

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENVELHECIMENTO HUMANO

**Efeitos do treinamento com mini-trampolim  
realizado na água e no solo sobre as variáveis  
antropométricas, densidade mineral óssea e  
marcadores de remodelação óssea em adultas  
jovens**

Karine Angélica Malysz

Passo Fundo  
2012

Karine Angélica Malysz

**Efeitos do treinamento com mini-trampolim realizado na água e no solo sobre as variáveis antropométricas, densidade mineral óssea e marcadores de remodelação óssea em adultas jovens**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Envelhecimento Humano da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Envelhecimento Humano.

Orientador:

Prof. Dr. Hugo Tourinho Filho

Co-orientador:

Prof. Dr. Luciano de Oliveira Siqueira

Passo Fundo  
2012

CIP – Catalogação na Publicação

---

- M262e Malysz, Karine Angélica  
Efeitos do treinamento com mini-trampolim realizado na água e no solo sobre as variáveis antropométricas, densidade mineral óssea e marcadores de remodelação óssea em adultas jovens / Karine Angélica Malysz. – 2012.  
81 f. : il. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado em Envelhecimento Humano) – Universidade de Passo Fundo, 2012.  
Orientação: Dr. Hugo Tourinho Filho.  
Co-orientação: Dr. Luciano de Oliveira Siqueira.
1. Densitometria óssea. 2. Peso corporal. 3. Envelhecimento. I. Tourinho Filho, Hugo, orientador. II. Siqueira, Luciano de Oliveira, co-orientador. III. Título.

CDU: 613.98

# ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO



ATA DE DEFESA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DA ALUNA

**KARINE ANGÉLICA MALYSZ**

Aos nove dias do mês de dezembro do ano dois mil e onze, às oito horas e trinta minutos, realizou-se, na Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo, a sessão pública de defesa da Dissertação: **“Efeitos do treinamento com mini-trampolim realizado na água e no solo sobre variáveis antropométricas, densidade mineral óssea e marcadores de remodelação óssea em adultas jovens”**, apresentada pela mestranda Karine Angélica Malysz, que concluiu os créditos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Envelhecimento Humano. Segundo os encaminhamentos do Conselho de Pós-Graduação (CPG) do Mestrado em Envelhecimento Humano e dos registros existentes nos arquivos da Secretaria do Programa, a aluna preencheu todos os requisitos necessários para a defesa. A banca foi composta pelos professores doutores Hugo Tourinho Filho - orientador e presidente da banca examinadora (UPF), Luciano de Oliveira Siqueira (Co-orientador), Adriano Pasqualotti, Fernando Fornari e Hugo Roberto Kurtz Lisboa. Após a apresentação e a arguição da dissertação, a banca examinadora considerou a candidata **APROVADA**, em conformidade com o disposto na Resolução Consun Nº 07/2010.

A banca recomenda a consideração dos pareceres, a realização dos ajustes sugeridos e a divulgação do trabalho em eventos científicos e em publicações.

Encerrados os trabalhos de defesa e proclamados os resultados, eu, Prof. Dr. Hugo Tourinho Filho, presidente, dou por encerrada a sessão pela banca.

Passo Fundo, 09 de dezembro de 2011.

  
Prof. Dr. Hugo Tourinho Filho  
Orientador e Presidente da Banca Examinadora

  
Prof. Dr. Adriano Pasqualotti  
Universidade de Passo Fundo - UPF

Prof. Dr. Hugo Roberto Kurtz Lisboa  
Universidade de Passo Fundo - UPF

  
Prof. Dr. Luciano de Oliveira Siqueira  
Co-orientador - UPF

  
Prof. Dr. Fernando Fornari  
Universidade de Passo Fundo - UPF

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu pai, que mesmo não estando mais ao meu lado, me ensinou a lutar pelos meus sonhos e não desistir nunca.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado com muito incentivo.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, professor Dr. Hugo Tourinho Filho, pelo seu empenho e disponibilidade sem medir esforços. Muito obrigada pela paciência e confiança depositada em mim;

Ao meu co-orientador, professor Dr. Luciano de Oliveira Siqueira, sempre disposto a me ajudar, e na realização dos exames laboratoriais.

Aos colegas de mestrado pela amizade, em especial às amigas Marta e Dani, pela atenção e companheirismo. Aos professores do mestrado, pelos ensinamentos.

À Clínica de Radiologia Kozma e o médico Aldo Paza, pela sua disponibilidade nas avaliações da densitometria óssea;

À minha família, em especial a minha mãe pelo apoio e carinho; aos meus avós que sempre estão presentes e me apoiando em todas as minhas escolhas; ao meu irmão, que mesmo longe torce por mim. Ao meu namorado Diego pela sua paciência, apoio e compreensão.

À Mari, por emprestar a sua academia By Fitness para a fase dos programas de exercícios e dispensar atenção às participantes da pesquisa e por sempre estar ao meu lado em todos os momentos.

Às participantes da pesquisa, que aceitaram participar voluntariamente deste projeto, permitindo, assim, que o trabalho fosse realizado, e pelos seus exemplos de vida, que tornaram a vivência deste trabalho mais profunda.

E, principalmente, a Deus, que colocou todas essas pessoas no meu caminho e me deu força para continuar sempre.

## RESUMO

Malysz, Karine Angélica. **Efeitos do treinamento com min-trampolim realizado na água e no solo sobre as variáveis antropométricas, densidade mineral óssea e marcadores de remodelação óssea em adultas jovens**. 2012. 81 f. Dissertação (Mestrado em Envelhecimento Humano) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

As modificações relacionadas com o envelhecimento sobre o sistema muscular e ósseo constituem uma fonte de preocupação importante, que de maneira progressiva leva a uma diminuição da capacidade funcional e, conseqüentemente da qualidade de vida. A estrutura óssea não é estática, mudanças sucessivas ocorrem durante a vida. Até os 20 anos ocorre aumento da massa óssea, dos 20 aos 30 anos, há uma estabilização entre o processo de formação e reabsorção e, a partir dos 30 anos, começa uma diminuição da massa óssea. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos de um programa de 16 semanas de treinamento com mini-trampolim realizado no solo e no meio aquático sobre as variáveis antropométricas, força muscular, densidade mineral óssea e marcadores de remodelação óssea em adultas jovens. A amostra foi composta por vinte e sete mulheres ( $33,9 \pm 3,3$  anos) que foram divididas em dois grupos: treinamento com mini-trampolim no meio aquático (G1, n=14) e treinamento com mini-trampolim no solo (G2, n=13). Cada grupo treinou duas vezes na semana durante dezesseis semanas. As participantes foram avaliadas quanto às variáveis antropométricas percentual de gordura, massa corporal magra, relação cintura quadril e índice de massa corporal, força muscular por meio dos testes de 1RM (repetição máxima) e 20 RM (repetições máximas), densidade mineral óssea através de exame de densitometria e análise dos marcadores bioquímicos de remodelação óssea fosfatase alcalina, fosfatase alcalina óssea, fosfatase ácida e fosfatase ácida tartarato resistente. Para a análise dos dados foi utilizado o teste de Wilcoxon e Mann-Whitney, considerando um  $p \leq 0,05$ . Para ambos os grupos houve diminuição significativa na massa corporal magra e percentual de gordura ( $p=0,018$ ,  $p=0,001$ ), aumento significativo no teste de 1RM e 20RM ( $p=0,001$ ,  $p=0,001$ ), diminuição da fosfatase alcalina ( $p=0,001$ ), e aumentos significativos da fosfatase alcalina óssea, fosfatase ácida e fosfatase ácida tartarato resistente ( $p=0,002$ ,  $p=0,001$ ,  $p=0,005$ ), respectivamente; Com relação à DMO (densidade mineral óssea) tanto o G1 como o G2 apresentaram melhoras estatisticamente significativas para a região do colo do fêmur ( $p=0,005$ ). Já para a densidade mineral óssea lombar apenas o G2 apresentou um aumento significativo ( $p=0,033$ ) após dezesseis semanas de treinamento. Os resultados sugerem que o treinamento com mini-trampolim na água e no solo mostraram-se eficiente nas variáveis analisadas, com destaque para a melhora da densidade mineral óssea em adultas.

