

**Andrea Forgas**

**Estudo randomizado controlado da estabilidade  
dinâmica postural em indivíduos saudáveis, pós-  
treinamento sensório-motor, realizado no solo ou no  
meio aquático**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina  
da Universidade de São Paulo para obtenção do  
título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Ortopedia e Traumatologia

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Luis Camanho

São Paulo

2010

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Preparada pela Biblioteca da

Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Forgas, Andrea

Estudo randomizado controlado da estabilidade dinâmica postural em indivíduos saudáveis, pós-treinamento sensório-motor, realizado no solo ou no meio aquático / Andréa Forgas. -- São Paulo, 2010.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da  
Universidade de São Paulo.

Departamento de Ortopedia e Traumatologia.

Área de concentração: Ortopedia e Traumatologia.

Orientador: Gilberto Luis Camanho.

***Dedicatória***

**À minha mãe Neusa,**  
pelos exemplos e dedicação ao  
longo da minha vida e por sua  
determinação, honestidade e força.

**Ao meu marido Marcos,**  
pelo carinho, incentivo,  
compreensão e muita paciência em  
todos os momentos da realização  
deste trabalho.

**Ao meu ídolo e irmão “Junior”,**  
pelo apoio e inteligência que me  
incentivaram a ser como ele.

## **Agradecimentos**

Ao Prof. Dr. Gilberto Luis Camanho, meus sinceros agradecimentos e carinho pela sua orientação, paciência e apoio, e minha maior admiração pela pessoa Gilberto Camanho.

A todos os Professores do Instituto de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, que estão me transformando em uma pesquisadora.

À Aline, pelo carinho e ensinamentos sobre matemática e por estar ao meu lado acreditando que sempre é possível.

Ao Dr. Rene Jorge Abdalla, pela indicação do meu orientador, por deixar-me sair mais cedo para realizar a coleta de dados, apoiar-me e acreditar em mim.

À Prof. Dra Bianca Zingales, pelo incentivo e apoio quando resolvi que queria ser mestre e por me fazer acreditar que era possível entrar na Universidade de São Paulo.

Aos Clubes Pinheiros e Sírio, por permitirem a realização dos treinamentos dentro do seu espaço e por “emprestarem” seus associados.

Aos associados dos Clubes Pinheiros e Sírio que aceitaram a participar da minha pesquisa.

Ao Hospital do Coração, que aprovou a realização dos testes no Balance System, que se encontra no seu Centro de Ortopedia e Reabilitação no Esporte.

Ao Cesar Lauro da Costa e Mariana Teixeira Carballo, por ajudar na estatística demonstrando tanta facilidade e por ter me oferecido, depois disso, noites mais tranquilas de sono.

Às amigas Úrsula e Lisandra, por acreditarem em mim e incentivarem a minha pesquisa.

## *Agradecimentos*

Aos amigos de aulas na obtenção de créditos pelos agradáveis e difíceis momentos que passamos juntos.

“Não, não pares! É graça divina começar bem.

Graça maior persistir na caminhada certa, manter o ritmo...

Mas a graça das graças é não desistir, podendo ou não, caindo, embora aos pedaços, chegar ao fim”

Dom Hélder Câmara

## **Normalização Adotada**

Esta dissertação está de acordo com:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journal Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Bibliografia e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Annelise Carneiro da Cunha, Maria Julia de AL Freddi, Maria F Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

**Sumário**

<b>Dedicatória</b> .....	<b>iii</b>
<b>Agradecimentos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Normalização Adotada</b> .....	<b>vii</b>
<b>Sumário</b> .....	<b>viii</b>
<b>Lista de Abreviaturas</b> .....	<b>ix</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>x</b>
<b>Lista de Quadros</b> .....	<b>xi</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>xii</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>xiii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>xiv</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Revisão de Literatura</b> .....	<b>3</b>
2.1. Estabilidade Articular Dinâmica .....	<b>3</b>
2.1.1 - Propriocepção .....	<b>3</b>
2.1.2. - Reflexo Ligamento-muscular .....	<b>5</b>
2.1.3 – Mecanismo de ajuste dinâmico da rigidez através da cocontração .....	<b>6</b>
2.2. Hidroterapia .....	<b>7</b>
<b>3. Casuística e Método</b> .....	<b>10</b>
3.1 – A escolha da amostra .....	<b>10</b>
3.2 - Os Grupos .....	<b>10</b>
3.3 – A amostra .....	<b>11</b>
3.4 – Avaliação pré e pós-treino .....	<b>14</b>
3.4.1- Teste de Estabilidade Postural .....	<b>16</b>
3.4.2 - Teste de Limites de Estabilidades. ....	<b>19</b>
3.5 – Os Treinamentos .....	<b>21</b>
3.5.1 – Treinamento sensório-motor Solo .....	<b>22</b>
3.5.2 – Treinamento sensório-motor Água .....	<b>26</b>
3.6 – Análise Estatística .....	<b>30</b>
<b>4. Resultados</b> .....	<b>31</b>
<b>5. Discussão</b> .....	<b>33</b>
<b>6. Conclusão</b> .....	<b>38</b>
<b>7. Anexos</b> .....	<b>39</b>
Anexo A .....	<b>39</b>
Anexo B .....	<b>40</b>
<b>8. Referências</b> .....	<b>43</b>



***Lista de Abreviaturas***

BBS – Biodex Balance System

IC – Intervalo de Confiância

N – Tamanho da amostra

p - Probabilidade

## ***Lista de Tabelas***

<b>Tabela 1 - Caracterização dos grupos .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabela 2 - Avaliação do Escore de melhora no membro treinado entre os grupos .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 3 - Comparação entre os grupos Solo e Piscina, onde letras diferentes representam diferenças entre os grupos.....</b>	<b>31</b>

## ***Lista de Quadros***

Quadro 1 - Dados referentes à amostra: idade, grupo sorteado e valor do IMC.....	13
Quadro 2 – Relação dos exercícios realizados no Grupo Solo, durante os 2 meses de programa....	24
Quadro 3 – Relação dos exercícios realizados no Grupo Piscina, durante os 2 meses de programa. .....	28

## **Lista de Figuras**

<b>Figura 1 – O aparelho “Biodex Balance System” .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 2 – O visor demonstrando o Teste de Estabilidade Postural (Teste de Aprendizagem) .....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 3 - Vista da plataforma .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 4 - Resultado final do Teste de Estabilidade Postural.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 5 – O visor demonstrando o Teste de Limites da Estabilidade .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 6 – Resultado Final do Teste de Limites da Estabilidade .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 7 – Exercícios da 1ª e 2ª semana de treinamento do Grupo Solo .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 8 - Exercícios da 3ª a 5ª semana de treinamento do Grupo Solo.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 9 - Exercícios da 6ª a 8ª semana de treinamento do Grupo Solo.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 10 – Exercícios da 1ª e 2ª semana de treinamento do Grupo Piscina .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 11 - Exercícios da 3ª a 5ª semana de treinamento do Grupo Piscina.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 12 - Exercícios da 6ª a 8ª semana de treinamento do Grupo Piscina.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 13 - Comparação entre médias dos escores nos membros dominantes com seus intervalos de confiança 95% ajustadas pela idade e pela medida basal.....</b>	<b>32</b>

## **Resumo**

Forgas A. Estudo randomizado controlado da estabilidade dinâmica postural em indivíduos saudáveis, pós-treinamento sensório-motor, realizado no solo ou no meio aquático [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2010.

*Introdução:* Tem se afirmado que não há a possibilidade de haver melhora da estabilidade dinâmica postural utilizando exercícios na água, isto é, onde a gravidade apresenta-se diminuída. Neste estudo randomizado e controlado avaliamos e comparamos a estabilidade dinâmica postural em indivíduos saudáveis que realizaram exercícios sensório-motor no solo ou na água.

*Métodos:* Através do “Biodex Balance System®”, foram avaliados os limites de estabilidade postural, antes e após um programa de exercícios, de 60 indivíduos saudáveis do sexo masculino divididos em 3 grupos (solo, piscina e controle). Os indivíduos dos grupos solo e piscina realizaram um treinamento sensório-motor por 2 meses no solo e na água respectivamente; o grupo controle não realizou nenhum tipo de exercício.

*Resultados:* 1) Foram encontradas diferenças significativas na estabilidade dinâmica entre o grupo solo e controle; 2) Foram encontradas diferenças significativas na estabilidade dinâmica entre o grupo piscina e controle; 3) Não foram encontradas diferenças significativas entre o grupo solo e piscina.

*Conclusões:* realizar exercícios sensório-motor melhora a estabilidade postural em indivíduos saudáveis do sexo masculino, sem diferenças significativas entre os ambientes de treino (solo e água) comparados.

DESCRITORES: 1.Equilíbrio postural 2.Hidroterapia 3.Propriocepção 4.Desempenho psicomotor 5.Estudos de casos e controles

## **Abstract**

Forgas A. Controlled, randomized study of dynamic postural stability in healthy individuals following sensory-motor training carried out on the ground and in water [dissertation]. São Paulo: School of Medicine, Sao Paulo University; 2010.

*Introduction:* It has been stated that there is no way to improve dynamic postural stability using exercises in water, i.e. where there is reduced gravity. In this controlled, randomized study, we evaluate and compare postural dynamic stability in healthy individuals who performed sensory-motor exercises on the ground or in water. *Methods:* Through the “Biodex Balance System®”, the limits of postural stability were evaluated before and after a program of exercises, in 60 healthy males, divided into three groups (ground, swimming pool and control). The individuals in the ground and swimming pool groups carried out sensorial-motor training for two months, on the ground and in the water, respectively; the control group did not perform any kind of exercises. *Results:* 1) Significant differences were found in dynamic stability between the ground and control groups; 2) Significant differences were found in dynamic stability between the swimming pool and control groups; 3) No significant differences were found between the ground and swimming pool groups. *Conclusions:* performing sensory-motor exercises improves postural stability in healthy males, without significant differences between the training environments (ground and water) compared in this study.

DESCRIPTORS: 1.Postural balance 2.Hydrotherapy 3.Proprioception  
4.Psychomotor performance 5.Case-control, studies

## **1. Introdução**

O controle da postura é um grande desafio para o corpo humano por ser capaz de regular o equilíbrio em situações instáveis e, ao mesmo tempo, ser suficientemente versátil para permitir a rápida iniciação do movimento.

