMENTOS PARA COLETAS DE DADOS	26
3.6.1. Determinação das Variáveis dependentes.....	26
3.7. INSTRUMENTOS DE MEDIDAS	27
3.7.1. Balança.....	27
3.7.2. Estadiômetro.....	28
3.7.3. Termômetro.....	28
3.7.4. Plicômetro.....	28
3.7.5. Escala de Sensação Subjetiva (BORG).....	28
3.7.6. Plataforma de Força.....	28
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	28
5. RESULTADOS	28
6. DISCUSSÃO	31

7. CONCLUSÃO.....	34
8. REFERÊNCIAS.....	37
9. ANEXOS.....	41
ANEXO A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	41

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	Plataforma de Força retangular da marca AMTI, mostrando a representação das forças obtidas por meio de sensor.....	19
FIGURA 2 -	Situação “com olhos abertos”.....	28
FIGURA 3 –	Situação “com olhos fechados”.....	28
FIGURA 4 –	Gráfico referente à variação do centro de pressão plantar ântero-posterior (Δ COPx) e látero-medial (Δ COPy), corporal com olhos fechados e abertos, nos momentos pré e pós treinamento de equilíbrio corporal.....	32
FIGURA 5 –	Gráfico referente à variação do centro de pressão plantar ântero-posterior (Δ COPx) e látero-medial (Δ COPy), corporal com olhos fechados e abertos, nos momentos pré e pós treinamento de força muscular.....	33
FIGURA 6 –	Gráfico referente à variação do centro de pressão plantar ântero-posterior (Δ COPx) e látero-medial (Δ COPy), corporal com olhos fechados e abertos, nos momentos pré e pós treinamento de condicionamento cardiorrespiratório.....	33

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Caracterização da amostra: média e desvios padrão das variáveis de caracterização da amostra dos grupos experimentais.....	31
---	----

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Periodização de 12 semanas de treinamento de força muscular em hidrogenástica.....	25
QUADRO 2 – Periodização de 12 semanas de treinamento de equilíbrio corporal em hidrogenástica.....	26
QUADRO 3 - Periodização de 12 semanas de treinamento de condicionamento cardiorrespiratório em hidrogenástica.....	27

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), nos próximos 20 anos, a população com 60 anos ou mais poderá chegar a 30 milhões de pessoas. Esse crescimento se deve à queda da taxa de fecundidade e o aumento da longevidade da população sendo, este, conseqüência de uma melhor qualidade de vida proporcionada à população brasileira (IBGE, 2006). Com o envelhecimento, ocorre uma diminuição na atividade física e, conseqüentemente, na força muscular, oferecendo ao indivíduo, um aumento no risco de quedas (GREGG et al., 2000, STEVENS AND OLSON, 2000).

A atividade física para indivíduos desta faixa etária é uma importante ferramenta que, dentre outros objetivos, proporciona uma melhor qualidade de vida. A valorização da auto-estima e da imagem corporal juntamente com a diminuição do uso de medicamentos e com a sociabilização, são alguns dos fatores que podemos citar como componentes da qualidade de vida para estes sujeitos. Além dos fatores psicológicos, o exercício na terceira idade promove inúmeras melhorias no que se refere a respostas antropométricas, neuromusculares e metabólicas (ALVES et al., 2004; DEVERAUX et al., 2005). Dentre as melhorias antropométricas e neuromusculares podemos citar a diminuição da gordura corporal, o incremento da flexibilidade, da densidade mineral óssea (DMO) e da força muscular (ALVES et al., 2004; DEVERAUX et al., 2005). No âmbito metabólico, o exercício proporciona um aumento do volume sistólico e da ventilação pulmonar, bem como uma melhoria no perfil lipídico destes indivíduos (ALMEIDA et al., 1999).

De acordo com o estudo de Fiatarone (1996), o treinamento de força nos idosos promove incremento de força muscular, melhorias na DMO, na velocidade da caminhada e, assim, no equilíbrio corporal. Também, propicia ao idoso uma maior capacidade funcional e de realização das atividades de vida diária, este incremento na força muscular também diminui a propensão às quedas, que ocasionariam fraturas e poderiam levar o indivíduo a óbito. Ao mesmo tempo, sabe-se que o uso contínuo de medicamentos de ordem betabloqueadora, psicoativa e diurética e também um ambiente inadequado são fatores que promovem o aumento das quedas em idosos (GUIMARÃES et al., 2005).

Já, no que se refere ao exercício realizado em meio aquático, a hidroginástica é uma modalidade bastante conhecida por oferecer um baixo impacto articular quando comparado ao meio terrestre (KRUEL, 2000; MIYOSHI et al., 2004), podendo ser praticada por indivíduos de todas as faixas etárias. Estudos realizados com exercícios aquáticos encontraram melhoras em diferentes valências físicas como: força muscular (TAUNTON et al., 1996; BRAVO et al., 1997; MÜLLER, 2002; CARDOSO et al., 2004; ALVES et al., 2004; DEVERAUX et al., 2005; BOCALINI et al., 2008; AMBROSINI et al., 2010; SOUZA et al., 2010; GRAEF et al., 2010), condicionamento aeróbio (TAUNTON et al., 1996; BRAVO et al., 1997; ALVES et al., 2004; DEVERAUX et al., 2005; BOCALINI et al., 2008), flexibilidade (TAUNTON et al., 1996; BRAVO et al., 1997; ALVES et al., 2004) e equilíbrio corporal (ALVES et al., 2004; DEVERAUX et al., 2005; KANEDA et al., 2008; MANN et al., 2008).

Quanto ao equilíbrio corporal, que é essencial às tarefas diárias e atividades de coordenação simples como o caminhar, é um elemento bastante afetado na terceira idade. Spirduso (1995), em seu livro *Physical Dimensions of Aging*, afirma que o exercício contribui na melhora do equilíbrio, pois promove o fortalecimento dos membros inferiores e também proporciona melhora nos reflexos e na sinergia motora das reações posturais.

Na literatura pesquisada, o estudo de Nagy et al., (2007) desenvolveu uma metodologia semelhante ao presente estudo. Foi analisado o equilíbrio corporal através da taxa de deslocamento do centro de pressão plantar (COP) calculado a partir de dados coletados em uma plataforma de força. Durante 8 semanas e duas sessões semanais, 19 idosos realizaram um programa de exercícios composto por exercícios combinados de força e flexibilidade para membros inferiores, exercícios de equilíbrio dinâmico e estático além de caminhadas como atividade aeróbia. Como resultados, não foram encontradas melhoras no grupo controle (n = 10), porém, para o grupo experimental (n = 9) não foram observados efeitos do treinamento apenas quanto ao balanço antero-posterior. Alterações interessantes também foram encontradas no plano látero-medial, onde o treinamento proporcionou um aumento significativo no equilíbrio nas situações com olhos abertos (OA) e com olhos fechados (OF).

Desta forma, devido à importância do equilíbrio para uma melhor qualidade de vida de sujeitos idosos e, observando esta população no dia-a-dia e no Projeto de

Extensão de Hidroginástica, que ocorre todas as segundas e quartas-feiras no Centro Natatório da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, surgiu o seguinte problema de pesquisa *“Que tipo de treinamento aquático pode oferecer melhorias no equilíbrio corporal de indivíduos idosos?”*

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente estudo foi avaliar o equilíbrio corporal de mulheres idosas praticantes de hidroginástica submetidas a três diferentes tipos de treinamentos, especificamente de força muscular, equilíbrio corporal e de condicionamento cardiorrespiratório.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o equilíbrio corporal pré e pós treinamento de força muscular, condicionamento cardiorrespiratório e de equilíbrio em hidroginástica, através da amplitude do deslocamento do centro de pressão plantar ântero-posterior (COPx) e látero-medial (COPy);
- Comparar a influência pré e pós treinamento de força muscular em hidroginástica no equilíbrio corporal de mulheres idosas através da variação na amplitude do centro de pressão plantar ântero-posterior (Δ COPx) e látero-medial (Δ COPy);
- Comparar a influência pré e pós treinamento cardiorrespiratório em hidroginástica no equilíbrio corporal de mulheres idosas através da variação na amplitude do centro de pressão plantar ântero-posterior (Δ COPx) e látero-medial (Δ COPy);
- Comparar a influência pré e pós treinamento de equilíbrio corporal em hidroginástica no equilíbrio corporal de mulheres idosas através da variação na amplitude do centro de pressão plantar ântero-posterior (Δ COPx) e látero-medial (Δ COPy).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. HIDROGINÁSTICA

A hidroginástica pode ser conceituada como uma forma alternativa de condicionamento físico, constituída de exercícios aquáticos específicos, baseados no aproveitamento da resistência da água como sobrecarga e do empuxo como redutor de impacto (KRUEL, 2000).