Palavras-chave: **1. Atividades aquáticas 2. Mini-trampolim 3. Densidade mineral óssea 4. Marcadores bioquímicos de remodelação óssea 5. Densitometria óssea**

## ABSTRACT

Malysz, Karine Angélica. **Efeitos do treinamento com min-trampolim realizado na água e no solo sobre as variáveis antropométricas, densidade mineral óssea e marcadores de remodelação óssea em adultas jovens**. 2012. 81 f. Dissertação (Mestrado em Envelhecimento Humano) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

The changes related to aging on the musculoskeletal system are a source of major concern, which progressively leads to a decrease in the functional capacity and consequently in the quality of life. The bone structure is not static, successive changes occur throughout life. Until the age of twenty there is an increase in bone mass, from 20 to 30 years old, there is a stabilization of the process of bone formation and resorption and, from the age of 30, the bone mass starts to decrease. Accordingly, this study aims to evaluate the effects of a 16-week program of training performed with mini-trampoline on the ground and in an aquatic environment regarding the anthropometric variables, the muscle strength, the bone mineral density and the markers of bone turnover in young adults. The sample was composed of twenty-seven women ( $33.9 \pm 3.3$  years) who were divided into two groups: training with mini-trampoline in the aquatic environment (G1, n = 14) and training with mini-trampoline on the ground (G2, n = 13). Each group trained twice a week for sixteen weeks. The research evaluated the anthropometric variables fat percentage, lean body mass, waist-hip relation and body mass index, the muscle strength through the 1RM (maximum repetition) and 20 RM (maximum repetition) tests, the bone mineral density by densitometry examination and there was the analysis of the biochemical markers of bone turnover such as alkaline phosphatase, bone alkaline phosphatase, acid phosphatase and tartrate-resistant acid phosphatase. Wilcoxon test and Mann-Whitney test, considering a  $p \leq 0.05$ , were used for data analysis. For both groups there was a significant decrease in lean body mass and fat percentage ( $p = 0.018$ ,  $p = 0.001$ ), a significant increase in 1RM and 20RM test ( $p = 0.001$ ,  $p = 0.001$ ), a decrease of alkaline phosphatase ( $p = 0.001$ ), and significant increases in bone alkaline phosphatase, acid phosphatase and tartrate resistant acid phosphatase ( $p = 0.002$ ,  $p = 0.001$ ,  $p = 0.005$ ), respectively, in relation to bone mineral density both G1 and G2 showed statistically significant improvements for the region of the femoral neck ( $p = 0.005$ ). While concerning the lumbar bone mineral density only G2 presented a significant increase ( $p = 0.033$ ) after sixteen weeks of training. The results suggest that training with mini-trampoline in the water and on the ground proved to be efficient in the variables analyzed, with emphasis on the improvement of bone mineral density in adults.

**Key words: 1. Aquatic activity 2. Mini-trampoline 3. Bone density mineral 4. Biochemical markers of bone turnover 5. Bone densitometry**

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Organograma, ano de 2011.	33
Figura 2 – Classificação de adultos pelo IMC	36
Figura 3 – Escala de Borg.	39
Figura 4 – Periodização das dezesseis semanas de treinamento.	44

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Valores médios e desvio-padrão referentes às características antropométricas das participantes dos grupos G1 e G2	47
Tabela 2 - Valores médios e desvio-padrão das variáveis 1 RM e 20 RM das participantes dos grupos G1 e G2	50
Tabela 3 - Valores médios e desvio-padrão da DMO lombar e do colo do fêmur das participantes dos grupos G1 e G2	53
Tabela 4 - Valores médios e desvio-padrão dos marcadores de remodelação óssea das participantes dos grupos G1 e G2	57

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACSM	Colégio Americano de medicina esportiva
ACP	Fosfatase ácida
ALP	Fosfatase alcalina
ALP óssea	Fosfatase alcalina óssea
bpm	Batidas por minuto
CEP	Comite de Ética e Pesquisa
CMO	Conteúdo mineral ósseo
DMO	Densidade mineral óssea
DEXA	Absorciometria por dupla emissão de raio-X
DP	Desvio-padrão
FC	Frequência cardíaca
FEFF	Faculdade de Educação Física e Fisioterapia
FRS	Força de reação do solo
FTR	Fosfatase ácida tartarato resistente
HDL	Lipoproteínas de Alta Densidade
IMC	Índice de massa corporal
M	Média
MCM	Massa corporal magra
n	Amostra
OMS	Organização mundial da saúde
% G	Percentual de gordura
PC	Peso corporal
PA	Pressão arterial
RCQ	Relação cintura-quadril
RM	Repetição máxima

RML	Resistência muscular localizada
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
VO <sub>2máx</sub>	Consumo de oxigênio máximo

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>16</b>
2.1. EXERCÍCIO FÍSICO E ENVELHECIMENTO	16
2.2. EXERCÍCIO FÍSICO E DENSIDADE MINERAL ÓSSEA	17
2.3. ATIVIDADES AQUÁTICAS E MINI-TRAMPOLIM	25
<b>3. HIPÓTESES</b>	<b>30</b>
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>31</b>
4.1. DELINEAMENTO GERAL DO ESTUDO	31
4.2. PROCEDIMENTO AMOSTRAL	31
4.2.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	31
4.2.2. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	31
4.3. PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	31
4.3.1. AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS - %G, MCM, RCQ E IMC	34
4.3.2. AVALIAÇÃO DA FORÇA MÁXIMA E SUBMÁXIMA	36
4.3.3. AVALIAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA – DENSITOMETRIA ÓSSEA	37
4.3.4. AVALIAÇÃO DA REMODELAÇÃO ÓSSEA – MARCADORES BIOQUÍMICOS ÓSSEOS	38
4.3.5. TREINAMENTO COM MINI-TRAMPOLIM NA ÁGUA E NO SOLO	39
4.4. ANÁLISE DOS DADOS	44
4.5. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	44
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>46</b>
5.1. VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS	46
5.2. FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES	49
5.3. DENSITOMETRIA ÓSSEA	52
5.4. MARCADORES BIOQUÍMICOS DE REMODELAÇÃO ÓSSEA	56
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>72</b>
APÊNDICE A. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	73
APÊNDICE B. FICHA DE AVALIAÇÃO - ANAMNESE	76
APÊNDICE C. SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO	80

## 1. INTRODUÇÃO

As alterações orgânicas e mentais do processo do envelhecimento envolvem a capacidade de manter o equilíbrio homeostático, alterações na frequência cardíaca, reduções no consumo máximo de oxigênio, na musculatura esquelética, na flexibilidade e na densidade mineral óssea (SHEPHARD, 1994). As alterações funcionais, que embora variem de um indivíduo ao outro, são encontradas em todos os idosos e são próprias do processo natural do envelhecimento ou senescência (PAPALÉO NETTO; PONTE, 2005). As modificações relacionadas com o envelhecimento sobre o sistema muscular e ósseo constituem, talvez, uma maior fonte de preocupação, que de maneira progressiva leva uma diminuição da capacidade funcional e conseqüentemente da qualidade de vida.