A aquisição e manutenção da postura e do movimento dependem do aprendizado e da repetição das atividades. Exercícios de propriocepção, reação, sensório-motor e controle neuromuscular ajudam a regular essa estabilidade (1). Além disso, a melhora alcançada com os exercícios de equilíbrio tem como propósito reabilitar e prevenir possíveis lesões (2).

Não se encontra na literatura consenso sobre a existência de um mecanismo primário de estabilidade articular. Sabe-se que o nível de frouxidão ligamentar não está diretamente relacionado com o déficit funcional apresentado pelo indivíduo; e que a estabilidade depende não somente do papel mecânico das estruturas passivas da articulação, mas, também, de um mecanismo neural que regula a ação dos músculos (3).

As mensurações do controle postural têm sido utilizadas nas pesquisas clínicas nas áreas da geriatria (4), neurologia (5) e nos atletas do sexo feminino (6), tanto, no solo, para atletas como, na água, para idosos. No entanto, não se encontraram estudos sobre estabilidade postural e reabilitação no meio aquático em indivíduos saudáveis ou, até mesmo, estudos comparativos entre o meio líquido e solo quando relacionados a equilíbrio, estabilidade e propriocepção.

A dúvida presente é a possibilidade de melhora da estabilidade dinâmica postural pós-treinamento sensório-motor, em que a gravidade apresente-se menor devido ao empuxo (4,7).

A relevância clínica desse estudo está em saber se há ou não essa melhora seria a possibilidade de uma alternativa para os exercícios realizados no solo onde há sobrecarga articular.

Levando em conta todos esses fatores, teve-se como objetivo verificar e comparar, de maneira controlada, a estabilidade postural dinâmica após treinamentos sensório-motores realizados apenas no solo ou no meio aquático.



## **2. Revisão de Literatura**

### 2.1. Estabilidade Articular Dinâmica

Em 1958, Palmer (8) desenvolveu uma teoria afirmando que uma articulação dinâmica é estável em virtude do produto de um sistema proprioceptivo adequado, por onde os ligamentos são supridos pelo sistema nervoso central, e pela ideia do reflexo artrocinético (mais conhecido como reflexo ligamento-muscular) através de uma entrada aferente importante vinda da cápsula articular do joelho.

Para a realização de movimentos funcionais durante atividades esportivas e de vida diária a estabilidade articular é requisito funcional. De acordo com Aquino (2004), os principais mecanismos neuromusculares propostos para explicar o controle da estabilidade articular são a propriocepção, o reflexo ligamento-muscular e o ajuste dinâmico da rigidez através da cocontração (3).

#### 2.1.1 - Propriocepção

Em 1906, Sherrington (apud Schulte) descreveu o termo propriocepção, pela primeira vez, ao perceber a presença de receptores nas estruturas capsulares das articulações, de natureza basicamente reflexiva (9), então a definindo como uma informação nervosa acumulativa que vai até o sistema nervoso central, a partir de mecanorreceptores existentes nas cápsulas articulares, ligamentos, músculos, tendões e pele (10).

A propriocepção ocorre devido à presença de receptores específicos que são sensíveis a alterações físicas permitindo a manutenção do equilíbrio e a realização de diversas atividades práticas.

Antes da década de 1970, esses receptores articulares na cápsula eram considerados basicamente os responsáveis pela propriocepção (11). De acordo com Aquino et al (2004), hoje sabe-se da ênfase para os receptores musculares e articulares que funcionam completamente entre si, nesse complexo sistema aferente, de modo que cada receptor modifica a função do outro (3).

Em 1978, McCloskey sugere um papel complexo para os mecanorreceptores articulares no movimento fluente, coordenado e controlado (11).

Finsterbush (1975), Grigg (1982) e Brand (1986) descrevem que a negligência dos exercícios de propriocepção, nos programas de reabilitação, pode aumentar os riscos de comprometimento à integridade de músculos, ligamentos e principalmente da cartilagem articular (12,13,14). Outros autores estabeleceram a perda proprioceptiva associada a idades mais avançadas (15).

Em 1993, Konradsen e Ravn demonstraram que os receptores dos ligamentos não possuem grandes responsabilidades na estabilização articular, realizando um estudo experimental com o objetivo de verificar a importância dos receptores dos ligamentos e cápsula na estabilidade articular. Não observaram déficit proprioceptivo diante da ausência de

mecanorreceptores articulares (foram anestesiados para o trabalho) (16). Esses achados sugerem que os principais receptores da propriocepção são os fusos musculares.

Já em 2004, Aquino et al. descrevem que a informação captada pelos mecanorreceptores a respeito da posição e do movimento da articulação só estará disponível para que o indivíduo a utilize como proteção articular depois que a ação já ocorreu. E aduzem que a propriocepção não deveria ser vista como um mecanismo de resistência à perturbação, mas, possivelmente, como um coproduto do movimento (3).

#### 2.1.2. - Reflexo Ligamento-muscular

Palmer (1938), Abbott et al (1944). e Gardner (1950) referiram que movimentos articulares extremos de flexão e extensão ativam os receptores dos ligamentos, iniciando um reflexo espinhal com contrações do músculo antagonista desse movimento, sendo este o reflexo ligamento-muscular (17-19). Essa contração acontece devido à estimulação dos neurônios do esqueleto-motor com função de prevenir lesões nos ligamentos e cartilagens.

Em 1998, Hogervost sugere que, por via aferente, a articulação influencia a coordenação muscular através de motoneurônios, chamando de estabilidade dinâmica ou um novo conceito para reflexo ligamento-muscular (20).

Portanto, o reflexo ligamento-muscular pode ser considerado um mecanismo de controle baseado em *feedback*, onde uma perturbação imposta à articulação estimula os mecanorreceptores que, por sua vez, enviam sinais aferentes até a medula e, via ação nos motoneurônios- $\alpha$ , ativam os músculos antagonistas ao movimento articular gerado por essa perturbação (21).

A existência de padrões reflexos da articulação do joelho para os motoneurônios tem sido descrita na literatura. Demonstra-se que tanto via aferente de limiares baixos quanto altos suscita frequentes e fortes efeitos reflexos nos motoneurônios lombar dinâmicos e estáticos (22).

Diversos estudos foram realizados a partir dessas observações, sugerindo que esse mecanismo pode prevenir o ligamento de sofrer uma ruptura e a articulação uma subluxação. Portanto, a presença desses mecanorreceptores nos ligamentos e a influência na função motora sugerem que a perda dessas estruturas, por lesão ligamentar, poderia causar uma instabilidade funcional da articulação (3).

### 2.1.3 – Mecanismo de ajuste dinâmico da rigidez através da cocontração

Conforme Lephart et al (2000), o mecanismo de rigidez através da cocontração consiste em um reflexo imediato e de um componente intrínseco (22). Esse mecanismo envolve a participação dos mecanorreceptores articulares na regulação da rigidez articular, através da cocontração muscular. Os autores ainda relatam que ambos motoneurônios e interneurônios, que são influenciados pelas descargas de receptores

articulares, também, recebem informações dos receptores dos músculos e pele, implicando que mais de uma categoria de receptores está envolvida na regulação desse mecanismo.

Pesquisadores têm sugerido que os reflexos nos motoneurônios, através de descargas nos receptores aferentes articulares, são responsáveis de uma coordenação normal e regulação do tônus muscular (22).

A ação simultânea dos músculos ao redor de uma articulação promove um maior contato entre as superfícies articulares, com consequente aumento da sua capacidade de resistir às cargas externas (3).

## 2.2. Hidroterapia

O termo reabilitação aquática apareceu no século XX e tem base em uma teoria científica, fundamentos médicos e uma série de procedimentos clínicos que fazem uso da imersão na restauração da mobilidade física e da atividade fisiológica, bem como, às vezes, servem para a obtenção de transformações fisiológicas (23,24).

O auge da técnica ocorreu junto à sua definição no século XX, quando fatores sociais e científicos, como às teorias hipocráticas vitalistas que consistiam em achar uma condição ideal de existência onde o contacto com a água limpa se tornou essencial, convergiram para um definitivo crescimento. Nessa época, os estudos contribuíram com o desenvolvimento

da hidroterapia devido à melhora dos diagnósticos e funcionamento do corpo humano (25).

Em 1937, Lowman publica um livro destacando os métodos terapêuticos utilizados na piscina, destacando dosagem, frequência e duração dos exercícios (5).

Por volta de 1950, o número de publicações sobre terapias aquáticas aumentou e o enfoque foi a hidroterapia como tratamento vascular e neurológico (26-29). Houve também trabalhos relacionados às lesões musculoesqueléticas, mas todos no tratamento reumatológico (30).

Depois da década de 50, a literatura continuou a estudar os efeitos da terapia aquática em diversos tipos de patologias, dessa forma, chegando à conclusão de que os exercícios na água aquecida promovem diminuição da sobrecarga articular e da dor durante os exercícios de reabilitação a partir de suas propriedades e dos efeitos fisiológicos promovidos pela imersão (31).

Após os anos 90, a pesquisa relacionada à área ortopédica se tornou mais ativa (31-34). Atualmente, já se sabe que a terapia aquática pode cumprir com a maioria dos objetivos propostos em um programa de reabilitação e, até mesmo, de prevenção, por ser um meio seguro e por atuar nas desordens musculoesqueléticas e no equilíbrio (7).

No entanto, a maior dúvida existente na literatura é a possibilidade de melhora da estabilidade dinâmica postural utilizando exercícios onde a gravidade apresenta-se menor devido ao empuxo (4,7). Sabe-se que a propriocepção não é trabalhada apenas sob o alicerce do contrapeso, e sim por outras atividades de igual importância, como alterações de velocidade de

movimentos e equilíbrio. Dessa forma, o meio aquático é capaz de fornecer um *input* sensorial valioso para a restauração da função proprioceptiva (35).

A água ainda fornece potencial para se realizar exercícios nas três dimensões, diferente do solo, e há a possibilidade de uma considerável estimulação da percepção. Além disso, o sistema vestibular, durante a imersão, encontra-se em constante solicitação, possibilitando trabalhar o equilíbrio (36).

### **3. Casuística e Método**

Antes de iniciar os procedimentos, um projeto de estudo foi encaminhado e aprovado (nº 1072/03) pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade de São Paulo (Anexo A).