Assim como outros exercícios aquáticos realizados na posição vertical como por exemplo *deep water running*, cicloergômetro e caminhadas, está sendo cada vez mais indicada devido aos seus benefícios à saúde (ECKERSON & ANDERSON, 1992; KRUEL, 2000). Diversos componentes da aptidão física podem sofrer melhorias em decorrência da prática regular da modalidade, tais como a flexibilidade (TAKESHIMA et al., 2002; ALVES et al., 2004), o desenvolvimento das atividades de vida diária (BOCALINI et al., 2008), o condicionamento cardiorrespiratório (AVELLINI et al., 1983; TAUNTON et al., 1996; TAKESHIMA et al., 2002), a força muscular (PETRICK et al., 2001; PÖYHÖNEN et al., 2002; TAKESHIMA et al., 2002; CARDOSO et al., 2004; KRUEL et al., 2005; TSOURLOU et al., 2006; SATO et al., 2008) e a composição corporal (TAKESHIMA et al., 2002). Aliado a estes benefícios, os exercícios realizados em meio líquido apresentam uma redução no impacto articular quando comparado ao meio terrestre (KRUEL, 2000; MIYOSHI et al., 2004).

2.2. DEFINIÇÃO DE EQUILÍBRIO CORPORAL

É a situação na qual o corpo adota uma determinada posição em relação ao espaço, onde qual a cabeça é dirigida para cima e a face para frente com ereção do corpo todo (DOUGLAS, 2002).

O controle do equilíbrio requer a manutenção do centro de gravidade sobre a base de sustentação durante situações estáticas e dinâmicas. Manter o equilíbrio corporal requer a interação de uma série de informações provenientes de três sistemas: o vestibular, o somatossensorial e o visual. O sistema vestibular é sensível às acelerações lineares e angulares, enquanto o sistema somatossensorial é composto por vários receptores que percebem a posição e a velocidade de todos os

segmentos corporais, seu contato com objetos externos, inclusive o chão, e a orientação da gravidade (WINTER, 1995). As informações visuais relacionam-se com a forma, cor e movimento dos objetos e do próprio corpo. No sistema visual, pode-se dizer que o envelhecimento compromete não só a acuidade visual, mas também restringe o campo de visão e causa diminuição na percepção de profundidade. Estas alterações, segundo Hobeika (1999) e Bittar et al. (2002), contribuem para a instabilidade corporal.

2.3. AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO CORPORAL

2.3.1. MÉTODOS INDIRETOS

Analisando a literatura, percebe-se que existem diferentes formas de avaliação do equilíbrio corporal. Alguns estudos que realizaram treinamento físico com sujeitos idosos (JOHANSSON & JARNLO, 2001; BALLARD et al., 2004; ALVES et al., 2004; DEVERAUX et al., 2005) utilizaram métodos indiretos (questionários, testes e/ou escalas), relacionando, assim, o resultado obtido com a diminuição do risco de quedas ou, também, com possíveis melhoras na condição de equilíbrio corporal destes indivíduos. Uma limitação do uso da análise indireta é a de que os resultados referem-se essencialmente à capacidade funcional do sujeito, não oferecendo informações específicas das variáveis necessárias à uma avaliação de equilíbrio.

Alves et al., (2004) realizou um treinamento de hidroginástica de 12 semanas com 74 mulheres idosas divididas em dois grupos (treinamento = 37; controle = 37). Foram executados exercícios de alongamento e flexibilidade durante 5 minutos e, na parte principal, foram aplicados exercícios aeróbios (corridas, deslocamentos e movimentos combinados de braços e pernas, de forma intervalada) e localizados (força/resistência). Neste estudo, foi mensurada a aptidão física através da bateria de testes de Rikli & Jones (1999), onde foi avaliada a flexibilidade, resistência aeróbia e mobilidade física (agilidade, velocidade e o equilíbrio dinâmico). Foram observadas melhoras significativas em todos os testes aplicados de aptidão física após o treinamento de hidroginástica. No teste “sentado, caminhar 2,44m e voltar a sentar” aplicado para análise do equilíbrio corporal, os sujeitos apresentaram uma

redução no tempo de execução de aproximadamente 1,5 segundos sendo os valores para o grupo treinamento de 7.3 ± 1.5 pré e 5.8 ± 1.0 pós ($p < 0,001$) e para o grupo controle de 7.3 ± 1.3 pré e 7.1 ± 1.5 pós ($p < 0,401$). Os autores concluíram que os achados do estudo corroboram para a melhoria e manutenção da aptidão física nos idosos.

A pesquisa realizada por Deveraux et al., (2005), avaliou 50 mulheres ($73,3 \pm 3,9$ anos) que foram submetidas a um treinamento aquático com 10 semanas de duração. As aulas foram compostas por exercícios aeróbios, de força muscular, Tai Chi, alongamentos, propriocepção e atividades de equilíbrio realizadas duas vezes por semana. Além disso, foi aplicado o *Modified Falls Efficacy Scale* (MFES). Esta escala inclui uma gama maior de atividades ao ar livre sendo que as questões visam determinar o quão confiantes os idosos sentem-se capazes de realizar cada atividade em uma escala de 0 (não confiantes) a 10 (totalmente confiantes). Entre outras análises, o *step test* foi utilizado a fim de avaliar o equilíbrio corporal e, como resultados, encontrou-se uma melhora significativa no grupo experimental comparada ao grupo controle ($p < 0,001$). Isto é apoiado pela literatura que trata da aprendizagem motora onde os alunos demonstraram a capacidade de transferir o que aprenderam em diferentes condições práticas ou habilidades de movimento (ROSE AND CLARK, 2000). Além disso, estes autores sugerem que um permanente treinamento de equilíbrio, se suficientemente dinâmico, também pode promover melhorias positivas nas atividades funcionais que combinam elementos de equilíbrio dinâmico e mobilidade global. Já os resultados da MFES mostraram não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos embora, clinicamente, tenha sido observada uma melhora na amplitude de movimento.

Uma pesquisa desenvolvida na Suécia por Johansson & Jarnlo (2001), objetivou descobrir se o equilíbrio de um grupo de mulheres idosas poderia ser melhorado com 9 testes simples de equilíbrio antes e depois de um período de treinamento. Para tanto, 34 mulheres idosas com idades em torno de 70 anos foram divididas em grupo controle e grupo experimental que realizou 1 hora de treinamento duas vezes por semana durante 5 semanas em meio terrestre apenas. Os testes realizados consistiam em permanecer em pé apoiado apenas na perna direita; com apoio apenas na perna esquerda; com *feedback* visual e sem *feedback* visual; rotação e sem rotação do pescoço; caminhar em linha reta; caminhar na forma do

número “8” e, por fim, caminhar o mais rápido possível. Como resultados encontrou-se que o equilíbrio no grupo experimental melhorou significativamente em 6 dos 9 testes, ao passo que nenhuma melhoria foi encontrada entre os sujeitos do grupo controle. Desta forma, os autores concluíram que mulheres saudáveis com 70 anos de idade podem melhorar seu equilíbrio corporal tanto caminhando quanto em pé.