A estrutura óssea não é estática, mudanças sucessivas ocorrem durante a vida. Até os 20 anos ocorre aumento da massa óssea, dos 20 aos 30 anos, há uma estabilização entre o processo de formação e reabsorção óssea. A partir dos 30 anos, começa uma diminuição sutil da massa óssea de 0,5% ao ano, denominada “involução esquelético” (osteopenia). No período da menopausa, as mulheres perdem cerca de 8% da massa óssea a cada década, enquanto os homens na mesma faixa etária perdem 3% por década (LUCASIN JUNIOR; LIMA, 1994; FRISCHENBRUDER; ROSE, 1996).

Existem diversos fatores associados com a densidade mineral óssea (DMO) e o volume ósseo que não estão nitidamente identificados, no entanto fatores como genética, exercício, estado hormonal e alimentação parecem ter importância relevante. (POLLITZER; ANDERSON, 1989; DALSKI, 1990).

Santarém (2002), descreve que a prescrição de exercícios físicos tem como objetivo a prevenção de doenças e deformidades, bem como a promoção de aptidão para as atividades do dia-a-dia, trabalho, lazer, esporte, estética corporal e bem-estar psicológico. Como efeito positivo da atividade física, ocorre aumento da massa óssea, massa muscular, taxa metabólica, gasto calórico, força, potência, resistência, flexibilidade, coordenação, VO<sub>2</sub> máximo, limiar anaeróbio, sensibilidade à insulina, HDL colesterol e nível de endorfinas.

---

Desse modo, o exercício físico encontra-se cada vez mais em evidência pelos benefícios ocasionados no organismo tanto na desaceleração das alterações ocasionadas pelo envelhecimento quanto na redução do aparecimento das doenças crônico-degenerativas, enfatizando a busca pela qualidade de vida (MOREIRA, 2001).

A prática regular de exercícios físicos, aplicada de maneira correta, respeitando as individualidades e com instrução, tem benefícios físicos, psicológicos e sociais na meia-idade (HOWLEY; FRANKS, 2000; SHEPHARD, 1997), contribuindo para a manutenção das funções físicas e cognitivas, e conseqüentemente promovendo uma maior independência na velhice. Segundo o *American College of Sports Medicine* (ACSM, 1996), o exercício físico produz importantes mudanças nos aspectos biológicos, psicológicos e socioculturais dos indivíduos.

Os exercícios físicos podem ser realizados no solo ou no meio líquido. Atualmente cresce o número de estudos que relatam os benefícios do exercício físico no ambiente aquático. Kruehl (1994), refere-se à hidroginástica como uma forma alternativa de condicionamento físico, formada de exercícios aquáticos específicos, empregando a resistência do meio líquido como sobrecarga e do empuxo como redutor do impacto, diminuindo dessa forma o traumatismo nas articulações. Para Paulo (1994), a atividade física no ambiente aquático vem se ampliando lentamente, pois buscam fundamentos básicos para uma elaboração específica e segura de exercícios neste meio.

Das atividades realizadas no meio aquático, cabe destacar o mini-trampolim ou *Jump* ou *rebound exercise*, que apareceu como uma opção de equipamento a ser utilizado em aulas de hidroginástica, surgindo inicialmente, em salas de ginástica aeróbica. Segundo Furtado *et al.* (2004), o mini-trampolim possui superfície elástica e sistema de fixação de molas de especial resistência, que permitem atingir alta performance na execução dos exercícios, sendo os seus benefícios comparados com os mesmos que os alcançados pela prática regular dos exercícios aeróbios. Também é utilizado em aulas dentro da água, com movimentos, variações e combinações desenvolvidas especificamente (ALONSO, 2007).

O uso dos mini-trapolins, por ser uma proposta de atividade física recente, tanto no meio aquático como no solo e, portanto, com um vasto campo de investigação a ser explorado, conduz o presente estudo a seguinte indagação: Quais os efeitos do treinamento com mini-trapolins no meio aquático e no solo sobre as variáveis antropométricas, densidade mineral óssea e marcadores de remodelação óssea em adultas jovens?

a) Objetivo Geral

- Avaliar os efeitos de um programa de 16 semanas de treinamento com mini-trapolim realizado no solo e no meio aquático sobre as variáveis antropométricas, densidade mineral óssea e marcadores de remodelação óssea em adultas jovens.

b) Objetivos Específicos

- Comparar os efeitos de 16 semanas do treinamento com mini-trapolim realizado no solo e no meio aquático, nas variáveis antropométricas %G, IMC, MCM e RQC antes e após o treinamento.

- Comparar os efeitos de 16 semanas do treinamento com mini-trapolim realizado no solo e no meio aquático, na variável densidade mineral óssea, antes e após o treinamento.

- Comparar os efeitos de 16 semanas do treinamento com mini-trapolim realizado no solo e no meio aquático, na variável remodelação óssea, antes e após o treinamento.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. EXERCÍCIO FÍSICO E ENVELHECIMENTO

Para Lenzion *et al.* (2002), a preocupação e a necessidade em pesquisar o envelhecimento surgiu efetivamente no Brasil por volta de 1990. A partir disso, com o aumento da expectativa de vida da população e aumento do número de idosos, juntamente com a intervenção de acadêmicos e profissionais da área de saúde, educação e mesmo de direitos humanos, houve uma mudança da conscientização do envelhecer, dos próprios conceitos de velhice e terceira idade, que avançaram no tempo.

O processo do envelhecimento é amplo, envolvendo diversas e diferentes variáveis, como: a genética, o estilo de vida, doenças crônicas, sendo que a interação entre elas, tem influência direta na longevidade. A execução de exercícios físicos regulares (resistência aeróbia e de força) promove adaptações favoráveis no organismo que contribuem para o envelhecimento saudável (MAZZEO *et al.*, 1998; NELSON *et al.*, 2007).

A atividade física é conceituada como todo movimento corporal produzido por músculo que resulta em gasto de energia, enquanto que o exercício físico é conceituado como toda atividade planejada, estruturada e repetida que tem como objetivo melhorar a aptidão física relacionada à saúde. A aptidão física relacionada à saúde é conceituada como um conjunto de variáveis do condicionamento físico (força, flexibilidade, aptidão aeróbia e composição corporal) que contribuem para a execução das tarefas do cotidiano (CASPERSEN *et al.*, 1985).

Os exercícios podem ser divididos em programas de treinamento de força e resistência aeróbia, com benefícios distintos. O treinamento de força envolve exercícios intermitentes de curta duração usando cargas, resultando em uma hipertrofia muscular e em um aumento da força, como pouca ou nenhuma melhora no  $VO_2$ máx (CHROMIAK; MULVANEY, 1990). Já o exercício aeróbio regular promove constantes adaptações fisiológicas e biomecânicas, incluindo aumento da capacidade cardiorrespiratória, aumento da capilarização da estrutura muscular, conteúdo da mioglobina, mitocôndria e capacidade da enzima oxidativa e grande utilização de lipídeos como uma fonte de energia. Coletivamente, essas mudanças contribuem para eficiente liberação do  $VO_2$ .

---

ganho da utilização do substrato para contração muscular e finalmente para aumento da *performance* aeróbica (WILBER; MOFFATT, 1994).

Os exercícios físicos praticados com a devida instrução, e, respeito às individualidades fisiológicas, exerce efeitos positivos na meia-idade (HOWLEY; FRANKS, 2000; SHEPHARD, 1997), com finalidade de melhora da saúde e da qualidade de vida. Seus efeitos positivos englobam tanto fatores fisiológicos (melhoria do condicionamento cardiorrespiratório) e psicológicos (melhoria da auto-estima), quanto sociais (melhoria das relações interpessoais) (BUCHNER, 1997), contribuindo para a manutenção das funções físicas e cognitivas, e conseqüentemente promovendo uma maior independência na velhice. Um estilo de vida, fisicamente ativo reduz os riscos de doenças crônicas incluindo hipertensão, acidente vascular encefálico, câncer, diabetes tipo II, osteoporose, osteoartrite e depressão (COUSINS, 1997).