#### 3.1 – A escolha da amostra

Para esta pesquisa foram selecionados apenas indivíduos do sexo masculino, de idade entre 14 e 25 anos, que praticavam esporte, pelo menos, 2 vezes na semana. Dentre os exercícios que realizavam estavam futebol de salão, natação, futebol de campo, corrida e polo aquático.

O cálculo do tamanho da amostra foi feito por análise estatística, após realização de estudo piloto. A escolha da amostra foi feita por convite aos associados do clubes Pinheiros e Sirio. Aqueles que aceitaram participar do estudo foram avaliados e treinados, mas apenas foram incluídos no estudo aqueles que estavam dentro do critério de inclusão.

#### 3.2 - Os Grupos

Os indivíduos foram divididos em três grupos distintos no intuito de avaliar e comparar os resultados da estabilidade postural dinâmica em indivíduos que realizaram exercícios sensório-motores para membro inferior, no solo ou na água:

- Grupo Solo: indivíduos que iriam realizar exercícios sensório-motores no solo, apenas no membro dominante;



- Grupo Piscina: indivíduos que iriam realizar exercícios sensório-motores na água, apenas no membro dominante;
- Grupo Controle: indivíduos que não iriam realizar nenhum tipo de exercício de treinamento sensório-motor em nenhum dos dois membros.

A divisão para os grupos aconteceu por meio de sorteio de envelopes, ou seja, após a realização do teste pré-treino, o indivíduo sorteava um envelope que continha o nome do grupo ao qual ele pertencia (grupo solo, piscina ou controle), o envelope sorteado não foi devolvido.

### 3.3 – A amostra

Para este estudo foram avaliados 60 indivíduos dos clubes Pinheiros e Sírio da cidade de São Paulo, no período de fevereiro de 2007 a fevereiro de 2008. Todos os indivíduos eram do sexo masculino, com idade variando entre 14 a 25 anos.

Foram incluídos neste estudo indivíduos sem lesão prévia em membros inferiores, idade entre 14 e 25 anos, que apresentavam assintomáticos nas doenças relacionadas ao equilíbrio e coordenação, que realizassem o programa de treinamento proposto, no mínimo, há 1 mês e meio, com índice de massa corpórea (IMC) entre 18 e 26 e que não fossem sedentários (Quadro 1).

Para verificar todos os itens do critério de inclusão foi realizado questionário para se saber sobre doenças relacionadas ao equilíbrio, tipo de

## *Casuística*

esporte e lesões musculoesqueléticas no membro inferior; o peso e altura foi verificado na balança do setor de ortopedia do Hospital do Coração antes de realizar os testes.

Todos os indivíduos que aceitaram participar da pesquisa assinaram um termo de consentimento pós-informação aprovado pelo comitê de ética da Universidade de São Paulo (Anexo B).

Quadro 1 - Dados referentes à amostra: idade, grupo sorteado e valor do IMC.

SOLO			PISCINA			CONTROLE		
Indivíduo	Idade	IMC	Indivíduo	Idade	IMC	Indivíduo	Idade	IMC
1	21	26,50	21	15	19,50	41	24	24,40
2	14	18,90	22	14	26,00	42	14	23,70
3	25	21,60	23	16	22,60	43	15	24,10
4	16	21,60	24	17	22,90	44	14	28,00
5	14	18,70	25	16	19,60	45	25	22,80
6	15	19,80	26	17	21,30	46	16	20,80
7	14	22,50	27	14	19,90	47	23	26,00
8	15	21,50	28	16	21,00	48	16	21,80
9	14	19,80	29	23	23,80	49	14	19,70
10	14	25,40	30	23	24,20	50	28	21,50
11	16	19,80	31	14	21,50	51	21	18,30
12	15	20,70	32	14	25,80	52	16	24,20
13	14	19,60	33	14	24,10	53	15	18,80
14	14	21,00	34	14	21,50	54	21	21,70
15	14	20,90	35	16	18,60	55	25	24,40
16	14	24,20	36	16	23,20	56	23	23,60
17	24	25,50	37	17	18,50	57	16	18,60
18	16	23,50	38	18	20,80	58	18	22,40
19	14	19,40	39	16	20,10	59	20	24,20
20	16	19,90	40	18	19,80	60	14	20,50

Apresenta-se, na tabela seguinte, a caracterização dos grupos, onde é possível verificar, após análise, que houve diferença, entre os grupos, quanto à idade, sendo o grupo controle mais velho que os demais (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização dos grupos

	IMC				IDADE			
	Controle	Solo	Piscina	Total	Controle	Solo	Piscina	Total
N	20	20	20	<b>60</b>	20	20	20	<b>60</b>
Média	22,48	21,54	21,74	<b>21,92</b>	18,9	15,95	16,4	<b>17,08</b>
Desvio Padrão	2,56	2,34	2,25	<b>2,38</b>	4,52	3,35	2,62	<b>3,76</b>
IC <sup>c</sup> 95% Inferior	21,28	20,45	20,68	<b>21,3</b>	16,79	14,38	15,17	<b>16,11</b>
IC <sup>c</sup> 95% Superior	23,67	22,63	22,79	<b>22,53</b>	21,01	17,52	17,63	<b>18,05</b>
P	0,430 <sup>A</sup>				0,036 <sup>B</sup>			

<sup>A</sup> - Teste de One-way ANOVA

<sup>B</sup> - Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis

<sup>C</sup> - Intervalo de Confiança

### 3.4 – Avaliação pré e pós-treino

A avaliação da estabilidade postural dinâmica foi realizada no “Biodex Balance System®”, localizado no Hospital do Coração, em São Paulo, capital. Esse aparelho permite uma análise da estabilidade postural e do controle neuromuscular em cadeia cinética fechada, desse modo, quantificando a capacidade do paciente de manter a estabilidade dinâmica bilateral ou unilateral tanto em uma superfície instável quanto estável (Figura 1) (37).

Figura 1 – O aparelho “Biodex Balance System”



O aparelho possui dois testes: o teste estabilidade postural e o teste limites de estabilidades, sendo que ambos foram utilizados para o presente estudo.

Realizou-se a avaliação pré-treino uma semana antes do início do programa de treinamento e o teste pós-treino foi realizado em até uma semana após o término do programa.

O grupo controle fez o primeiro teste no mesmo período que os grupos solo e piscina, permanecendo dois meses sem realizar exercícios de treinamento sensório-motor e, depois, foi realizado o segundo teste com esse grupo.

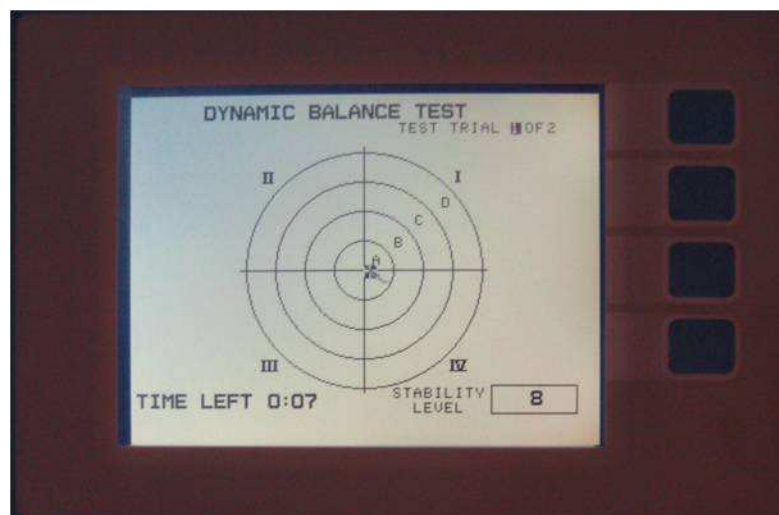
Para a realização dos testes estabelecemos como grau de liberação da plataforma a mais estável possível (nível 8).

#### 3.4.1- Teste de Estabilidade Postural

Este teste demonstra a capacidade de um paciente ou indivíduo de manter o centro de equilíbrio em um solo instável (Figura 2).

No presente estudo, este ensaio foi selecionado como o método para eliminar o fator surpresa, isto é, como os indivíduos não conheciam a instabilidade da plataforma no teste inicial, os resultados poderiam ser melhores na avaliação pós-treino.

Figura 2 – O visor demonstrando o Teste de Estabilidade Postural (Teste de Aprendizagem)



✓ *Preparação para o teste*

Todos os indivíduos realizaram 5 séries de alongamento do músculo tríceps sural de 30 segundos cada, evitando possível fadiga da musculatura. Em seguida, era pedido para posicionar o pé descalço no centro da plataforma.

Liberava-se, então, a plataforma para o indivíduo procurar o melhor local para manter o equilíbrio (Figura 3). Após relatar o melhor posicionamento, travava-se a plataforma e lhes era solicitado para não mexer o pé. A seguir, foi anotado o posicionamento, para tanto, olhando a linha na horizontal e vertical em que se encontra o calcâneo e o posicionamento do segundo dedo. Esses dados foram colocados na máquina com a finalidade de informar o centro de equilíbrio de cada um.

Figura 3 - Vista da plataforma



✓ *Realização do teste*

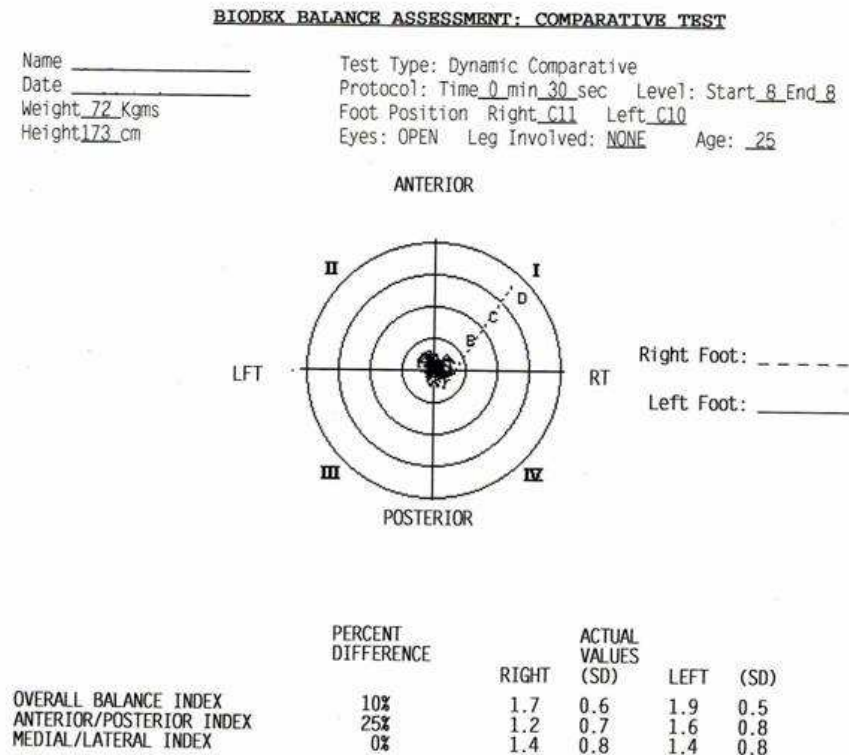
O indivíduo foi orientado de como seria o teste antes do mesmo começar e para isso deveria manter o cursor no centro do alvo, durante 30 segundos, sem poder apoiar as mãos ou o pé contralateral, que deveria ficar suspenso. Durante a realização do teste, não era permitido conversar com o indivíduo, para o mesmo não perder a concentração.