2.3.2. MÉTODO DIRETO

A oscilação postural que nosso corpo sofre quando estamos em pé, é afetada por fatores como idade e alterações patológicas. Tais oscilações podem ser avaliadas de forma precisa e acurada utilizando uma plataforma de força e quantificadas através do cálculo de deslocamento do centro de pressão plantar (COP).

Estabilografia refere-se à técnica que mede a oscilação do corpo, sendo a medida estabilográfica mais comum na avaliação do equilíbrio, o cálculo dos valores de COP. A definição de COP pode ser dada como sendo o ponto de aplicação da resultante das forças verticais atuando na superfície de suporte, e representa um resultado coletivo do sistema de controle postural e do centro de gravidade. Expressa a localização do vetor resultante da força de reação do solo em uma plataforma de força (BARELA & DUARTE, 2006).

A plataforma de força (Figura 1) é um equipamento capaz de detectar as forças que produzimos no solo quando andamos ou permanecemos em pé. Para avaliação do equilíbrio, é solicitado que o sujeito permaneça sobre a plataforma enquanto são registrados dados referentes aos componentes da força de reação do solo (FRS) ântero-posterior (F_x), látero-medial (F_y) e vertical da força de reação do solo (F_z); momento em torno do eixo ântero-posterior (M_x) e em torno do eixo látero-medial (M_y) (BARELA & DUARTE, 2006).



Figura 1 – Plataforma de Força retangular da marca AMTI, mostrando a representação das forças obtidas por meio de sensor.

A partir dos sinais mensurados pela plataforma de força, a posição COP é dada por:

$$COP_x = (My - h \cdot F_x) / F_z$$

$$COP_y = (M_x - h \cdot F_y) / F_z$$

Onde:

M_x: momento em torno do eixo ântero-posterior;

M_y: momento em torno do eixo látero-medial;

F_x: força de reação do solo no sentido ântero-posterior;

F_y: força de reação do solo no sentido látero-medial;

F_z: força de reação do solo no sentido vertical;

h: é a altura da base de apoio da plataforma (0,05m);

COP_x: centro de pressão plantar ântero-posterior;

COP_y: centro de pressão plantar látero-medial.

Há uma escassez de trabalhos publicados que avaliaram o equilíbrio corporal, pré e pós treinamento, através do uso da plataforma de força. Hue et al., (2004) realizou um estudo buscando determinar os efeitos de um programa específico de exercício na estabilidade postural de pessoas idosas. Para isso, 74 sujeitos, com idade média de $72,4 \pm 0,7$ anos, participaram de um treinamento realizado 2 vezes por semana em superfície rígida e em superfície instável durante 3 meses visando melhorar a postura, o equilíbrio e a mobilidade. O controle postural foi mensurado através de uma plataforma de força com os sujeitos em situações dinâmicas e estáticas, e com os olhos abertos e fechados. Mudanças nos parâmetros estabilométricos (área de balanço, média ântero-posterior e média látero-medial, comprimento total, comprimento ântero-posterior e comprimento látero-medial) do grupo experimental (n = 60) foram comparados ao grupo controle (n = 14). Os resultados não mostraram diferença significativa pós treinamento na estabilidade postural na condição de treino em superfície rígida. Entretanto, a área de balanço ($p < 0,0005$), o comprimento total ($p < 0,001$) e o comprimento ântero-posterior ($p < 0,01$) foram significativamente reduzidos na condição de treino em superfície instável, com olhos abertos e fechados. Além disso, na linha central médio-lateral e com olhos abertos, o comprimento ântero-posterior no grupo experimental foi significativamente reduzido ($p < 0,01$) e na condição ântero-posterior da linha central

com os olhos abertos e fechados, a área de balanço ($p < 0,0005$), o comprimento total ($p < 0,0005$) e o comprimento ântero-posterior ($p < 0,05$) foi significativamente diminuído. Os autores concluem, então que, o programa de atividade física melhorou a estabilidade postural de idosos quando a posição ereta foi alterada. Entretanto, os resultados não significativos para a condição de treino em superfície rígida sugerem que três meses não sejam suficientes para melhorar o equilíbrio estático.

Outro estudo em que houve a utilização da plataforma de força para avaliação do equilíbrio, foi o de Nagy et al. (2007). Durante 8 semanas, 9 idosos com idade média de $79 \pm 1,6$ anos, foram alocados no grupo experimental (GE) e foram utilizados dois grupos controle: idosos ($n = 10$; $76 \pm 1,9$ anos) e jovens ($n = 12$; $22 \pm 0,4$ anos). Foram realizados exercícios combinados de força muscular e flexibilidade para membros inferiores, exercícios de equilíbrio dinâmico e estático e, como exercício aeróbio, apenas caminhadas. Uma avaliação na plataforma de força foi realizada pré e pós treinamento, nas situações com olhos abertos e com olhos fechados. Os resultados mostraram que houve um aumento significativo nos valores de ΔCOP_y e os autores concluem que o equilíbrio dos sujeitos do GE melhorou em resposta ao treinamento realizado.

Pajala et al., (2008) avaliou se o COP prevê o risco de quedas em idosos com dificuldades de equilíbrio. O centro de pressão plantar de 434 idosas foi mensurado na plataforma de força em diferentes posições na seguinte ordem: com apoio em ambos os pés e olhos abertos, com apoio em ambos os pés e olhos fechados, semi-tandem (calcanhar de um pé na lateral do dedão do outro pé). Os resultados mostraram que, os sujeitos com maiores valores de COP, independentemente do teste aplicado, teve de duas a quatro vezes mais risco de quedas em relação aos outros indivíduos. A incapacidade de concluir o teste semi-tandem também foi um fator significativo. A tendência do aumento no risco de quedas foi encontrada também para os sujeitos sem histórico de quedas. Como conclusão, os autores sugerem que testes de equilíbrio na plataforma de força fornecem informações válidas de controle postural, que podem ser usados para prevenir o risco de quedas, mesmo em idosos que não apresentam problemas e/ou histórico de equilíbrio.

Sabendo das melhorias que o exercício proporciona aos sistemas biológicos do seres humanos e da importância do mesmo para manutenção da saúde e

qualidade de vida de idosos, faz-se interessante o estudo dos efeitos de três tipos de treinamento em meio aquático sobre o equilíbrio corporal.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. AMOSTRA

A amostra foi selecionada por voluntariedade, de forma não aleatória, após convite realizado verbalmente durante as aulas do programa de hidroginástica na EsEF/UFRGS. Todos os sujeitos leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A), no qual constam todas as informações pertinentes ao estudo.

3.1.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Consideraram-se como critérios de inclusão, as mulheres isentas de doenças do tipo glaucoma e labirintite e que não estivessem fazendo uso de medicação betabloqueadora, diurética e psicoativa.

3.1.2. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram excluídos do estudo os sujeitos que atenderam a quaisquer dos critérios, tais como:

- Frequência inferior a 75% nas aulas;
- Iniciaram qualquer tipo de atividade física durante o período da pesquisa;
- Sofreram um acidente vascular cerebral e/ou intervenção cirúrgica há pelo menos 12 meses;
- Necessitavam de órtese para locomover-se ou utilizam prótese para este fim

Também, os indivíduos deveriam ter no mínimo um tempo de prática em hidroginástica de 12 meses e estar há, no mínimo, três meses sem praticar treinamento físico sistemático.

3.1.3. GRUPOS EXPERIMENTAIS

O grupo experimental (GEE) foi formado por 6 mulheres participantes do programa de hidroginástica com treinamento específico em equilíbrio corporal.

O grupo experimental (GEF) foi constituído por 6 mulheres participantes do programa de hidroginástica com treinamento específico de força muscular.

O grupo experimental (GEA) foi composto por 6 mulheres participantes do programa de hidroginástica com treinamento específico de condicionamento cardiorrespiratório.

3.2. VARIÁVEIS

3.2.1. DEPENDENTES

Os dados fornecidos pela plataforma de força são os seguintes:

- Centro de pressão plantar no sentido ântero-posterior (COPx);
- Centro de pressão plantar no sentido látero-medial (COPy).