## 2.2. EXERCÍCIO FÍSICO E DENSIDADE MINERAL ÓSSEA

O alemão Julius Wolff, anatomista, foi o primeiro cientista a reconhecer que as mudanças na massa óssea são acompanhadas por mudanças na carga mecânica através de processos de remodelação. Em 1892 ele notou que esse processo é dirigido por forças mecânicas e que o tecido ósseo se reorganiza quando as forças mecânicas mudam. A *lei de Wolff*, como ficou conhecida, descreve que a forma geral de um osso é originada de alterações na sua arquitetura interna e a sua forma externa é conseqüência de mudanças primárias nos agentes estressores mecânicos, segundo regras matemáticas (ALMEIDA JR. 1997).

O esqueleto tem funções estruturais e metabólicas. Através da função estrutural, o osso é fundamental para a locomoção, respiração e proteção de órgãos internos; e, através da função metabólica, atua como reservatório de cálcio e fósforo (NÓBREGA; LIMA, 2000).

Existem no esqueleto dois tipos de ossos: o cortical e o trabecular. O processo de diferenciação celular na formação do esqueleto é regulado por genes que, estabelecem o padrão de estrutura esquelética sob a forma de cartilagem e mesênquima e após os calcifica pela ação dos osteoblastos. O osso já formado é um órgão

---

metabolicamente ativo e em constante remodelação, que é importante para o reparo de microfraturas, constituindo também uma resposta ao estresse e às forças biomecânicas atuantes sobre o esqueleto (NÓBREGA; LIMA, 2000).

A densidade mineral óssea (DMO) é o resultado de um processo dinâmico de formação e reabsorção do tecido ósseo chamado de remodelação (CADORE *et al.*, 2005). A reabsorção causa a deterioração desse tecido enquanto a formação do mesmo é responsável pela reconstrução e fortalecimento do tecido deteriorado (CREIGHTON *et al.*, 2001). Os osteoblastos são responsáveis pela formação do osso enquanto os osteoclastos são responsáveis na sua reabsorção (ASTRAND; RODAHL, 1980). Esse processo ocorre ao longo da vida em ciclos de quatro a seis meses de duração (BEMBEN *et al.*, 2000).

A remodelação está associada com os estresses e esforços impostos ao esqueleto pela gravidade e por outros fatores, sendo regulada por hormônios na circulação sistêmica, fatores de crescimento, citocinas e nutrição (GANNONG, 1999, CANALI; KRUEL, 2001; GUYTON; HALL, 2006). Os fatores intrínsecos determinantes da remodelação do tecido ósseo envolvem a hereditariedade, a raça, o sexo e fatores hormonais (80%). Já os fatores extrínsecos envolvem aspectos mecânicos e nutricionais (20%) (CAMPOS *et al.*, 2003). Segundo Babaroutsi *et al.* (2005), a DMO é alterada por aspectos como idade, composição corporal, alimentação e história reprodutiva.

A manutenção da densidade mineral óssea (DMO) é de grande importância para a prevenção de osteopenia e osteoporose. A osteopenia é a redução anormal da quantidade de osso total mineralizado, a osteoporose é caracterizada por uma diminuição da DMO (VINCENT; BRAITH, 2002), no qual a matriz e seus minerais ósseos são perdidos devido ao excesso de reabsorção óssea em relação à formação (GANONG, 1999). Esse processo é normalmente associado ao avanço da idade e à ocorrência da menopausa (MAIMOUN *et al.*, 2003) e leva a uma maior incidência de fraturas (BURROWS *et al.*, 2003). Embora a perda óssea seja mais intensa e frequente nas mulheres (HUMPHRIES *et al.*, 2000; MAIMOUN *et al.*, 2003), os homens também apresentam uma diminuição devido a idade avançada (RYAN *et al.*, 2004). Os fatores

---

como genética, homeostase hormonal e alimentação podem ser determinantes na DMO, no entanto, o nível de atividade física tem importância significativa na densidade mineral óssea (ANDREOLI *et al.*, 2001), beneficiando o sistema osteomuscular (SCHÖFFL *et al.*, 2008). Dessa maneira, são necessárias medidas preventivas com objetivo de manutenção ou maximização do acúmulo mineral (WARREN *et al.*, 2008).

A mineralização óssea tem início na vida fetal. O ritmo de aumento da massa óssea é alto durante os três primeiros anos de vida pós-natal. Após, o aumento da massa óssea mantém-se numa velocidade linear até o início da puberdade. Após o término da puberdade, o ganho anual de DMO reduz-se progressivamente até os 21-25 anos de idade, quando é atingido o pico de massa óssea, ou seja, o maior valor de massa óssea obtido durante o crescimento. Do aumento total da DMO, 50% ocorrem nos primeiros meses de vida até o início da puberdade, 30% durante a puberdade e 20% durante a adolescência tardia e início da vida adulta. É importante observar que 95% da massa óssea é adquirida durante o pico de massa óssea da adolescência, entre 10 e 19 anos (GANONG *et al.*, 1999; PIRES, 2001; SILVA *et al.*, 2003).

Existe uma controvérsia em relação à idade em que ocorre seu pico, no entanto, acredita-se que a grande parte da massa óssea é adquirida até o final da puberdade. Para Robergs e Roberts (1997) o pico de densidade mineral óssea acontece na faixa etária compreendida entre 10 a 20 anos tanto para homens como para mulheres, tendo um declínio gradual durante vida a partir da faixa etária compreendida entre 20 a 30 anos. Diversos fatores influenciam o pico ideal de massa óssea, entre eles: genéticos, étnicos, hormonais, nutricionais e hábitos de vida como tabagismo, alcoolismo, uso de medicamentos e prática de atividade física.

Antigamente, a única forma de avaliar a dinâmica da remodelação óssea era através de biópsia óssea. Atualmente, existem mais métodos utilizados para avaliar a massa óssea, entre elas: densitometria óssea e exames laboratoriais. A densitometria óssea realizada por raios-X de dupla-energia é considerada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), desde 1994, como padrão ouro para o diagnóstico de osteoporose (WHO, 1994). A remodelação óssea induz a liberação de várias substâncias que, quando dosadas no soro ou na urina, nos informam sobre a taxa de formação e reabsorção

---

ósseas, sendo chamadas de marcadores de remodelação óssea (BANDEIRA *et al.*, 2000). Apesar deste método, ser utilizado por pesquisadores para avaliar os efeitos de um treinamento na remodelação óssea, o mesmo ainda é muito controverso, principalmente quanto à escolha do marcador, pois mesmo havendo uma relação entre a massa óssea e a remodelação óssea e, conseqüentemente, entre densidade mineral óssea (DMO) e marcadores bioquímicos, esta relação é muito limitada e não permite estimativa de DMO a partir de medidas somente de marcadores.

As pesquisas que correlacionavam mudanças na massa óssea através de mudanças na carga mecânica, iniciaram-se no final da década de 40 e 50 (DEITRICK *et al.*, 1948; STEVENSON, 1952), no entanto, os estudos pioneiros que relacionavam atividade física habitual e densidade mineral óssea são do início da década de 70 (NILSON; WESTLIN, 1971).