Ao final do teste, o aparelho solicita a troca do apoio para iniciar a avaliação do membro contralateral (dominante), a partir daí, o mesmo procedimento de verificar o melhor posicionamento do pé e a realização do teste eram feitos.

Após os dois membros realizarem os ensaios, o aparelho emite um resultado comparativo. A pontuação foi executada através dos desvios do cursor em relação ao centro, assim, uma menor pontuação (menor deslocamento do cursor pelo alvo) é mais desejável do que uma pontuação mais elevada (maior deslocamento do cursor pelo alvo) (Figura 4).



Figura 4 – Versão impressa do resultado final do Teste de Estabilidade Postural



### 3.4.2 - Teste de Limites de Estabilidades.

Este teste desafia o paciente/indivíduo a deslocar e controlar o centro de gravidade dentro da sua base de apoio, sendo ele um bom indicador do controle dinâmico da estabilidade.

Escolheu-se essa avaliação para o presente estudo com a finalidade de comparar a estabilidade dinâmica unilateral entre os grupos solo, piscina e controle.

✓ *Preparação para o teste*

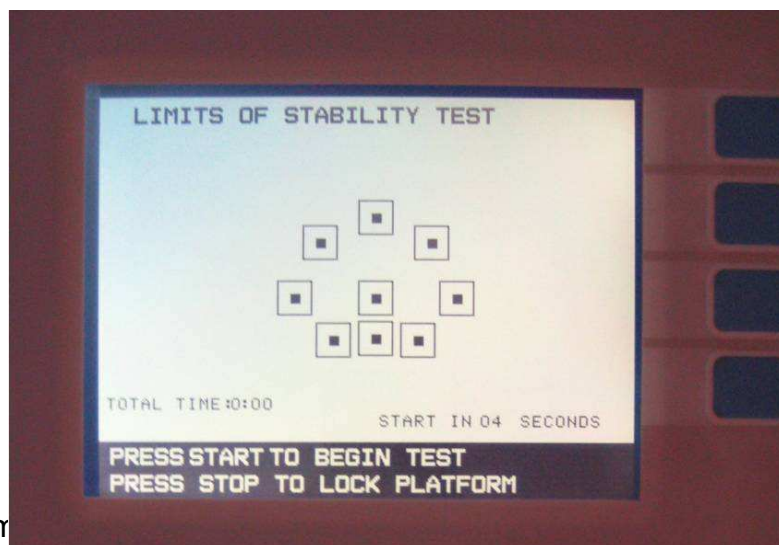
Como já se havia coletado o posicionamento dos pés para maior controle da plataforma, apenas, reposicionava-se o membro não-dominante no lugar pré-selecionado.

✓ *Realização do teste*

Assim como no anterior, os indivíduos realizaram o teste com apoio unipodálico, descalços e sem o apoio das mãos. Foram, então, submetidos a esse exame logo após a impressão dos resultados do teste anterior.

Nesse teste, o indivíduo teve que deslocar seu peso para mover o cursor para o alvo que estava piscando e manter-se nele por 1 segundo, e depois voltar rapidamente para outro com o menor desvio possível. O mesmo processo é repetido para cada alvo e o teste só acaba quando o indivíduo passar por todos os 9 alvos (Figura 5).

Figura 5 – O visor demonstrando o Teste de Limites da Estabilidade

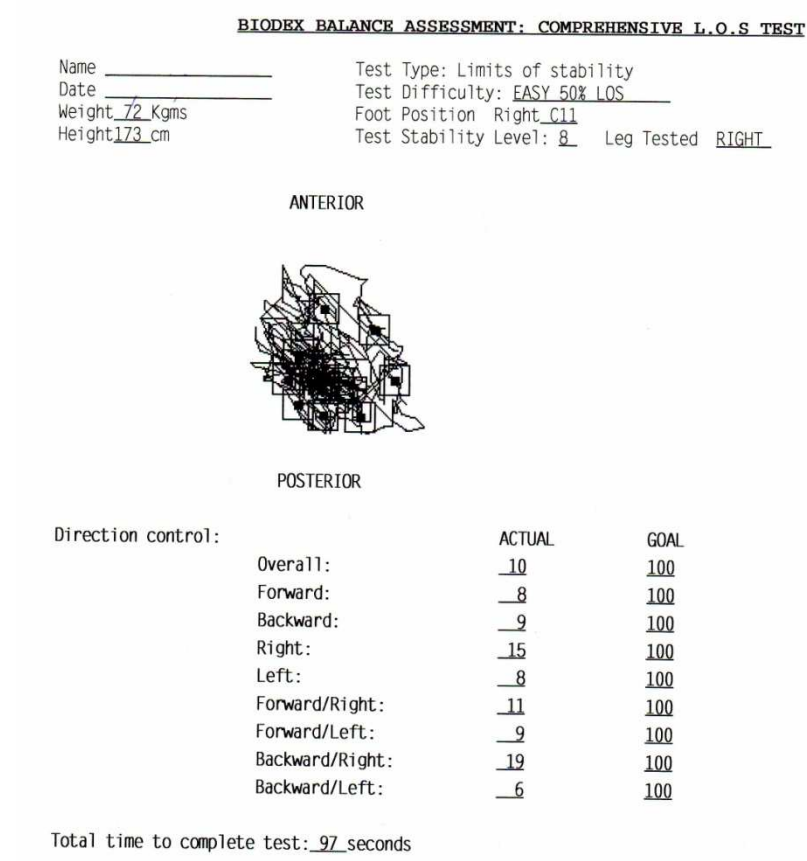


Após com... nprimi

o resultado do membro testado. Depois, reposicionava-se o indivíduo do

mesmo modo e se repetia todo o procedimento com apoio unipodálico contralateral (dominante) (Figura 6).

Figura 6 – Versão impressa do resultado Final do Teste de Limites da Estabilidade



Para a análise estatística do presente estudo, utilizamos apenas o valor geral (“overall”) do teste descrito acima.

### 3.5 – Os Treinamentos

Como a finalidade do estudo era comparar e avaliar os resultados obtidos pós-treinamento sensório-motor, em ambientes diferentes (água e solo), foram desenvolvidos dois programas similares para serem aplicados nos indivíduos dos grupos já selecionados.

O treinamento do grupo foi feito por um período de dois meses, realizado duas vezes na semana, com três diferentes tipos de exercícios por dia. Cada exercício durava 3 minutos com intervalos de descanso de 1 minuto.

Os aparelhos escolhidos para a realização dos exercícios são os mesmos utilizados na prática da hidroterapia no Brasil. Eles foram escolhidos por serem de fácil acesso e sem custo elevado. Tentamos escolher instabilidades semelhantes para os exercícios realizados nos dois meios, solo e água. O único aparelho diferente foi o de maior instabilidade mas ambos em seus meios apresentavam grau de dificuldade igual.

### 3.5.1 – Treinamento sensório-motor Solo

Antes de iniciar o treino, os indivíduos faziam uma série de alongamentos de 1 minuto do músculo tríceps sural com a finalidade de evitar possível fadiga muscular.

O membro a ser treinado, dominante, deveria estar descalço durante a realização dos exercícios, com o joelho semifletido à aproximadamente 30° e, além disso, o indivíduo não podia ter apoio do membro contralateral ou das mãos. Caso perde-se o equilíbrio ou acha-se que iria cair, poderia

## *Casuística*

apoiar o membro contralateral no chão, se reequilibrar e voltar a realizar o exercício.

### *Programa de Treinamento*

O programa foi realizado na quadra poliesportiva de cada clube ou no campo de futebol (Quadro 2).

Quadro 2 – Relação dos exercícios realizados no Grupo Solo, durante os 2 meses de programa.

Exercícios do Grupo Solo			
Semana	Nome do Exercício	Descrição	Figura #
1 <sup>a</sup> e 2 <sup>a</sup>	<i>Apoio unipodal solo estável</i>	Posição ereta, descalço, apoio unipodálico no chão, joelho fletido a 30° e braços cruzados.	7A
	<i>Apoio unipodal Spaguetti</i>	Posição ereta, descalço, apoio unipodálico no spaguetti na horizontal, joelho fletido a 30°, braços ao longo do corpo.	7B
	<i>Apoio unipodal Spaguetti com bola</i>	Posição ereta, descalço, apoio unipodálico no spaguetti na horizontal, joelho fletido a 30°, jogando a bola para cima.	7C
3 <sup>a</sup> a 5 <sup>a</sup>	<i>Disco bipodal</i>	Posição ereta, descalço, apoio bipodálico, joelhos fletidos a 30°, braços ao longo do corpo.	8A
	<i>Disco Bipodal braços cruzados</i>	Posição ereta, descalço, apoio bipodálico, joelhos fletidos a 30°, braços cruzados.	8B
	<i>Disco unipodal</i>	Posição ereta, descalço, apoio unipodálico, joelhos fletidos a 30°, braços ao longo do corpo.	8C
6 <sup>a</sup> a 8 <sup>a</sup>	<i>Disco unipodal braços cruzados</i>	Posição ereta, descalço, apoio unipodálico no disco, joelho fletido a 30°, braços cruzados.	9A
	<i>Disco Unipodal Bola</i>	Posição ereta, descalço, apoio unipodálico no disco, joelho fletido a 30°, jogando a bola para cima.	9B
	<i>Disco unipodal Bola terapeuta</i>	Posição ereta, descalço, apoio unipodálico no disco, joelho fletido a 30°, jogando a bola para a terapeuta.	9C