3.2.2. INDEPENDENTES

- Treinamento de equilíbrio corporal em hidroginástica;
- Treinamento de força muscular em hidroginástica;
- Treinamento de condicionamento cardiorrespiratório em hidroginástica.

3.2.3. CONTROLE

- Temperatura da água em torno de 32°C.

3.2.4. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

- Idade;
- Estatura;
- Massa corporal;
- Massa corporal magra;
- Gordura corporal.

3.3. TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

As aulas foram ministradas na piscina rasa do Centro Natatório da Escola de Educação Física (EsEF), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). As dimensões da piscina são: 16m de comprimento, 6m de largura e profundidade com variação entre 1,10m e 1,30m, o que permite que a execução da aula seja feita com cada aluno imerso no nível do processo xifóide. A temperatura da água foi controlada aproximadamente em 32°C.

As aulas de hidroginástica foram divididas em: aquecimento, parte principal e parte final e a frequência foi de duas sessões semanais (segundas e quartas – feiras) com duração de 45 minutos cada sessão, por um período de 12 semanas, sendo o treinamento dividido em 4 mesociclos com duração de 3 semanas cada.

Cada turma teve suas aulas ministradas sempre pela mesma professora, durante todo o período de treinamento, em virtude de cada uma possuir diferentes comandos verbais com seu grupo de alunas. A intensidade das aulas foi controlada a partir da Escala de Borg que permaneceu fixada no ambiente próximo à piscina para todas as aulas.

3.4. SESSÕES DE TREINO

3.4.1. FORÇA MUSCULAR

Para o treinamento de força muscular em meio aquático, foram realizados exercícios para oito grupos musculares: adutores de quadril; abdutores de quadril; flexores de cotovelo; extensores de cotovelo; flexores horizontais de ombro; extensores horizontais de ombro; flexores de joelho e extensores de joelho.

A progressão do treinamento ocorreu com a diminuição do tempo de estímulo a fim de aumentar a velocidade de execução do movimento, sendo que às alunas foi solicitado que executassem na maior velocidade possível, sempre com um intervalo de 2 minutos para cada grupo muscular. Durante todo o período de treinamento, o aquecimento foi realizado sempre na intensidade 11 de Borg.

Quadro 1: Periodização de 12 semanas de treinamento de força muscular em hidroginástica.

	Aquecimento	Tempo Intensidade		Volta à calma
Mesociclo1	5 min. Articular 5 min. Aeróbio	Aeróbio 10 min 13 Borg	Força 2x 30 seg.	5 min.
Mesociclo 2	5 min. Articular 5 min. Aeróbio	Aeróbio 5 min. 13 Borg	Força 3x 20 seg.	5 min.
Mesociclo 3	3 min. Articular 3 min. Aeróbio	Força 4x15 seg.		3 min.
Mesociclo 4	3 min. Aeróbio	Força 2x 3x 10 seg. Intervalo = 5 min entre blocos		5 min.

3.4.2. EQUILÍBRIO CORPORAL

No treinamento de equilíbrio corporal foram realizados exercícios específicos de equilíbrio somados à exercícios aeróbios com elementos deste componente. Foi solicitado às alunas que executassem os exercícios específicos de equilíbrio e os aeróbios com elementos de equilíbrio, numa intensidade correspondente ao índice 12 da Escala RPE de Borg da Sensação Subjetiva ao Esforço (BORG, 2000) sendo que, esta aula compreendia também exercícios localizados.

A progressão deste tipo de treinamento ocorreu com um aumento na complexidade dos exercícios concomitantemente à diminuição da base de apoio dos membros inferiores e, ainda, com os exercícios sendo executados de forma bilateral e unilateralmente.

	Aquecimento	Tempo Intensidade	Local. Membros Superiores	Local. Membros Inferiores	Volta à calma
Mesociclo 1	6 min deslocamentos e articular	Aeróbio 15 min 13 de Borg	5 min. bilateral Base larga	10 min. bilateral Total apoio	5 min.
Mesociclo 2	6 min deslocamentos e articular	Aeróbio 19 min 13 de Borg	5 min. bilateral Base curta	10 min. unilateral Total apoio	5 min.
Mesociclo 3	6 min deslocamentos e articular	Aeróbio 19 min 13 de Borg	5 min. unilateral Base curta	10 min. Bilateral Ponta do pé	5 min.
Mesociclo 4	6 min deslocamentos e articular	Aeróbio 19 min 13 de Borg	5 min. bilateral Base curta	10 min. unilateral 30 seg. com apoio 30 seg. sem apoio	5 min.

Quadro 2: Periodização de 12 semanas de treinamento

mento de equilíbrio corporal em hidroginástica.

3.4.3. CONDICIONAMENTO CARDIORRESPIRATÓRIO

No treinamento de condicionamento cardiorrespiratório, os exercícios foram os mesmos realizados no treinamento de força muscular nos quatro mesociclos (para adutores e abdutores de quadril; flexores e extensores de cotovelo; flexores horizontais e extensores horizontais de ombro; flexores e extensores de joelho), ocorrendo variação de intensidade conforme o mesociclo.

Aqui, a progressão do treinamento foi realizada partindo-se de um tipo de aula contínua, após ocorreu um incremento na intensidade de execução dos exercícios, iniciando um trabalho intervalado a partir do mesociclo 2 e, posteriormente, foi aplicada uma aula do tipo pirâmide nos mesociclos 3 e 4.

	Tipo de Aula	Aquecimento	Tempo Intensidade	Volta à calma
Mesociclo1	Contínua	5 min.	7 blocos de 5 exercícios (1 min. cada) Borg 12	5 min.
Mesociclo 2	Intervalada	4 min.	4 min. – Borg 13 2 min. – Borg 15 Repete 6x	5 min.
Mesociclo 3	Pirâmide	5 min.	4 min. – Borg 13 2 min. – Borg 15 1 min. – Borg 17 Repete 5x	5 min.
Mesociclo 4	Pirâmide	5 min.	4 min. – Borg 13 2 min. – Borg 15 2 min. – Borg 17 Repete 3x + Bloco de 4 min.	5 min.

Quadro 3: Periodização de 12 semanas de treinamento de condicionamento cardiorrespiratório em hidroginástica.

3.5. PROTOCOLO DE TESTES

Foi realizada uma sessão de avaliação nos momentos pré e pós treinamento. Primeiramente foram feitas as medidas corporais dos sujeitos – massa corporal e estatura em uma balança e no estadiômetro, respectivamente. Posteriormente a esta coleta de dados, foram tomadas as medidas das dobras cutâneas tricipital, subescapular, peitoral, axilar-média, supra-ilíaca, abdominal e coxa com a utilização de um plicômetro. A partir destes dados, foi estimada a densidade corporal das mulheres através do protocolo de dobras cutâneas proposto por Jackson et. al (1980). Além disso, a composição corporal foi estimada através da fórmula de Siri *apud* Heyward & Stolarczyk (2000). Após, os sujeitos realizaram o protocolo de equilíbrio corporal, sendo todos estes procedimentos desenvolvidos no Laboratório

de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da EsEF – UFRGS, uma semana antes e até uma semana após o término do período de treinamento.

3.5.1. AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO CORPORAL

Os indivíduos foram avaliados em duas situações experimentais de equilíbrio estático em ordens pré-definidas: posição ortostática com pés apoiados e olhos abertos (Figura 2) e posição ortostática com pés apoiados com olhos fechados (Figura 3).

Nestas avaliações foi solicitado aos sujeitos que se posicionassem de forma confortável sobre a plataforma de força com os dois pés apoiados, afastados 5 cm e descalços. Os indivíduos deveriam permanecer na posição por 15 segundos e na situação com olhos abertos, foi solicitado que olhassem um ponto de referência fixado a 2 metros de distância e 1,5 metros de altura.