O processo bioquímico responsável pela mudança da DMO relacionada ao exercício físico não está totalmente claro, mas acredita-se que a atividade física influi positivamente a remodelação óssea. No entanto, outros fatores parecem intervir nos efeitos do treinamento físico sobre a saúde óssea, tais como a nutrição, a genética do indivíduo e a homeostase (ANDREOLI *et al.*, 2001). Para Frischebruder e Rose (1996) outros fatores como os raciais, endócrinos e hábitos de vida (álcool, fumo, dieta, exposição solar, drogas) são determinantes para a doença.

Supõe-se que o aumento da massa óssea ocasionado pelo exercício tenha relação com o efeito piezométrico, na qual a deformação do osso induz alteração no campo elétrico ósseo, excitando a atividade celular, ocorrendo à deposição de minerais nos pontos de estresse (NUNES *et al.*, 2001; CADORE *et al.*, 2005). Outra explicação para remodelação induzida pelo exercício é a lei de Wolf, que relaciona o crescimento ósseo aos estresses e estiramentos localizados no osso, ou seja, as mudanças na arquitetura interna e conformação externa dependem dos estresses mecânicos submetidos a esse tecido. Conclui-se que a estimulação é seguida de fortalecimento em cada região (NUNES *et al.*, 2001).

---

O exercício infere uma adaptação do tecido ósseo através das forças mecânicas por ser um fator de estresse mecânico, sendo um dos principais moduladores deste tecido, sendo também um instrumento eficaz na prevenção da osteoporose (SILVA *et al.*, 2003). Diversos estudos têm demonstrado os efeitos positivos da atividade física no aumento de conteúdo mineral ósseo (CMO) (GRIMSTON *et al.*, 1993; CREIGHTON *et al.*, 2001; GINTY *et al.*, 2005; EGAN *et al.*, 2006; KAVOURAS *et al.*, 2006). O aumento da DMO é instigado tanto pelo treinamento de força quanto atividades físicas de maior sobrecarga decorrente do peso corporal (ZIMMERMAN *et al.*, 1990; HUGHES *et al.*, 1995), que levam à estímulos osteogênicos (CADORE *et al.*, 2005; BRENTANO *et al.*, 2008) promovendo incremento da DMO independentemente do sexo e da idade dos indivíduos (SILVA *et al.*, 2003). Já, a redução das ações musculares tem influência negativa na DMO (CAMPOS *et al.*, 2003). Autores relatam que pessoas ativas apresentam maior DMO em regiões específicas quando comparadas às pessoas sedentárias (MADSEN *et al.*, 1998; ANDREOLI *et al.*, 2001).

As modalidades esportivas podem ser classificadas em modalidades de baixo, moderado, alto e sem impacto (GINTY *et al.*, 2005), de acordo com a força de reação do solo (FRS) relativa ao peso corporal (PC) (BRUNIERA; AMADIO, 1993; NIGG; HERZOG, 1994), sendo que a maior deposição de minerais é promovida por modalidades esportivas de alto impacto (GRIMSTON *et al.*, 1993, CREIGHTON *et al.*, 2001, GINTY *et al.*, 2005, EGAN *et al.*, 2006, KAVOURAS *et al.*, 2006). Já, exercícios leves e moderados sugerem não provocar adaptações significativas na deposição de minerais (GINTY *et al.*, 2005).

Iwamoto *et al.*, (2001) examinaram os efeitos do treinamento e destreinamento de exercício na DMO lombar em mulheres pós-menopáusicas com osteoporose que recebiam cálcio e suplemento de vitamina D. Este estudo tinha como amostra 35 mulheres pós menopausa com idade entre 53 e 77 anos que participaram do estudo durante dois anos. Sete mulheres participaram do treinamento realizando atividade durante um ano, oito participaram por mais de um ano e 20 mulheres faziam parte do grupo controle.

---

O treinamento de exercícios consistiu de caminhadas rápidas diárias e treinamento de ginástica. Em conclusão, este estudo mostrou que mulheres pós-menopáusicas com osteoporose, tiveram significativo aumento na DMO quando comparado aos valores do grupo controle. Entretanto esse aumento foi mantido durante o treinamento continuado e com o destreinamento a DMO lombar voltou ao nível inicial que não era significativamente diferente do grupo controle (IWAMOTO *et al.*, 2001).

Pruitt *et al.* (1992), verificaram a hipótese que o treinamento de força pode ser uma modalidade efetiva na manutenção ou aumento da DMO em mulheres pós-menopáusicas precoce. Participaram do estudo 26 mulheres, 17 delas completaram nove meses de programa de treinamento de força e nove mulheres serviram de grupo controle. O treinamento de resistência ocorreu em três vezes por semana com o objetivo de aumento da força muscular. A sobrecarga dos exercícios foi aplicada em regiões específicas visando os locais avaliados na densitometria. A carga do treinamento inicial era relativamente leve. Os sujeitos realizavam 12-15 repetições de cada exercício com tranquilidade. Depois de três semanas de adaptação com o trabalho de levantamento de peso, cada sujeito realizava uma série de 10-12 repetições máximas em membros superiores e uma série de 10-15 repetições para membros inferiores. O trabalho inicial correspondia a 50-60% de 1 RM (repetição máxima). Após essa fase cada sujeito estava apto para realizar 12 RM (membros superiores) e 15 RM (membros inferiores) a sobrecarga era aumentada se necessário até somente 10 RM. Amostras de sangue e urina foram coletadas no início, meio e final do treinamento. Osteocalcina foi usada como marcador de remodelação óssea. As medidas da DMO em locais específicos e da osteocalcina não sofreram modificação significativa entre o grupo de treinamento e o grupo controle e também nenhuma diferença foi observada ao comparar a fase do pré com o pós-treinamento.

Em uma investigação realizada por Ryan *et al.* (1994), 37 homens entre 50 e 70 anos divididos em dois grupos, 21 participaram do programa de treinamento de força e 16 como grupo controle. Todos passaram por uma triagem visando a seleção de indivíduos não participantes de programa regular de exercícios pelo menos seis meses anteriores ao estudo, não fumantes, livres de problemas cardiovasculares, recentes fraturas, hérnias de disco e endocrinopatias. O treinamento foi realizado três vezes por

---

semana. Era realizado aquecimento de três minutos de baixa intensidade em uma bicicleta estacionária seguido de alongamentos estáticos por 10 minutos, e então, exercícios de 5RM eram realizados gradualmente reduzindo-se a carga desses até que 15RM pudessem ser completados. O intervalo entre os exercícios era de 1 a 2 minutos, sendo realizada 1 série para membros superiores e 2 séries para membros inferiores. A carga era ajustada gradualmente conforme os ganhos de força dos indivíduos. A absormetria de dupla energia de Raio-X foi usada para medir a DMO total e locais específicos. As concentrações circulantes de osteocalcina e isoenzima fosfatase alcalina óssea específica foram mensuradas e consideradas marcadores de formação óssea e a fosfatase ácida tartarato resistente considerada como marcador bioquímico de reabsorção óssea. Todas as amostras de sangue foram coletadas juntas. Não houve diferenças significativas nos locais onde foi mensurado a DMO através da absormetria nem resultados significativos foram encontrados para os marcadores de formação e reabsorção óssea.

Humpries *et al.* (2000) realizaram um estudo que teve como objetivo examinar os efeitos de 24 semanas de treinamento de força de alta intensidade e caminhada de baixa intensidade na DMO da coluna lombar, força muscular e cálcio ósseo em mulheres idosas. Participaram desse estudo 64 mulheres entre 45 e 65 anos divididas aleatoriamente em grupos de treinamento do peso (n=21), caminhadas (n=20), treinamento de peso com terapia de reposição hormonal (n=14) e caminhadas com terapia de reposição hormonal (n=9). Todos os sujeitos treinavam duas vezes semanalmente dentro de 50 minutos de caminhada ou programa de treinamento de peso (60-90% de 1 RM). Foi medido a DMO somente na coluna lombar através da absormetria de dupla energia de Raio-X. Foram coletadas amostras de sangue e urina, para verificação da Osteocalcina e doxipiridinolina consecutivamente. Nenhuma diferença significativa foi encontrada na DMO da coluna lombar com a avaliação de absormetria. Contudo, ocorreram diferenças significativas nos valores de Osteocalcina somente para o grupo da caminhada sem terapia de reposição hormonal.