Figura 7 – Exercícios da 1ª e 2ª semana de treinamento do Grupo Solo

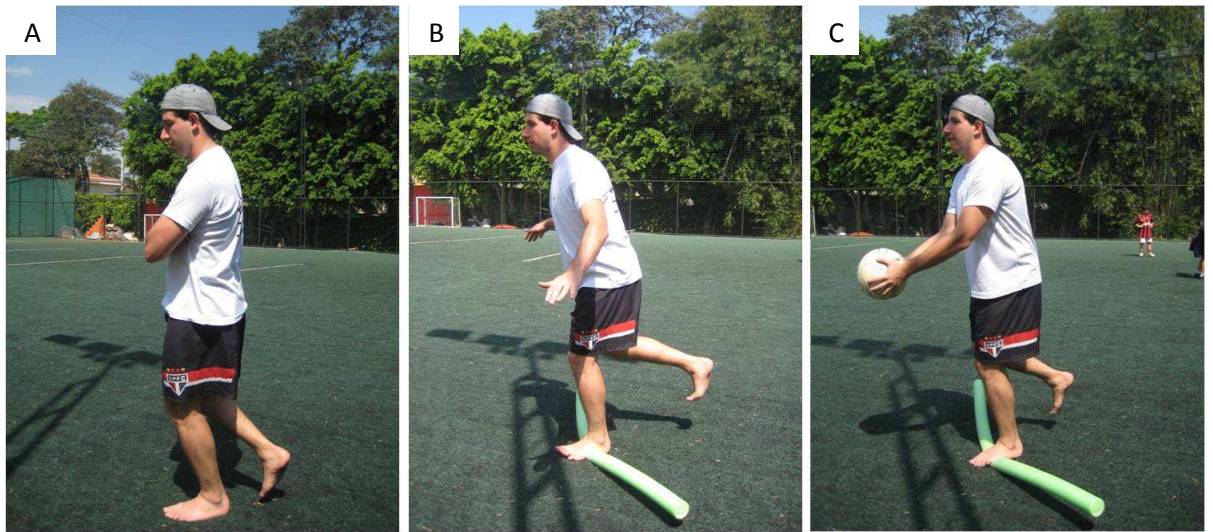


Figura 8 - Exercícios da 3ª a 5ª semana de treinamento do Grupo Solo

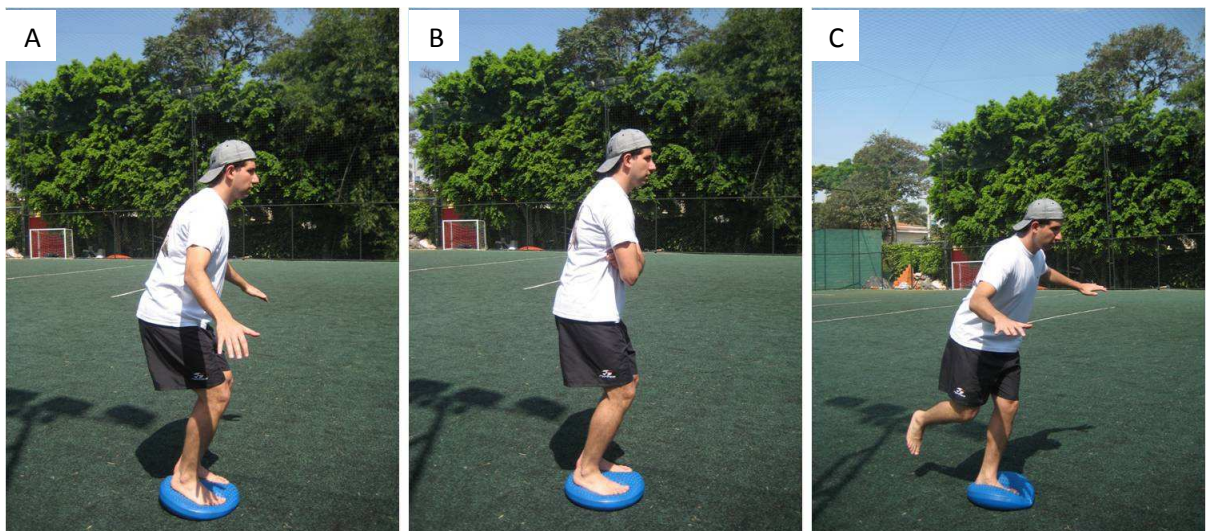


Figura 9 - Exercícios da 6ª a 8ª semana de treinamento do Grupo Solo



A

B

C

### 3.5.2 – Treinamento sensório-motor Água

Da mesma maneira que no treino do grupo solo, os indivíduos do treino aquático realizaram alongamentos de série de 1 minuto do músculo tríceps sural com a finalidade de evitar fadiga muscular.

O membro a ser treinado também foi o dominante e deveria estar descalço durante a realização dos exercícios, com o joelho semifletido à aproximadamente 30°, além disso, o indivíduo não podia ter apoio do



membro contralateral ou das mãos. Na água, quando os indivíduos perdiam o equilíbrio, solicitava-se que se apoiassem no membro contralateral.

*Programa de Treinamento*

O programa foi realizado na piscina dos clubes que tinham aquecimento (Quadro 3).

A temperatura da água da piscina, em que foram realizados os exercícios, ficava entre 28° a 30°C. Durante os exercícios, foi solicitado que o indivíduo permanecesse em uma profundidade onde a água ficasse entre a cintura e o esterno.

Quadro 3 – Relação dos exercícios realizados no Grupo Piscina, durante os 2 meses de programa.

Exercícios do Grupo Piscina			
Semana	Nome do Exercício	Descrição	Figura #
1 <sup>a</sup> e 2 <sup>a</sup>	<i>Apoio unipodal olhos fechados</i>	Posição ereta, descalço, apoio unipodálico no chão, joelho fletido a 30° e olhos fechados.	10A
	<i>Apoio unipodal Spaguetti</i>	Posição ereta, descalço, apoio unipodálico no spaguetti na horizontal, joelho fletido a 30°, braços ao longo do corpo.	10B
	<i>Apoio unipodal Spaguetti braços cruzados e olhos fechados</i>	Posição ereta, descalço, apoio unipodálico no spaguetti na horizontal, joelho fletido a 30°, braços cruzados e olhos fechados.	10C
3 <sup>a</sup> e 5 <sup>a</sup>	<i>Andar no Spaguetti</i>	Posição ereta, descalço, andando em cima do spaguetti na horizontal, braços ao longo do corpo.	11A
	<i>"Rollover" andando para trás e frente</i>	Posição ereta, descalço, apoio bipodálico, andando para frente e para trás.	11B
	<i>"Rollerover" andando frente braços cruzados</i>	Posição ereta, descalço, apoio bipodálico, andando frente, braços cruzados.	11C
6 <sup>a</sup> e 8 <sup>a</sup>	<i>"Rollover" unipodálico</i>	Posição ereta, descalço, apoio unipodálico, braços ao longo do corpo.	12A
	<i>"Rollover" jogando bola para cima</i>	Posição ereta, desca, apoio unipodálico, joelho fletido a 30°, jogando bola para cima.	12B
	<i>"Rollover" jogando bola terapeuta</i>	Posição ereta, descalço, apoio unipodálico, joelho fletido a 30°, jogando a bola para a terapeuta.	12C