Fig. 2 - Situação “com olhos abertos”



Fig. 3 - Situação “com olhos fechados”

3.6. PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

3.6.1. DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES

Nas sessões de coleta pré e pós treinamento, foram coletadas as variáveis de FRS ântero-posterior (F_x), látero-medial (F_y) e vertical (F_z) e também momento ântero-posterior (M_x) e látero-medial (M_y).

A partir dos sinais mensurados pela plataforma de força, a posição COP é dada por:

$$COP_x = (M_y - h \cdot F_x) / F_z$$

$$COP_y = (M_x - h \cdot F_y) / F_z$$

Onde:

M_x : momento em torno do eixo ântero-posterior;

M_y : momento em torno do eixo látero-medial;

F_x : força de reação do solo no sentido ântero-posterior;

F_y : força de reação do solo no sentido látero-medial;

F_z : força de reação do solo no sentido vertical;

h : é a altura da base de apoio da plataforma (0,05m);

COP_x: centro de pressão plantar ântero-posterior;

COP_y: centro de pressão plantar látero-medial.

Os sinais provenientes da plataforma tiveram um ganho de 4000 vezes e foram coletados a uma freqüência de aquisição de 60 Hz. Utilizou-se um filtro passa-baixa, com freqüência de corte de 6 Hz, definido segundo procedimento de Análise Residual, proposto por Winter (1995). O equilíbrio corporal foi analisado através da amplitude do deslocamento (COP_x) e (COP_y), bem como na variação do deslocamento do (Δ COP_x) e (Δ COP_y), para valores coletados pré e pós treinamento de cada sujeito.

Para cada sujeito, foram feitos recortes nos 4 segundos iniciais e finais, do tempo total de 15 segundos, e a partir daí, foi feita a média entre o maior e o menor valor, ou seja, Δ COP_x e Δ COP_y.

3.7. INSTRUMENTOS DE MEDIDA

3.7.1. BALANÇA

Para a determinação da massa corporal dos sujeitos, utilizou-se uma balança de alavanca da marca FILIZOLA, com resolução de 100 gramas.

3.7.2. ESTADIÔMETRO

Para determinação da estatura dos componentes da amostra, foi utilizado um estadiômetro da marca FILIZOLA, composto por uma escala métrica onde desliza um cursor que mede a altura do indivíduo na posição ortostática. Esta escala é fixa a uma base cujo apoio é no solo e sua resolução é de 1 mm.

3.7.3. TERMÔMETRO

Para verificação da temperatura da água, foi utilizado um termômetro químico, da marca INCOTERM, com resolução de 1°C.

3.7.4. PLICÔMETRO

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

3.7.5. ESCALA RPE DE BORG (6-20)

Foi utilizada a escala RPE de Borg (6-20) durante as aulas de hidroginástica.

3.7.6. PLATAFORMA DE FORÇA

Para a coleta de dados utilizou-se uma Plataforma de força da marca AMTI (modelo OR6-5: 50,8 x 46,4 cm), a base de *strain-gages*, que possibilita a medição das forças e dos movimentos em três dimensões (Fx, Fy e Fz; Mx e My).

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para analisar os dados coletados foi utilizada estatística descritiva (média \pm desvio-padrão).

5. RESULTADOS

Com a finalidade de caracterizar a amostra, a Tabela 1 apresenta as médias e os desvios padrão das variáveis de idade, massa corporal, estatura, percentual da massa muscular e percentual de gordura dos sujeitos dos grupos experimentais condicionamento cardiorrespiratório (GEA), força muscular (GEF) e equilíbrio corporal (GEE).

Tabela 1 - Caracterização da amostra: média e desvios padrão das variáveis de caracterização da amostra dos grupos experimentais.

Grupo	GEE (n = 3)		GEF (n = 4)		GEA (n = 3)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Idade (anos)	63	$\pm 6,08$	64,5	$\pm 1,73$	57	$\pm 2,00$
Estatura (m)	1,58	$\pm 0,05$	1,54	$\pm 0,08$	1,57	$\pm 0,02$
Massa corporal (kg)	61,1	$\pm 6,26$	66,17	$\pm 5,58$	61,13	$\pm 4,46$
% Massa Muscular	66,60	$\pm 3,45$	66,00	$\pm 4,78$	66,93	$\pm 2,43$
% Gordura	33,40	$\pm 3,45$	33,99	$\pm 4,78$	35,07	$\pm 2,44$

As figuras abaixo apresentam as imagens gráficas do comportamento das variáveis COPx e COPy pré e pós treinamento nas situações com olhos abertos e olhos fechados, para cada sujeito dos grupos experimentais de condicionamento cardiorrespiratório, força muscular e equilíbrio corporal.

EQUILÍBRIO CORPORAL

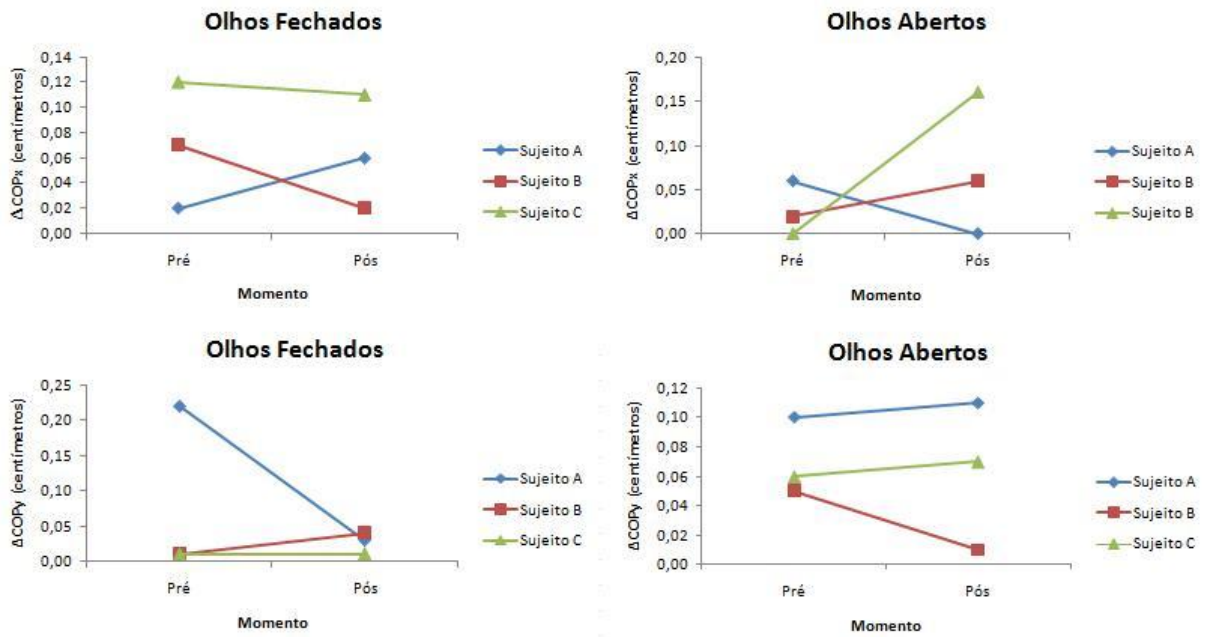


Figura 4 - Gráfico referente à variação do centro de pressão plantar ântero-posterior (ΔCOP_x) e látero-medial (ΔCOP_y), corporal com olhos fechados e abertos, nos momentos pré e pós treinamento de equilíbrio corporal.