Com o objetivo de determinar como o treinamento regular em três diferentes tipos de esportes competitivos afetariam a DMO, formação e reabsorção óssea em jovens atletas femininas, Creighton *et al.* (2001), investigaram 41 mulheres entre 18 e

---

26 anos divididas em quatro grupos: grupo de alto impacto, formado por atletas de voleibol e basquete (n=14); médio impacto, formado por atletas de futebol e corredores de média e curta distância (n=13); nenhum impacto, formado por nadadores (n=7) e grupo controle, formado por mulheres que se exercitavam menos de uma hora por semana pelo último ano pelo menos (n=7). As atletas foram divididas nos grupos de acordo com uma escala de impacto pelo peso corporal que variou de 2 (futebol) a 6 pontos (voleibol). A temporada de competição entre esses grupos variava de 3 a 6 meses/ano com 2 horas de treinamento de força por semana. O treinamento físico do grupo alto impacto consistia em corridas e saltos em piso duro (10-13 h/semana). O grupo médio impacto treinava corridas e saltos normalmente na grama (futebol, 6h/semana) e corrida (14h/semana). O treinamento do grupo nenhum impacto era predominantemente natação. Os programas de treinamento consistiam em 20 h/semana em pré e pós temporada. Ao todo, os atletas treinavam 8 meses/ano, pelos últimos 4 anos no mínimo, somente nessas modalidades. Os grupos foram submetidos a uma avaliação radiológica da DMO (DEXA) de vários pontos do corpo para determinar a DMO total. Além dessa avaliação, as mulheres foram submetidas a coletas de sangue e urina para avaliar os marcadores de formação e reabsorção óssea. Como marcador de formação óssea, foi avaliada a osteocalcina circulante no sangue. Como resultados, o grupo de alto impacto teve significativamente maior DMO total. Os valores de formação óssea foram significativamente menores ( $p < 0,05$ ) no grupo nenhum impacto que nos grupos alto e médio impacto. Os atletas envolvidos em esportes de maior impacto mostraram maiores valores nos marcadores de formação óssea.

Coupland *et al.* (1999), estudaram 580 mulheres inglesas com idade entre 45-61 anos, com objetivo de estudar as relações entre atividade física habitual e densidade mineral óssea da coluna lombar (L2-L4), da região proximal do fêmur, da região total do rádio e de corpo total. Através de levantamento transversal os autores investigaram o total de horas por semana de atividades físicas, o total de horas por semana de exercícios físicos, a frequência de caminhada (número de vezes em quatro semanas), total de horas por semana de caminhada e total de degraus subidos por dia. Através dos resultados, os autores indicaram que houve associação significativa entre caminhadas e

---

atividades de subidas de degraus com a densidade mineral óssea da região do trocânter e de corpo total.

Courteix *et al.* (2005), dividiram uma amostra de 113 meninas pré-púberes em quatro grupos: exercício/cálcio (n= 12), exercício/placebo (n= 42), sedentário/cálcio (n= 10) e sedentário/placebo (n= 21). A suplementação diária de cálcio era feita com dois derivados do leite enriquecidos com 800 mg de fosfato de cálcio e o grupo não-sedentário praticava 7,2 ± 4,0 horas de exercícios por semana, enquanto que o grupo sedentário praticava exercícios por apenas 1,2 ± 0,8 horas por semana. Após doze meses, a DMO determinada por DEXA (Absorciometria por dupla emissão de raio-X) era significativamente maior no grupo exercício/cálcio do que em qualquer outro grupo, com aumento de 6,3% (p < 0,05) na DMO de corpo total, 11% (p < 0,05) na coluna lombar e 8,2% (p < 0,02) no colo do fêmur, em relação ao exame inicial. Concluiu-se que a atividade física promove o incremento da massa óssea, no entanto deve estar associada a uma dieta rica em cálcio.

### 2.3. ATIVIDADES AQUÁTICAS E MINI-TRAMPOLIM

Os exercícios aquáticos têm sido frequentemente procurados como prática regular de atividade física, no entanto torna-se fundamental entender o comportamento dos sistemas biológicos humanos no ambiente aquático (FINKELSTEIN *et al.*, 2004). É crescente o número de estudos que investigam os exercícios no meio líquido na posição vertical como hidroginástica, *deep water, running*, cicloergômetro e caminhada em água rasa ou em esteira, em função da necessidade de se entender melhor as respostas do organismo quando expostos aos estímulos provenientes das atividades realizadas no meio aquático.

A prática da atividade física no meio líquido possui características particulares às quais devem ser compreendidas, diferenciando-a da prática no solo. Durante a execução de exercícios aquáticos, as respostas do sistema cardiovascular são afetadas pela imersão em diferentes profundidades (KRUEL, 1994) e diferentes temperaturas de água (CRAIG; DVORAK, 1966; SRÁMEK *et al.*, 2000; MÜLLER *et al.*, 2005). O comportamento da frequência cardíaca (FC) (KRUEL *et al.*, 2002; ALBERTON *et al.*,

---

2003); e da pressão arterial (PA) (PICANÇO *et al.*, 1997; SCHWINGEL *et al.*, 2003) são atenuados tanto em repouso como em exercício dentro da água.

As alterações positivas da atividade aquática incluem melhora no condicionamento cardiorrespiratório (AVELLINI *et al.*, 1983; TAKESHIMA *et al.*, 2002; ALVES *et al.*, 2004), na composição corporal (TAKESHIMA *et al.*, 2002), aumento dos níveis de força (PÖYHÖNEN *et al.*, 2002; TAKESHIMA *et al.*, 2002; CARDOSO *et al.*, 2004 e MÜLLER, 2002), de flexibilidade (TAKESHIMA *et al.*, 2002; ALVES *et al.*, 2004) e da resistência muscular (SOVA, 1998).

A prática regular da hidroginástica além dos benefícios supracitados pode promover a melhoria de aspectos secundários do condicionamento físico, como agilidade, potência, velocidade, reflexo, coordenação e equilíbrio (SOVA, 1998).

Esta atividade pode ser realizada adequadamente por diferentes faixas-etárias (ALVES *et al.*, 2004; FINKELSTEIN *et al.*, 2004; CASSADY; NIELSEN, 1992). Isso pode ser explicado pelas características do ambiente aquático, o qual é caracterizado, pela condição da redução de impacto em relação ao mesmo exercício executado no solo (KRUEL, 2000) associada ao aumento da densidade quando comparado com o ar (BENELLI *et al.*, 2004). Os exercícios no ambiente aquático beneficiam indivíduos de todas as faixas etárias.

O treinamento no meio líquido tem sido muito utilizado, por promover efeitos positivos ao sistema músculo-esquelético, contribuindo para a manutenção de habilidades fundamentais, prevenindo dessa forma, osteoporose, sarcopenia, dores lombares e outras disfunções (WINETT; CARPINELLI, 2001).

Os benefícios dos exercícios aquáticos estão relacionados às características físicas da água. Segundo Avellini *et al.* (1983), o exercício físico no meio aquático induz reações fisiológicas diferentes daquelas realizadas ao ar livre. Essas reações são devido ao efeito hidrostático da água nos sistemas cardiorrespiratórios e na capacidade de intensificar a perda de calor comparada ao ar.