Figura 10 – Exercícios da 1ª e 2ª semana de treinamento do Grupo Piscina

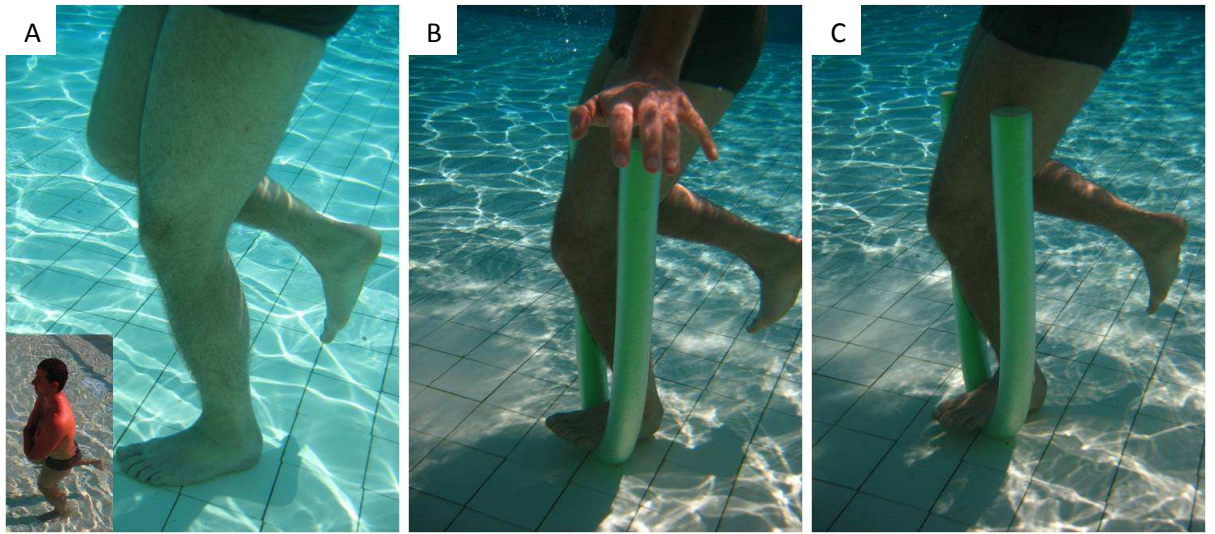


Figura 11 - Exercícios da 3ª a 5ª semana de treinamento do Grupo Piscina

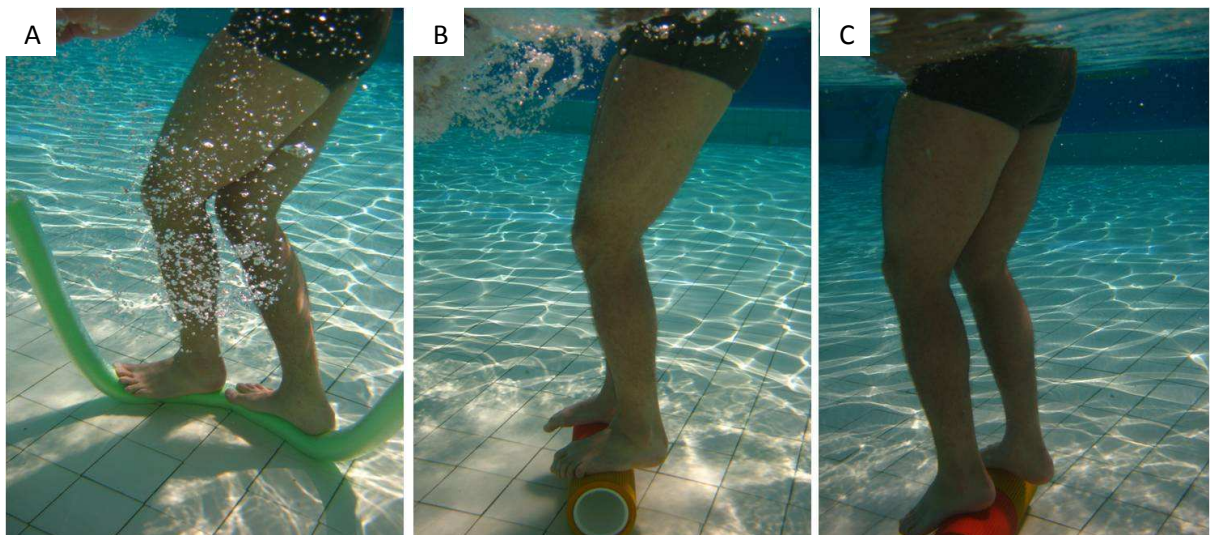
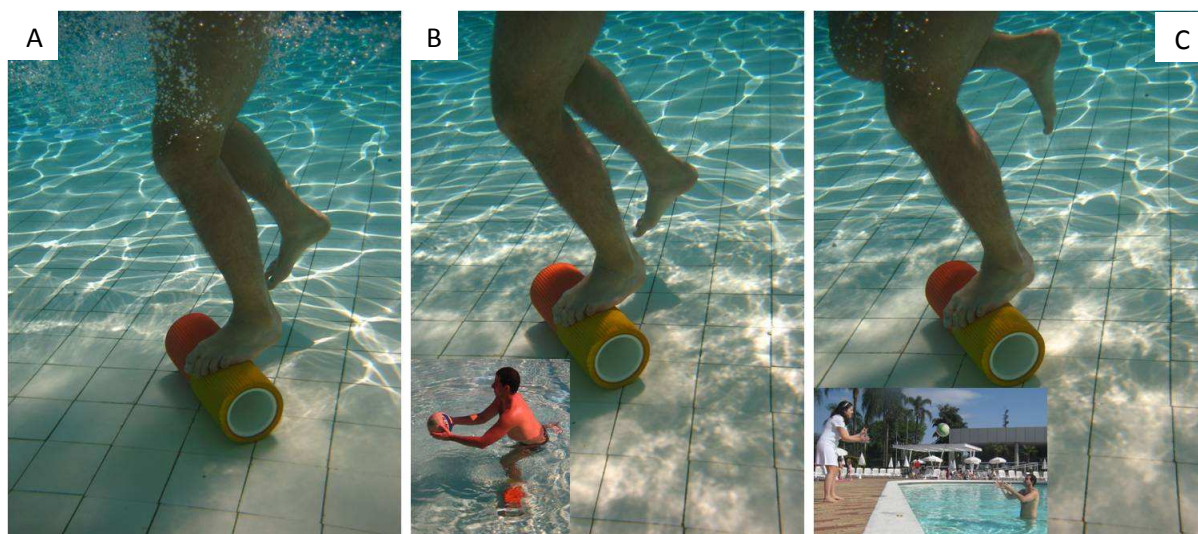


Figura 12 - Exercícios da 6ª a 8ª semana de treinamento do Grupo Piscina



### 3.6 – Análise Estatística

Para avaliar a homogeneidade dos grupos em relação ao índice de massa corpóreo (IMC) foi utilizado o teste One-way ANOVA, e para a idade o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

O score de avaliação do membro treinado foi analisado independentemente considerando uma avaliação qualitativa como sendo o score de avaliação do membro após o teste foi avaliado entre os grupos por um modelo de ANCOVA considerando a idade e o score no período basal como covariáveis.

Para comparar a melhora entre grupos foi utilizado os testes: Teste Extato de Fisher e o Teste de Bonferroni.

## 4. Resultados

Após análise estatística podemos verificar que houve diferença significativa pós treinamento entre o grupo solo e grupo piscina quando comparada com o grupo controle.

Tabela 2 - Avaliação do Escore de melhora no membro treinado entre os grupos

	Igual	Melhorou	Piorou	p
Controle	13 (54,2%)	0	7 (87,5%)	< 0,001
Solo	4 (16,7%)	15 (53,6%)	1 (12,5%)	
Piscina	7 (29,2%)	13 (46,4%)	0	
TOTAL	24 (100%)	28 (100%)	8 (100%)	

Teste Exato de Fisher

Não foi encontrada diferenças entre os grupos Solo e Piscina (tabela 3)

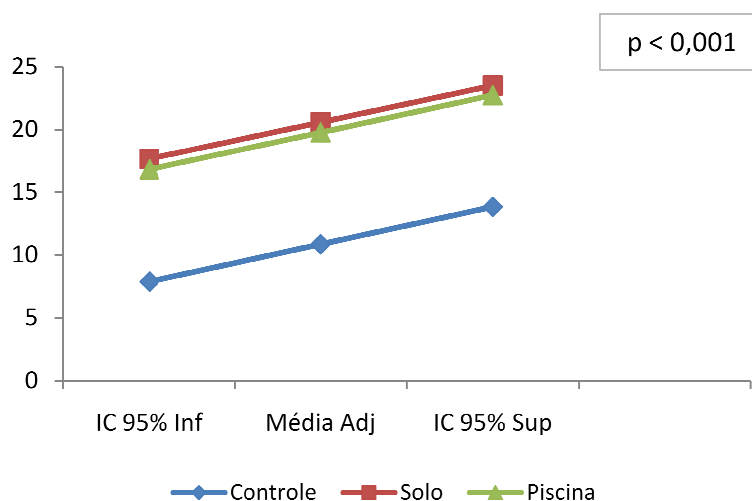
Tabela 3 - Comparações entre as médias finais em cada grupo com seus respectivos intervalos de confiança.

	Média	IC 95%	
Controle	10,84	(7,87; 13,82)	b
Solo	20,57	(17,65; 23,50)	a
Piscina	19,77	(16,82; 22,72)	a

Letras diferentes representam diferenças entre grupos  
Teste de Bonferroni

Realizou-se, então, uma análise comparativa entre os resultados dos grupos, utilizando a covariável idade para verificar se a covariável influencia ou não o resultado. Após essa análise, verificou-se que a diferença significativa se mantém (Figura 13).

Figura 13 - Comparação entre médias dos escores nos membros dominantes com seus intervalos de confiança 95% ajustadas pela idade e pela medida basal.



## **5. Discussão**

Diversos estudos da literatura buscam uma melhor compreensão dos possíveis mecanismos neuromusculares envolvidos no controle da estabilidade articular (3,9,38-40). Desta forma, fez-se necessário o

entendimento de que os tecidos articulares são compostos por uma inervação especificamente aferente, que envia ao sistema nervoso central todas as alterações mecânicas das estruturas articulares (3,22,29). Autores, como Freeman, definem a instabilidade funcional de uma articulação como uma incoordenação motora (41).

Pesquisas clínicas sobre as mensurações do controle postural têm sido utilizadas para verificar essa estabilidade e o controle neuromuscular de indivíduos lesionados (1,6,42-48) e saudáveis (2,49-52), no entanto há uma carência de estudos clínicos que avaliem ou comparem a melhora da estabilidade dinâmica após a realização de programas de exercícios em indivíduos saudáveis, no meio aquático (7).

A maior dúvida existente na literatura é a possibilidade de melhora da estabilidade dinâmica postural utilizando exercícios em que a gravidade apresente-se menor devido ao empuxo (4,7). Assim, realizou-se este estudo randomizado e controlado com o objetivo de verificar e comparar a estabilidade dinâmica postural em 60 indivíduos saudáveis que realizaram um programa de exercícios sensório-motor no solo ou no meio aquático.

Para esta pesquisa a escolha do sexo masculino ocorreu devido ao fato de Rozzi (53), Paterno (50), Chaudhari (54) e Barber-Westin (55)



sugeriram que atletas femininos possuem alterações proprioceptivas articulares e, também, resposta errada da ativação muscular, que podem afetar a habilidade de estabilizar a articulação e, conseqüentemente, aumentar o risco de lesão, desse modo, podendo ser uma covariável ou viés importante no estudo em foco.

Concorda-se com Greve quando se estabeleceu, para este estudo, o IMC dentro dos padrões normais, por acreditar-se que o aumento de massa corpórea pode causar redução no equilíbrio, aumentando o risco de queda, principalmente quando há diminuição de massa muscular, que acarreta falha biomecânica na resposta do reflexo de rigidez (56).

A faixa etária selecionada foi entre 14 e 25 anos, pois, nessa fase, os pacientes não iriam apresentar perda de equilíbrio relacionada à idade e nem lesões degenerativas (51,52). Mesmo assim, no estudo, ocorreu uma diferença na média da idade dos grupos, não corrigida pela randomização. Portanto, foi executada uma nova análise estatística, então, considerando a idade como covariável, podendo-se relatar que essa diferença não influenciou nos resultados obtidos.

O motivo da escolha do “Biodex Balance System” (BBS; Biodex Medical System) para avaliar a estabilidade postural se deu por ser um aparelho encontrado em diversos estudos da literatura, tornando os resultados mais confiáveis para verificar, de maneira objetiva, a estabilidade postural dinâmica (37,43,50,57,58).

Os testes em ambos os membros foram realizados com dupla finalidade: 1. Eliminar o fator surpresa na perna avaliada; e 2. Promover



descanso da perna testada, intercalando os membros durante o teste. De acordo com Wilkins et al., atletas que apresentavam fadigas musculares tiveram maiores erros para manter o equilíbrio quando comparados com um grupo sem esforço na mesma musculatura, portanto, antes de cada teste e treino, os indivíduos realizavam alongamentos da musculatura tríceps sural (59).