FORÇA MUSCULAR

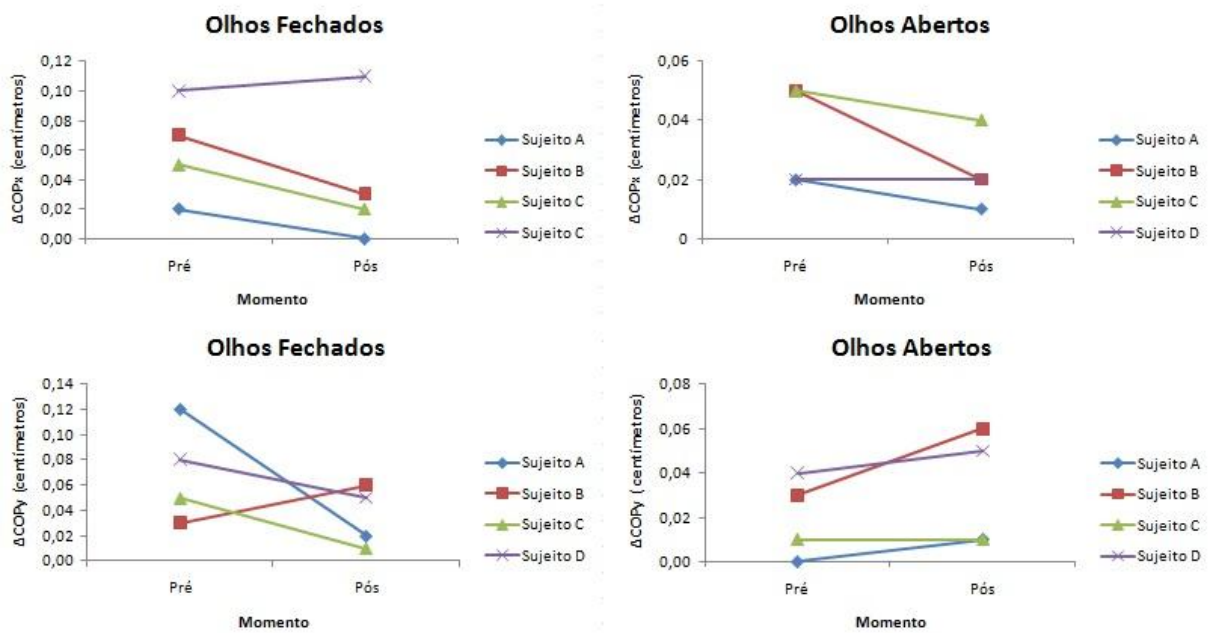


Figura 5 - Gráfico referente à variação do centro de pressão plantar ântero-posterior ($\Delta COPx$) e látero-medial ($\Delta COPy$), corporal com olhos fechados e abertos, nos momentos pré e pós treinamento de força muscular.

CONDICIONAMENTO CARDIORRESPIRATÓRIO

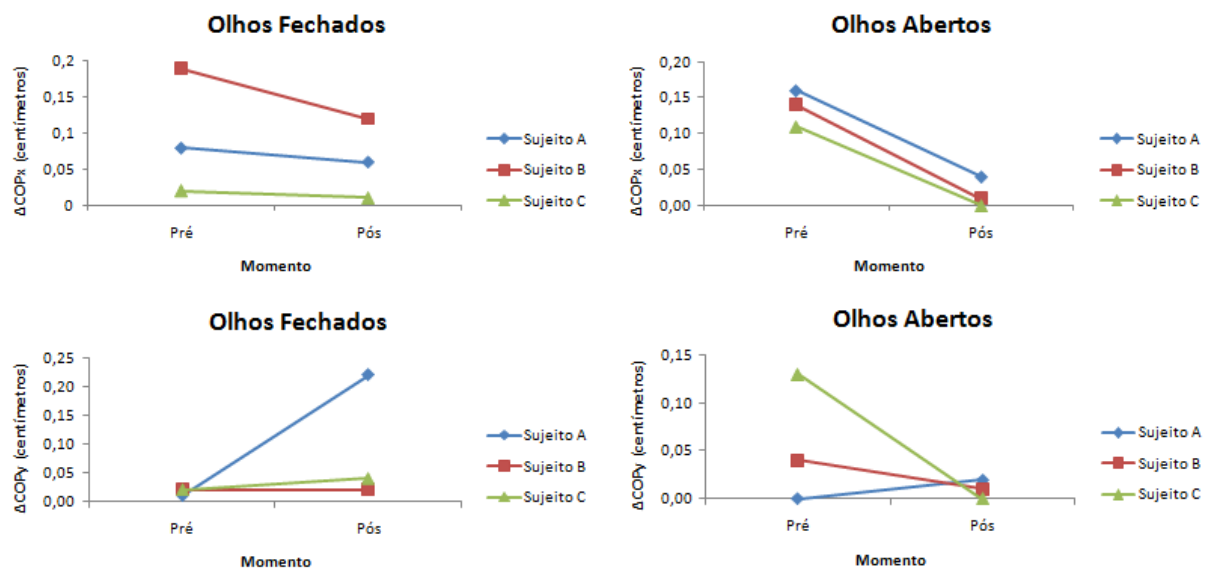


Figura 6 - Gráfico referente à variação do centro de pressão plantar ântero-posterior ($\Delta COPx$) e látero-medial ($\Delta COPy$), corporal com olhos fechados e abertos, nos momentos pré e pós treinamento de condicionamento cardiorrespiratório.

6. DISCUSSÃO

Observamos em nosso estudo uma tendência de melhora para todos os grupos experimentais após as 12 semanas de treinamento de hidroginástica. Estes resultados parecem fortalecer a importância da prática de exercícios físicos sistemáticos pela população idosa. Cabe salientar que todos os componentes da amostra já eram familiarizados com a modalidade, tendo um tempo de prática mínimo de um ano.

Acreditamos que a metodologia empregada confira confiabilidade aos resultados, pois os grupos apresentavam características semelhantes e também pela aplicação do treinamento, com as aulas sendo ministradas 12 semanas pela mesma professora.

São poucas as publicações referentes à análise do equilíbrio corporal de idosos através do cálculo do COP. Dentre os estudos que realizaram avaliação do pré e pós treinamento em meio líquido, Alves et al.(2004), após 12 semanas de um programa de hidroginástica que contou com exercícios de alongamento, flexibilidade, exercícios aeróbios e localizados para um grupo experimental (n = 37) e controle (n = 37), encontraram melhoras significativas em todos os testes aplicados para aptidão física, através da bateria de testes de Rikli & Jones (1999). No teste aplicado para análise do equilíbrio corporal, “sentado, caminhar 2,44 metros e voltar a sentar”, os sujeitos apresentaram redução no tempo de execução do teste em aproximadamente 1,5 segundo, sendo os valores para o grupo treinamento de 7.3 ± 1.5 pré e 5.8 ± 1.0 pós ($p < 0.001$) e para o grupo controle de 7.3 ± 1.3 pré e 7.1 ± 1.5 pós ($p < 0,401$). Os dados corroboram com o presente estudo, onde encontramos tendências de melhora nas variáveis de equilíbrio para todos os grupos, após as 12 semanas de treinamento controlado. Uma limitação do estudo supracitado foi o uso de apenas um grupo experimental e a aplicação de diversos tipos de exercícios em uma mesma aula, diferentemente deste estudo, onde a amostra foi dividida em três grupos distintos, sendo que cada um realizou exercícios específicos de força muscular, equilíbrio e aeróbios.

Deveraux et al. (2005) que avaliou 50 mulheres (73.3 anos, em média) após 10 semanas de treinamento em meio líquido. A amostra foi dividida em controle (n = 24) e experimental (n = 25) e foram aplicados exercícios aeróbios, de força

muscular, tai chi, alongamento, propriocepção e equilíbrio. Para a avaliação do equilíbrio, foi utilizado o *Step Test*, que é um teste para análise do equilíbrio dinâmico onde o sujeito é instruído a subir e descer um degrau de 7.5 cm sem apoiar as mãos, devendo realizar a subida e descida total dos pés tantas vezes quantas forem necessárias, durante 15 segundos. O teste deve ser executado com as duas pernas e são registradas as repetições de cada uma (HILL et al., 1996a). Foi encontrada uma melhora significativa no grupo experimental comparada ao grupo controle ($p < 0,001$). Isto pode ser justificado pelo fato de os alunos demonstrarem capacidade de transferir o que foi aprendido, em diferentes condições práticas ou em habilidades de movimento distintas (ROSE & CLARK, 2000).