Diversos estudos têm indicado relação positiva entre exercício físico com a DMO, como já visto anteriormente nesta revisão, no entanto poucos são os estudos que mostram essa relação no meio líquido (BÁLSAMO, 2002; LOPEZ; SILVA 2002). Nas modalidades de exercícios físicos, ainda existem muitas controvérsias sobre quais seriam os tipos de programas de treinamento físico que poderiam induzir à melhores estímulos osteogênicos e conseqüente preservação ou aumento da DMO (ACSM, 1995).

Bálsamo (2002), comparou a DMO de 63 mulheres pós menopáusicas praticantes de musculação, com um grupo controle que praticavam hidroginástica e sedentárias. As mulheres que se exercitavam, já o faziam por um ano, e todas (inclusive as sedentárias) faziam terapia de reposição hormonal. Foi obtida a DMO da coluna lombar, fêmur e antebraço.

Nas praticantes de hidroginástica, a DMO apresentou-se mais elevada ( $p < 0,05$ ) na coluna lombar e colo do fêmur, enquanto que nos outros sítios analisados não houve diferença significativa quando comparadas com as sedentárias. Não houve diferença significativa entre as praticantes de musculação e praticantes de hidroginástica em todos os sítios avaliados. Assim os resultados sugerem que tanto a musculação, como já haviam sido preconizados por vários estudos, quanto à hidroginástica mostraram ser positivas para uma maior DMO em relação à população sedentária (BÁLSAMO, 2002).

Lopez e Silva (2002), estudaram efeitos da hidroginástica na osteoporose. Em um ano de trabalho com uma frequência de três vezes por semana, alunas de 60 a 77 anos que faziam reposição hormonal tiveram diminuição do índice de massa corporal (IMC) e da gordura corporal, além do aumento da massa magra e da flexibilidade, sendo que 70% das alunas melhoraram a DMO da coluna lombar e 60% do fêmur.

Em decorrência dos efeitos positivos da hidroginástica, outras atividades originalmente desenvolvidas em outros ambientes, também foram adaptadas para água. De forma que, para equipamentos normalmente usados em terra, como esteiras, trampolins (*jump, rebound*) e bicicletas, foram desenvolvidos versões aquáticas. No entanto, pela dificuldade operacional em se medir a intensidade do exercício realizado em ambiente aquático e talvez pelo fato de ser relativamente recente a tendência de se

---

adaptar equipamentos tradicionais para o meio líquido, ainda há carência de procedimentos para a prescrição e controle da carga de atividades aquáticas que sejam aplicáveis ao cotidiano das academias de ginástica, particularmente para atividades aeróbias.

O mini-trapolim ou *jump*, também conhecido como “*rebound*” constitui uma alternativa de exercícios realizados sobre uma minicama elástica individual, no ambiente aquático e no solo. Segundo Furtado *et al.* (2004), o mini-trapolim possui superfície elástica e sistema de fixação de molas de especial resistência, que permitem atingir alta performance na execução dos exercícios, sendo os seus benefícios comparados com os mesmos que os alcançados pela prática regular dos exercícios aeróbios. Também é utilizado em aulas dentro da água, com movimentos, variações e combinações desenvolvidas especificamente (ALONSO, 2007).

Bhattacharya *et al.* (1980), afirmam que o exercício no mini-trapolim causa maior estímulo que o exercício similar no solo, causando adaptações e incrementos nos sistemas ósseo, neuromuscular e cardiovascular, em um tempo menor e com maior intensidade.

Um dos primeiros estudos sobre o mini-trapolim, relatado por White (1980), comparou os efeitos de dez semanas, quatro vezes semanais de treinamento com o mini-trapolim, esteira e bicicleta sobre 60 mulheres com sobrepeso, sendo dez mulheres pertencentes ao grupo controle. O treinamento consistiu em 10 minutos de aquecimento, 30 minutos de exercícios e 10 minutos de relaxamento. O treinamento no mini-trapolim produziu aumento significativo no consumo máximo de oxigênio e diminuição na gordura corporal, e foi igualmente efetiva no programa de esteira e bicicleta.

Um estudo de Leite *et al.* (2009), utilizaram mini-trapolim na água para verificar as respostas de adaptação da FC,  $VO_{2máx}$  e Resistência Muscular Localizada (RML) para membro superior, inferior e abdominal, durante um treinamento de 16 semanas. Houve melhora significativa em todas as variáveis analisadas.

---

Thomassoni *et al.* (1985), analisaram o  $VO_{2máx}$  e gordura corporal através de um programa com mini-trampolim, durante oito semanas, três vezes semanais, com sedentárias entre 18 e 28 anos, divididas em dois grupos (grupo controle=11 e grupo de treinamento=10), sendo que nas 4 primeiras semanas a intensidade da frequência cardíaca foi cerca de 75%, e as subseqüentes foram de 80%. Como resultados para o grupo de treinamento obtiveram aumento de 9% no  $VO_{2máx}$ , mas nenhuma mudança significativa no percentual de gordura corporal. Para Gerberich *et al.* (1983), analisaram os efeitos dos mini-trampolins em 17 mulheres com idade entre 18 e 40 anos, divididas em 2 grupos: grupo controle=7 e grupo experimental=10. O treinamento teve duração de 12 semanas, com cinco vezes semanais durante 30 minutos e intensidade de 70-85% da FC e obtiveram melhora cardiorrespiratória de 4,5%.

Por outro lado, Alonso *et al.* (2007), com objetivo de determinar os efeitos dos mini-trampolins, dentro e fora da água, sobre as variáveis da composição corporal, com amostra de 46 mulheres entre 19 e 25 anos, durante 16 semanas de treinamento não conseguiram verificar diferenças significativas no comportamento das variáveis analisadas. Com o auxílio da análise dos estudos que investigaram o uso do mini-trampolim, utilizado tanto no solo como no meio aquático fica claro a importância de novas pesquisas que possam trazer maiores informações sobre esta interessante opção para a prática regular de exercícios físicos e seus possíveis efeitos sobre o organismo e consequentemente sobre a qualidade de vida de seus praticantes.

### 3. HIPÓTESES

H0 = O treinamento com mini-trampolim realizado no solo e no meio aquático não interfere no aumento ou manutenção da densidade mineral massa óssea em mulheres adultas jovens.

H1 = O treinamento com mini-trampolim realizado no solo e no meio aquático interfere no aumento ou manutenção da densidade mineral óssea em mulheres em mulheres adultas jovens.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. DELINEAMENTO GERAL DO ESTUDO**

Este estudo caracterizou-se como estudo clínico randomizado (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2007).

### **4.2. PROCEDIMENTO AMOSTRAL**

A amostra foi composta por trinta mulheres voluntárias, divididas de forma aleatória entre dois grupos por um período de dezesseis semanas, com idade entre 30 e 40 anos. Todas foram informadas sobre os riscos e benefícios do projeto, e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade de Passo Fundo.

#### **4.2.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO**

Foram incluídas no estudo mulheres adultas jovens (idade entre 30 e 40 anos) voluntárias, sedentárias, com autorização médica para realizar exercício físico e com IMC entre 19 e 30 Kg/m<sup>2</sup>.

#### **4.2.2. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO**

Foram excluídas do estudo as mulheres que apresentaram uma frequência menor que 90% nos programas de exercícios físicos propostos pelo estudo; que apresentassem problema musculoesquelético e, por isso, durante o estudo pudessem sofrer alguma intercorrência, comprometendo a sua integridade física.