Estudos anteriores investigaram as propriedades da estabilidade através do Teste de Estabilidade Postural (60). Para o projeto em foco concorda-se com Perron et al., em aplicar o teste de Limites de Estabilidade porque os indivíduos devem manter o equilíbrio enquanto controlam os movimentos articulares, durante os limites da amplitude de movimento, exatamente como acontece nos exercícios realizados (43).

O principal achado deste estudo foi a melhora da estabilidade dinâmica pós-treinamento em todos os indivíduos treinados, não importando o meio no qual os exercícios foram realizados (solo e água).

Paterno et al., em 2004, realizaram uma pesquisa na qual encontraram resultados parecidos com o deste estudo. Os autores aplicaram exercícios de equilíbrio unipodálico no solo, em 41 mulheres, e compararam os resultados, obtidos pela “Biodex Balance System”, antes e depois de aplicado o programa de treinamento de 6 semanas. Pelo estudo, chegaram à conclusão que há melhora na estabilidade postural anterior-posterior em mulheres após o treinamento (50).

Dois estudos sugerem um aumento na habilidade e estabilidade postural após treinamentos, Lephart et al. e Vuillermer et al., que

encontraram uma melhor estabilidade postural em ginastas quando comparadas com não-atletas (61, 62).

Com a finalidade de avaliar os efeitos do balanço postural em indivíduos saudáveis, após uma corrida de duas milhas, Pendergrass et al. avaliaram 44 militares da academia, divididos em dois grupos, sendo um o grupo controle, e mediram o balanço postural no BSS antes e depois da corrida, associada a um teste clínico. Concluem que o balanço postural é essencial para atividades diárias, e é também uma exigência crucial para as atividades físicas, sendo que a deteriorização deste mecanismo de controle é denominada instabilidade (63).

Não se encontraram, em nenhuma base de dados, estudos semelhantes ao do presente quando comparados os resultados de um programa de treinamento sensório-motor feito na água e no solo em indivíduos saudáveis.

Dentre a pesquisa teórica feita, há de se destacar os estudos como o de Lund et al. que realizaram um estudo controlado randomizado com o objetivo de verificar a melhora da dor em pacientes com osteoartrose, que realizaram exercícios no solo e na água. Além da melhora da dor, verificaram a melhora do equilíbrio e da força nesses pacientes. Chegaram, os autores, à conclusão de que os exercícios no solo indicaram melhora leve da dor e força quando comparado com controle, o que não ocorreu no treino realizado no meio aquático. E com relação ao equilíbrio, não houve melhora em nenhum dos parâmetros estudados (44).

Outro estudo é o de Corazza, onde foram avaliadas a propriocepção e a familiarização do meio aquático em 8 mulheres que nunca haviam participado de trabalhos na água, assim, analisando-se a capacidade de reconhecerem a posição correta do braço em 3 angulações; então, concluiu que houve melhora significativa dos índices da propriocepção e da familiarização ao meio líquido (64).

Uma pesquisa de resultado interessante é o de Resende et al., de 2008, em que avaliaram o equilíbrio e a redução de risco de queda em idosas que realizaram exercícios no meio aquático. Relatam, ao final do estudo, que a hidroterapia promoveu aumento significativo em ambos os parâmetros (7).

#### *Limitações e recomendações para Pesquisas Futuras*

Há de se ressaltar que esta pesquisa apresentou limitações, como o tamanho insuficiente da amostra para confirmar a comparação entre grupo solo e grupo piscina.

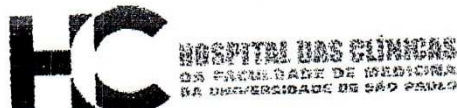
No entanto, os bons resultados encontrados podem estimular novos estudos relacionados à terapia aquática e à estabilidade articular, assim como propriocepção e controle neuromuscular em indivíduos saudáveis. Resultados que, por conseguinte, podem estimular estudos relacionados à prevenção na população geral.

## **6. Conclusão**

Em vista dos argumentos apresentados neste estudo, realizar treinamento sensório-motor melhora a estabilidade postural dinâmica em indivíduos saudáveis, sendo que não há diferença em realizar esses exercícios no solo ou na água.

## 7. Anexos

Anexo A



### **APROVAÇÃO**

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 13.10.04, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **1072/03**, intitulado: "Avaliação dos valores proprioceptivos de membro inferior em indivíduos submetidos a dois protocolos de treinamento distintos de propriocepção" apresentado pelo Departamento de **ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA**, inclusive o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10.10.1996, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador(a) Responsável: **Prof. Dr. Gilberto Luis Camanho**

Pesquisador(a) Executante: **Sra. Andrea Forgas**

CAPPesq, 13 de Outubro de 2004.

**PROF. DR. EUCLIDES AYRES DE CASTILHO**  
Presidente da Comissão de Ética para Análise  
de Projetos de Pesquisa

Anexo B



## HOSPITAL DAS CLÍNICAS

DA

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

### TERMO DE CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

(Instruções para preenchimento no verso)

---

#### I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME DO PACIENTE : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : ..... SEXO : .M F

DATA NASCIMENTO: ...../...../.....

ENDEREÇO ..... Nº ..... APTO: .....

BAIRRO: ..... CIDADE .....

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....) .....

2. RESPONSÁVEL LEGAL .....

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.) .....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE :.....SEXO: M F

DATA NASCIMENTO.: ...../...../.....

ENDEREÇO: ..... Nº ..... APTO: .....

BAIRRO: ..... CIDADE: .....

CEP: ..... TELEFONE: DDD (.....).....

---

## II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

**TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA:** " Estudo randomizado controlado da estabilidade dinâmica postural em indivíduos saudáveis, pós-treinamento sensório-motor, realizado no solo ou no meio aquático"

1. PESQUISADOR: Gilberto Luis Camanho

CARGO/FUNÇÃO: Médico                      INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 40.030

UNIDADE DO HCFMUSP: Departamento de Ortopedia e Traumatologia

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

SEM RISCO ( )      RISCO MÍNIMO      ( X )                      RISCO MÉDIO ( )

RISCO BAIXO( )      RISCO MAIOR      ( )

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 24 meses após a aprovação do comitê de ética

---

## III - REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

1. justificativa e os objetivos da pesquisa ; 2. procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais; 3. desconfortos e riscos esperados; 4. benefícios que poderão ser obtidos; 5. procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo.

O sr. irá realizar um treinamento proprioceptivo que consiste em um programa de exercícios que melhoram a consciência da postura, do movimento e das mudanças no equilíbrio, assim como o conhecimento da posição, do peso e da resistência dos objetos em relação ao corpo.

O propósito deste estudo é de verificar se há diferenças nos resultados obtidos entre programas proprioceptivos efetuados em solo e dentro do meio aquático; para então avaliar os pontos fortes e fracos de cada grupo.

O sr. passará primeiramente por um teste que avaliará sua capacidade de controlar seus movimentos e equilíbrio em um aparelho chamado " Balance System" que está localizado no Hospital do Coração na cidade de São Paulo. O programa de treinamento terá duração de 2 meses sendo realizado 3 vezes por semana. Após o término será realizado outro teste para efeito comparativo. É importante salientar que para a realização do teste e o protocolo proposto não haverá remuneração ou custo incorrido.

Qualquer esclarecimento adicional sobre a pesquisa será fornecido pelo pesquisador e executante e ou colaboradores. A qualquer momento o sr. poderá

deixar de participar deste estudo sem haver qualquer prejuízo na continuidade de seu tratamento. Todos os dados serão utilizados exclusivamente para esta pesquisa e garantimos sua confidencialidade, ainda, que sua participação no estudo estará ajudando no avanço e progresso da ciência, da medicina.

**IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:**

1. acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas.
2. liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência.
3. salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade.
4. disponibilidade de assistência no HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.
5. viabilidade de indenização por eventuais danos à saúde decorrentes da pesquisa.

---

**V. INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.**

Gilberto Luis Camanho: R. Bennet, 841 – (11) 3022-4748

Andrea Forgas: Av. Prof. Ciro de Barros Rezende, 296 casa:01 - (11) 5054-3092/9984-9167

---

**VI. OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES:**

---

**VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO**

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa

São Paulo, 30 de outubro de 2003.

---

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

---

Andrea Forgas



## **8. Referências**

1. Wikstrom EA, Tillman MD, Chmielewski TL, Borsa PA. Measurement and Evaluation of dynamic joint stability of the knee and ankle after injury. *Sports Med* 2006; 36(5):393-41.
2. Gioftsidou A, Malliou P, Pafis G, Beneka A, Godolias G, Maganaris CN. The effects of soccer training and timing of balance training on balance ability. *Eur J Appl Physiol* 2006; 96:659-664.
3. Aquino CF, Viana SO, Fonseca ST, Bricio RS, Vaz DV. Mecanismo neuromusculares de controle da estabilidade articular. *R Bras Ci e Mov.* 2004;12(2):35-42.
4. Silva LE, Valim V, Pessanha APC, Oliveira LM, Myamoto S, Jones A, Natour J. Hydrotherapy versus conventional land-based exercise for the management of patients with osteoarthritis of the knee: A randomized clinical trial. *Physical Therapy* 2008; 88(1):12-21.
5. Aidar FJ, Silva AJ, Reis VM, Carneiro AI, Vianna JM, Nocaes GS. Atividades Aquaticas para portadores de paralisia cerebral severa e a relação com o processo ensino-aprendizagem. *Fit Perf J.* 2007; 6(6):377-81.
6. Harringe ML, Halvorsen K, Renström P, Werner S. Postural control measured as the center of pressure excursion in young female gymnasts with low back pain or lower extremity injury. *Gait & Posture* 2008; 28:38-45.
7. Resende SM, Rassi CM, Viana FP. Efeitos da hidroterapia na recuperação do equilíbrio e prevenção de quedas em idosas. *Rev Bras Fisioter.* 2008; 12(1):57-63.
8. Palmer J. Pathophysiology of the medial ligament of knee joint. *Acta Chir Scand* 1958; 115:312-318.
9. Sherrington CS. The integrative action of the nervous system. New Haven, CT: Yale University Press, 1906. apud Schulte MJ, Happel LT. Joint innervations in injury. *Clin Sports Med.* 1990; 9:511-517.
10. Sherrington CS. The integrative action of the nervous system. New Haven, CT: Yale University Press, 1906. apud Aquino CF, Viana SO, Fonseca ST, Bricio RS, Vaz DV. Mecanismos neuromusculares de controle da estabilidade articular. *R Bras Ci e Mov.* 2004; 12(2):35-42.
11. McCloskey DI. Kinesthetic sensitivity. *Physiol Rev.* 1978; 58:763-820.