Embora os estudos citados tenham sido realizados em meio líquido e seguindo um programa de treinamento controlado e também tenham apresentado melhorias no equilíbrio corporal de idosos, não foi feita a análise dos componentes de força de reação do solo para determinação do COP ântero-posterior e médio-lateral.

O estudo de Hue et al. (2004), objetivou determinar os efeitos de um programa específico de exercícios no equilíbrio de 74 idosos, sendo 60 do grupo experimental (GE) e 14 do grupo controle (GC). Assim como no presente estudo, foram aplicados três meses de treinamento, com duas sessões semanais, porém as aulas foram realizadas apenas em meio terrestre, em uma superfície rígida e também em superfície instável. O protocolo na plataforma de força foi realizado com os sujeitos em situações dinâmicas e estáticas, bem como com os olhos abertos e fechados. Comparando-se GE com GC, os resultados não mostraram diferença significativa para as variáveis ΔCOP_x , ΔCOP_y , comprimento total, área de balanço, comprimento látero-medial e ântero-posterior, pós treinamento em superfície rígida. Todavia, três destas variáveis foram reduzidas significativamente na condição em superfície instável com olhos abertos e fechados (área de balanço, comprimento total e ântero-posterior).

Estes resultados contrapõem-se ao presente estudo e ao estudo de Nagy et al. (2007), onde foi analisada a estabilidade postural através do cálculo do COP a partir de dados coletados na plataforma de força. Os autores realizaram um treinamento de 8 semanas que consistiu em exercícios combinados de força e flexibilidade para membros inferiores, exercícios de equilíbrio dinâmico e estático e

caminhadas como exercício aeróbio. Tendo em vista que ambos os trabalhos realizaram exercícios multisensoriais com sujeitos idosos, nosso estudo apontou tendências de melhoras para os treinamentos de condicionamento cardiorrespiratório e de equilíbrio corporal, já o treinamento de força muscular não apontou tais tendências, apenas manutenção do equilíbrio dos sujeitos, diferentemente da pesquisa de Nagy et al., a qual mostrou melhorias nos parâmetros de equilíbrio após o programa de exercícios combinados.

Em se tratando do conhecimento das alterações neuromusculares em meio aquático, estas ainda são um pouco desconhecidas. O estudo de Pöyhönen et al. (2002) investigou os efeitos de um treinamento de resistência de 10 semanas realizado em meio líquido na performance neuromuscular e na massa muscular dos flexores e extensores de joelho de mulheres jovens. Como resultados, os autores encontraram um incremento significativo no torque muscular dos extensores e flexores de joelho com um aumento proporcional na ativação neural e aumento na área de secção transversa muscular. Quanto ao nosso estudo, o treinamento de força muscular, pode ter apresentado estas melhoras nos componentes do equilíbrio devido a ganhos de força, resultantes de uma maior adaptação neural, aumento da captação de aminoácidos e subsequente hipertrofia muscular. Raso (2000) sugere que há uma melhora na coordenação neural de idosos submetidos ao treinamento de resistência, e que esta adaptação do sistema nervoso pode ser o principal mecanismo responsável pelo aumento da força muscular na população. No presente estudo, tais tendência podem ter sido consequência da instabilidade postural durante a execução dos exercícios na máxima velocidade fazendo com que fosse necessária uma maior contração dos músculos posturais e de membros inferiores.

O presente estudo traz como resultados, a tendência de melhora no equilíbrio dos sujeitos após um treinamento de condicionamento cardiorrespiratório. Corroborando com nossos achados, o estudo de Ballard et al. (2004) investigou o efeito de um programa de exercício sobre o equilíbrio e redução de quedas em 40 idosas comunitárias. O grupo experimental realizou exercícios aeróbios com sessões de uma hora de duração, frequência de três vezes semanais, durante 15 semanas. Dentre as atividades, foram incluídos exercícios aeróbios e de fortalecimento dos membros inferiores com resistência elástica. Os voluntários foram avaliados pela Escala de Equilíbrio de Berg, como medida de equilíbrio, e um teste referido como

Wall-Sit para medida de resistência muscular. Os resultados deste estudo mostraram um aumento significativo de resistência muscular e melhora no equilíbrio corporal das participantes, assim como a melhora no Δ COPx na situação com olhos abertos, na presente investigação.

Diferentes comportamentos das variáveis analisadas, nas situações com e sem visão, podem ser explicadas devido à postura dos sujeitos, afetada também pelo sistema visual, onde a retina é sensibilizada por ondas eletromagnéticas que são transmitidas ao córtex visual localizado na região occipital, determinando modificações no tônus da postura (DOUGLAS, 2002).

7. CONCLUSÃO

Finalizamos este estudo observando que o treinamento de força muscular em hidroginástica ofereceu uma maior tendência de melhora nos componentes de equilíbrio possivelmente por que, para manter-se ereto é necessário certo nível de força de membros inferiores e músculos posturais. Desta forma, 12 semanas de treinamento de força muscular periodizado e controlado pareceu ser mais eficaz na melhora dos componentes de equilíbrio do que um treinamento específico de equilíbrio corporal e um treinamento aeróbico.

Salientamos que, independentemente do tipo de treinamento realizado em meio aquático, sujeitos idosos que pratiquem exercício físico sistemático têm melhores condições de equilibrar-se de forma adequada, diminuindo a chance da incidência de quedas e, conseqüentemente o risco de óbito nesta população.

8. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. P.; RATTO, L.; GARRIDO, R.; TAMAI, S. Fatores predisponentes e conseqüências clínicas do uso de múltiplas medicações entre idosos atendidos em um serviço laboratorial de saúde mental. **Rev Bras Psiquiatr**, 21 (3), 152-57, 1999.
- 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): 31-7, 2004.
- AMBROSINI, A. B.; BRENTANO, M. A.; COERTJENS, M.; KRUEL, L. F. M. The Effects of Strength Training in Hydrogymnastics for Middle-Age Women. **International Journal of Aquatic Research and Education** 4,153-162. 2004.
- BALLARD, J. E.; MCFARLAND, C.; WALLACE, L. S.; HOLIDAY, D. B.; ROBERSON, G. The effect of 15 weeks of exercise on balance, leg strength, and reduction in falls in 40 women aged 65 to 89 years. **J Am Med Womens Assoc.**59(4):255-61, 2004.
- BARELA, A. M. F.; DUARTE, M. **Utilização da plataforma de força para aquisição de dados cinemáticos durante a marcha humana**. São Paulo: Laboratório de biofísica. Escola de educação física e esporte Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <[HTTP://www.lob.incubadora.fapesp.br/portal/FRS.pdf](http://www.lob.incubadora.fapesp.br/portal/FRS.pdf)>. Acesso em outubro de 2010.
- BITTAR, R. S. M.; PEDALINI, M. E. B.; BOTTINO, M. A.; FORMIGONI, L. D. G. Síndrome do Desequilíbrio do idoso. **Pro Fono** 14(1):119-27, 2002.
- BOCALINI, D. S.; SERRA, A. J.; MURAD, N.; LEVY, R. F. Water-versus land-based exercise effects on physical fitness in older women. **Geriatr Gerontol Int** 8: 265–271, 2008.
- BORG, G. A. **Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido**. São Paulo: Manole, 2000.
- BRAVO, G.; GAUTHIER, P.; ROY, P. M.; PAYETTE, H.; GAULIN, P. A weight-bearing, water-based exercise program for osteopenic women: its impact on bone, functional fitness, and well-being. **Arch Phys Med Rehabil** 78:1375-80, 1997.
- CARDOSO, A.S.; TARTARUGA, L.A.P.; BARELLA, R.E.; BRENTANO, M.A.; KRUEL, L.F.M. Effects of a deep water training program on women's muscle strenght. **FIEP Bulletin**. 74:590-593, 2004.
- 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 Physiother** 51: 102–108, 2005.
- DOUGLAS, C. R. **Tratado de Fisiologia aplicada à saúde**. 5°.Ed. São Paulo: Robe Editorial, 2002.

ECKERSON, J.; ANDERSON, T. Physiological response to water aerobics. **J. Sports Med. Phys. Fitness.** 32(3):255-261, 1992.

FIATARONE, M. Physical activity and functional independence in aging. **Res Q Exerc Sport**, 67 - 70, 1996.

GONÇALVES, I. Esforço máximo e supramáximo na hidroginástica. Caracterização e avaliação do risco de acidente cardiovascular. **Dissertação de Licenciatura**, Universidade do Porto, 2008.

GRAEF, F.I.; PINTO, R. S.; ALBERTON, C. L.; DE 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(11): 3150-3156, 2010.

GREGG, E. W.; PEREIRA, M. A.; CASPERSEN, C. J. Physical activity, falls, and fractures among older adults: A review of the epidemiologic evidence. **J Am Geriatr Soc** .48:883–93, 2000.

GUIMARÃES, J. M. N.; FARINATTI, P. T. V. Análise descritiva de variáveis teoricamente associadas ao risco de quedas em mulheres idosas **Rev Bras Med Esporte** 11(5): 299-305, 2005.

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

HILL, K.; BERNHARDT, J.; GANN, A. M.; MALTESE, D.; BERKOVITS, D. A new test of dynamic standing balance for stroke patients: Reliability, validity and comparison with healthy elderly. **Physiotherapy Canada** 48: 257–262, 1996a.

HOBEIKA, C. P. Equilibrium and balance in the elderly. **E N T Journal** 78(8): 558-66, 1999.

HUE, O. A.; SEYNNES, O.; LEDROLE, D.; COLSON, S. S.; BERNARD, P.L.; Effects of a physical activity program on postural stability in older people Aging. **Aging Clin Exp Res** 16(5), 356-362, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de indicadores sociais: idoso**. Rio de Janeiro: 2006. Disponível em: <http://www.ibge.com.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsoais2006/indic_sociais2006.pdf> Acesso em: 04/ago/2010.

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

JOHANSSON, G.; JARNLO, G. Balance training in 70-year-old women **Physiotherapy Theory & Practice** 7(2): 121-5, 1991.

KANEDA, K.; WAKABAYASHI, H.; SATO, D.; UEKUSA, T.; NOMURA, T. Lower extremity muscle activity during deep-water running on self-determined pace. **J Electromyogr Kinesiol** 18: 965–972, 2008.

KRUEL, L. F. M. **Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora d'água.** Santa Maria, 2000. Tese. Universidade Federal de Santa Maria.

KRUEL, L. F. M.; BARELLA, R. E.; GRAEF, F.; BRENTANO, M. A.; FIGUEIREDO P. A. P.; CARDOSO A.; SEVERO C. R. Efeitos de um treinamento de força aplicado em mulheres praticantes de hidroginástica. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, Rio de Janeiro, v. 4 , n. 1, p. 32-38, 2005.

MANN, L.; KLEINPAULA, J. F.; TEIXEIRA, C. S.; ROSSI, A. G.; LOPES, L. F. D.; MOTA, C. B. Investigação do equilíbrio corporal em idosos. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.** 11(2):155-165, 2008.

MIYOSHI, T.; SHIROTA, T.; YAMAMOTO, S.; NAKAZAWA, K.; AKAI, M. Effect of the walking speed to the lower limb joint angular displacements, joint moments and ground reaction forces during walking in water. **Disabil. Rehabil.** 26(12): 724-732, 2004.

MÜLLER, F. G. **A treinabilidade da força muscular em idosas praticantes de hidroginástica.** Florianópolis, 2002. Dissertação, Universidade do Estado de Santa Catarina.

NAGY, E.; FEHER-KISS, A.; BARNAI, M.; PRESZNER, A. D.; ANGYAN, L.; HORVATH, G. Postural control in elderly subjects participating in balance training **Eur J Appl Physiol** 100: 97–104, 2007.

PAJALA, S.; ERA, P.; KOSKENVUO, M.; KAPRIO, J.; TÖRMÄKANGAS, T.; RANTANEN, T. Force Platform Balance Measures as Predictors of Indoor and Outdoor Falls in Community-Dwelling Women Aged 63–76 Years **Journal of Gerontology: Medical Sciences** 63A(2), 171–178, 2008.

PÖYHÖNEN, T.; SIPILÄ, S.; KESKINEN, K. L.; HAUTALA, A.; SAVOLAINEN, J.; MÄLKIÄ, E. Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. **Med Sci Sports Exerc** 34(12),2103–2109, 2002.

RASO, V. Exercícios com pesos para pessoas idosas: a experiência do Celafiscs. **R Bras Ci e Mov** 8(2),243-51, 2000.

ROSE, D. J.; CLARK, S. Can the control of bodily orientation be significantly improved in a group of older adults with a history of falls? **J Am Geriatr Soc** 48: 275-282, 2000.

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

SPIRDUSO, W. W. **Physical dimensions of aging.** Human Kinetics, 1995.

STEVENS, J. A.; OLSON, S. Reducing falls and resulting hip fractures among older women. **Morbidity and Mortality Weekly Review** 49: 1–12, 2000.

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. 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):204-10, 1996.

TSOURLOU, T.; BENIK, A.; DIPLA, K.; ZAFERIDIS, A.; KELLIS, S. The effect of a Twenty-Four-Week Aquatic Training Program on Muscular Strength Performance in Healthy Elderly Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 20, n.4, p. 811-818, 2006.

WINTER, D. Human balance and posture during standing and walking. **Gait & Posture** 3(4):193-214, 1995.

9. ANEXOS

ANEXO A

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Eu, _____,
concordo voluntariamente a participar do estudo “ANÁLISE DO EQUILÍBRIO CORPORAL DE MULHERES IDOSAS PRATICANTES DE HIDROGINÁSTICA SUBMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE TREINAMENTO”.

Declaro estar ciente de que o estudo será desenvolvido pelo Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel, Prof^a. Ms. Cristine Lima Alberton e Acad. Natália Amélia da Silva Azenha, que tem como objetivo de avaliar o equilíbrio corporal de mulheres idosas praticantes de hidroginástica submetidas a um treinamento de força muscular, de equilíbrio corporal e de condicionamento cardiorrespiratório.

- Autorizo, por meio desta, que realizem os seguintes procedimentos:

- Fazer-me medidas corporais;
- Avaliar-me em uma plataforma de força.

- Eu entendo que durante os testes:

- Os procedimentos expostos acima têm sido explicados para mim pelo Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel, pela Prof^a. Ms. Cristine Lima Alberton e pela Acad. Natália Amélia da Silva Azenha;
- Eu estarei descalço sob uma plataforma de força;
- Posso abandonar os testes em qualquer momento sob meu critério;
- Em qualquer momento, o Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel, a Prof^a. Ms. Cristine Lima Alberton, a Acad. Natália Amélia da Silva Azenha e/ou assistentes irão responder qualquer dúvida que eu tenha relativo a estes procedimentos;
- Eu entendo que no surgimento de uma lesão física resultante diretamente de minha participação nesse estudo, será providenciada compensação financeira.
- Todos os dados relativos à minha pessoa irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob minha solicitação escrita. Além disso, eu entendo que no momento da publicação, não irá ser feita associação entre os dados publicados e eu.
- Não há compensação monetária pela minha participação nesse estudo;

- Posso realizar contato com o Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel, com a Prof^a. Ms. Cristine Lima Alberton e com a Acad. Natália Amélia da Silva Azenha, para quaisquer problemas referentes à minha participação no estudo, ou caso eu sentir que haja violação dos meus direitos, através dos telefones:
(051) 3308-5820 (Laboratório de Pesquisa do Exercício)
(051) 3308-3629 (Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS)

Porto Alegre, _____ de _____ de _____

Participante:

Nome completo: _____

Assinatura do sujeito (participante): _____

Assinatura do pesquisador: _____