12. Finsterbush M, Friedman B. The effect of sensory denervation on rabbits knee joints. *J Bone Joint Surg* 1975; 57A:949-60.
13. Grigg P, Hoffman A, Forgaty K. Properties of Golgi-mazzoni afferents in cat knee joint as revealed by mechanical studies of isolated joint capsule. *J Neurophysiol* 1982; 47:31-40.
14. Brand RA. Knee ligaments: a new view. *J Biomech Eng* 1986; 108(2):106-10.
15. Skinner BH, Barrack RL, Cook SD. Age-related decline in proprioception. *Clin Orthop Relat Res* 1984;184:208-11.
16. Konradsen L, Ravn JB. Proprioception at the ankle: the effect of anaesthetic blockade of ligament receptors. *J Bone Joint Surg* 1993; 75B(3):433-436.
17. Palmer I. On the Injuries to the Ligaments of the Knee Joint. A Clinical Study. *Acta Chir. Scandinavica*, LXXXI, Supplementum LIII, Stockholm; 1938.
18. Abbott LC, Saunders JBCM, Bost FC, Anderson CE. Injuries to the ligaments of the knee joint. *J Bone Joint Surg Am* 1944; 26:503-18.
19. Gardner E. Reflex muscular responses to stimulation of articular nerves in the cat. *Am J Physio* 1950; 161:133-41.
20. Hogervorst T, Brand RA. Mechanoreceptors in joint function. *J Bone Joint Surg* 1998; 80(9):1365-1378.
21. Solomonow M, Krogsgaard M. Sensorimotor control of knee stability: a review. *Scand J Med Sci Sports* 2001;11:64-80.
22. Johansson H, Pedersen J, Bergenheim M, Djupsjöbacka M. Peripheral afferents of the knee: their effects on central mechanisms regulating muscle stiffness, joint stability, and proprioception and coordination. In: Lephart SM, Fu FH. *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Champaign: Human Kinetics. 2000:5-22.
23. Edlich RF, Towler MA, Goitz RJ, Wilder RP, Buschbacher LP, Morgan RF, Thacker JGI. Bioengineering principles of hydrotherapy. *J Burn Care Rehabil*. 1987; 8(6):580-584.
24. Chevutshi A, Lensele G, Vaast D, Thevenon A. An Electromyographic Study of Human Gait both in Water and on Dry Ground. *J Physiol Anthropol*. 2007; 26(4): 467-473.
25. Currence JD. The development of Hydrotherapy. *Bull N Y Acad Med*. 1948; 24(12):803-7.

26. Kersley GD. Hydrotherapy in physical treatment. *Physiotherapy* 1950; 36(7):131-3.
27. Storck H. Orthopedics and Kneipp's hydrotherapy. *Hippokrates* 1951; 31-22(20):543-9.
28. McDaniel LV, Badger VM. Pool therapy: its effect on ventilation of poliomyelitis patients. I. A preliminary report. *Phys Ther Rev.* 1953; 33(7):365-72.
29. Laskowski ER, Newcomer-Aney K, Smith J. Refining rehabilitation with proprioception training: expediting return to play. *Physician Sportsmed* 1997; 25(10):89-98.
30. Magazanik GL. Simplest forms of hydrotherapy. *Med Sestra* 1950; 5:15-8.
31. Frasen M. When is physiotherapy appropriate? *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2004; 18(4):477-489.
32. Tovin BJ, Wolf SL, Greenfield BH, Crouse J, Woodfin BA. Comparison of the effects of exercise in water and on land on the rehabilitation of patients with intra-articular anterior cruciate ligament reconstructions. *Phys Ther* 1994; 74(8):710-9.
33. Pöyhönen T, Keskinen KL, Hautala A, Savolainen J, Mälkiä E. Human isometric force production and electromyogram activity of knee extensor muscles in water and on dry land. *Europ J Appl Phys* 1999; 80:52- 56.
34. Pöyhönen T, Kyröläinen H, Keskinen KL, Hautala A, Savolainen J, Mälkiä E. Electromyographic and Kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water. *Clinical biomechanics* 2001; 16:496-504.
35. Rodrigues AL, Nishitani L. Fisioterapia Aquática no Tratamento de Lesões Musculoesqueléticas em Atletas. In: Sacchelli T, Accacio LMP, Radl ALM. *Fisioterapia Aquática.* Barueri: Manole; 2007. 269-282.
36. Accacio LMP, Sacchelli T. As propriedades físicas da água. In: Sacchelli T, Accacio LMP, Radl ALM. *Fisioterapia Aquática.* Barueri: Manole; 2007. 1-9.
37. Pereira HM, Campos TF, Santos MB, Cardoso JR, Garcia MC, Cohen M. Influence of knee position on the postural stability index registered by the Biodex Balnice system. *Gait & Posture* 2008; 28:668-672.
38. He X, Proske U, Schaible HG, Schimidt RF. Acute inflammation of the knee joint in the cat alter responses of flexor motoneurons to leg movements. *J Neurophysiol* 1988; 59:326-332.

39. Ihara H, Nakayama A. Dynamic joint control training for knee ligaments injuries. *Am J Sports Med* 1986; 14(4):309-315.
40. MacDonald PB, Hedden D, Pacin O, Sutherland K. Proprioception in anterior cruciate ligament-deficient and reconstructed knees. *Am J Sports Med* 1996; 24(6):774-778.
41. Freeman LA, Wike B. Articulat Reflexes at the ankle joint: elctromyographic study of normal and abnormal influences of the ankle joint, mechanoreceptors upon reflex activity in the leg muscles. *Br J Surg* 1967; 54:990-1000.
42. Moezy A, Olyaei G, Hadian M, Razi M, Faghihzadeh S. A comparative study of whole body vibration training and conventional training on knee proprioception and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sports Med Br* 2008; 42:373-378.
43. Perron M, Hébert LJ, McFayden BJ, Belzile S, Regnieàre M. The ability of the biodex balance system to distinguish level of function in subjects with a second-degree ankle sprain. *Clinical Rehanilitation* 2007; 21:73-81.
44. Lund H, Weile U, Christensen R, Rostock B, Downey A, Bartels EM, Danneskiold-Samsoe B, Bliddal H. A randomized controlled trial of aquatic and land-based exercise in patients with knee osteoarthritis. *J Rehabil Med* 2008; 40:137-144.
45. Aydog E, Ajda B, Aydog ST, Çakci A. Evaluation of dynamic postural balance using the Biodex Stability System in rheumatoid arthritis patients. *Clin Rheumatol* 2006; 25:462-467.
46. Guskiewicz KM, Ross SE, Marshall SW. Postural Stability and neuropsychological deficts after concussion in collegiate athletes. *J Athletic Training* 2001; 36(3):263-273.
47. Michell TB, Ross SE, Blackburn JT, Hirth CJ, Guskiewicz KM. Functional balance training, with or without exercise sandals, for subjects with stable or unstable ankles. *J Athletic Training* 2006; 41(1):393-398.
48. Ross SE, Arnold BL, Blackburn JT, Brown CN, Guskiewicz KM. Enhaced balance associated with coordination training with stochastic resonance stimulation in subjects with functional ankle instability: an experimental trial. *J J Neuroeng Rehabil* 2007; 17;4:47.

49. Shaw MY, Gribble PA, Frye JL. Ankle bracing, fatigue, and time to stabilization in collegiate volleyball athletes. *J Athletic Training* 2008; 43(2):164-171.
50. Paterno MV, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *JOSPT* 2004; 34(6):305-316.
51. Runge M, Rehfeld G, Resnicek E. Balance training and exercise in geriatric patients. *J Musculoskel Interact* 2000; 1:54-58.
52. Devereux K, Robertson D, Briffa NK. Effects of a water-based program on women 65 years and over: a randomized controlled trial. *Aust J Physiother.* 2005; 51(2):102-8.
53. Rozzy SL, Lephart SC, Fu FH. Effects of muscular fatigue on knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female athletes. *J Athletic Training* 1999; 34(2):106-114.
54. Chaudhari AM, Lindenfeld TN, Andriacchi TP, Hewett TE, Riccobene J, Myer GD, Noyes FR. Knee and hip loading patterns at different phases in the menstrual cycle: implications for the gender difference in anterior cruciate ligament injury rates. *Am J Sports Med.* 2007; 35(5):793-800.
55. Barber-Westin SD, Noyes FR, Galloway M. Jump-land characteristics and muscle strength development in young athletes: a gender comparison of 1140 athletes 9 to 17 years of age. *Am J Sports Med.* 2006; 34(3):375-84.
56. Greve J, Alonso A, Bordini ACPG, Camanho GL. Correlation between body mass index and postural balance. *Clinics* 2007; 62(6):717-20.
57. Aydog E, Aydog ST, Çakci A, Doral MN. Dynamic stability in blind athletes using the biodex stability system. *Int J Sports Med* 2006; 27:415-418.
58. Testerman C, Griend RV. Evaluation of ankle using the biodex balance system. *Foot and Ankle Int* 1999; 20(5): 317-21.
59. Wilkins JC, McLeod TCV, Perrin DH, Gansneder BM. Performance on the balance error scoring system decreased after fatigue. *J Athletic Training* 2004; 39(2):156-161.
60. Arnold BL, Schmitz RJ. Examination of Balance Measures Produced by the Biodex Balance System. *J Athletic Training* 1998; 33(4): 323-327.
61. Lephart SM, Giraldo JL, Borsa PA, Fu H. Knee joint proprioception: a comparison between female intercollegiate gymnasts and controls. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996; 4:121-124.

62. Vuillerme N, Danion F, Marin L, Boyadjian A, Prieur JM, Weise I, Nougier V. The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience Letters* 2001; 303: 83-6.
63. Pendergrass TL, Moore JH, Gerber JP. Postural control after a 2-mile run. *Mil Med* 2003; 168(11):896-903.
64. Corazza ST, Pereira EF, Villis JMC. Propriocepção e Familiarização ao Meio Líquido. *Lecturas Educación Física y Deportes* 2005; 82(1):1-8.