### **4.3. PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS**

Num primeiro momento foi agendado um horário para explicar sobre o estudo para as voluntárias, com leitura e explicação do termo de consentimento livre e esclarecido, o qual deixou claros os objetivos, justificativas e procedimentos do estudo (Apêndice A). Em seguida, individualmente, foi realizada uma anamnese com dados de identificação (Apêndice B).

---

Após consentir e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido, foram agendados os horários da avaliação inicial (coleta de dados) com as voluntárias e também o melhor horário para realizarem o programa de treinamento. O estudo teve duração de dezesseis semanas. A densitometria óssea foi realizada em data e horário pré-agendados, na Clínica Kozma-Erechim. Para tal, os participantes do estudo tiveram de aceitar se deslocar até os locais propostos, recebendo o valor da passagem para o deslocamento da cidade de Barão de Cotegipe para Erechim.

Em outra data os sujeitos foram instruídos a respeito dos procedimentos para a coleta de sangue e o comparecimento ao Laboratório Labvita da cidade de Barão de Cotegipe para a coleta de sangue. Após, esse material foi encaminhado para o Laboratório de Passo Fundo (UPF/ICB), para a realização da análise da Fosfatase Alcalina, Fosfatase Alcalina Óssea, Fosfatase Ácida e Fosfatase Ácida Tartarato Resistente. O material foi utilizado somente para a dosagem desses marcadores de remodelação óssea. O material foi mantido em temperatura adequada até a dosagem dos marcadores de remodelação óssea.

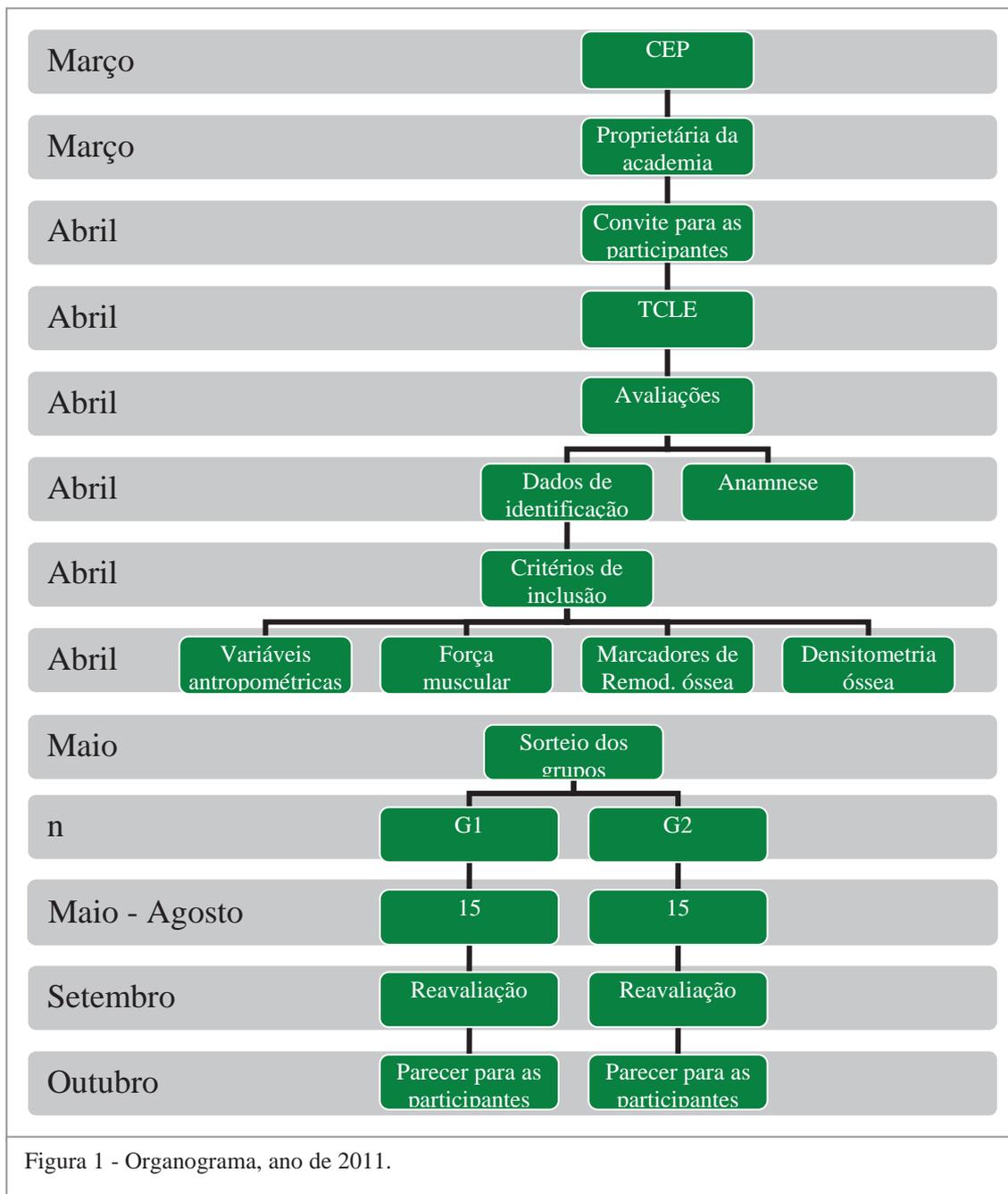
Para a realização das avaliações, nas dependências do Centro de Atividade Física By Fitness, foi solicitada autorização à proprietária da unidade (Apêndice C), informando os objetivos e procedimentos pertinentes ao estudo.

Para o início do programa de treinamento, as participantes foram separadas em dois grupos: grupo de treinamento com mini-trampolim na água (G1) que realizou o treinamento em mini-trampolins em meio aquático duas vezes por semana; o grupo de treinamento em mini-trampolim no solo (G2) que realizou treinamento com mini-trampolins no solo duas vezes por semana.

A fim de se utilizar a mesma metodologia de condução do programa de treinamento para ambos os grupos cada sessão foi supervisionada e monitorada pela pesquisadora.

Este estudo foi desenvolvido de maio a agosto de 2011; no período que antecedeu esta data foram realizadas as avaliações e, setembro, as reavaliações. Os contatos com as participantes ocorreram em março e abril de 2011.

Segue abaixo o organograma contendo os procedimentos de coleta dos dados (Figura 1).



## 4.3.1. AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS (%G, MCM, RCQ E IMC)

Para mensuração da %G e MCM das voluntárias, utilizou-se o protocolo proposto por Jackson e Pollock (POLLOCK e WILMORE, 1993) para mulheres, que utiliza os valores de três dobras cutâneas (tríceps, supra-ílica e coxa) a fim de determinar a densidade corporal. A fórmula de Siri foi utilizada para a obtenção do %G das participantes do estudo.

- Fórmula de Jackson e Pollock para Mulheres

$$Dens: 1,0994921 - [ 0,0009929 (x1) ] + [ 0,0000023 (x1)^2 ] - [ 0,0001392 (x2) ]$$

Onde:

x1 – somatório das dobras cutâneas: tríceps, supra-ílica e coxa

x2 – idade em anos

- Equação de Siri:

$$\%G: - [ ( 4,95 \div Dens ) - 4,50 ] x 100$$

Onde:

Dens: valor encontrado através da equação de Jackson e Pollock.

O valor de MCM foi obtido por meio da fórmula:

$$PG: \frac{\%G \times Peso}{100}$$

$$MCM: Peso - PG$$

100

Onde:

PG: peso de gordura (em Kg)

Peso em Kg

MCM: peso em Kg

As dobras cutâneas foram marcadas com lápis dermográfico, sempre do lado direito do corpo, sendo realizadas no mínimo três medidas de cada dobra em ordem alternada (GUEDES; GUEDES, 2006).

Para a avaliação das dobras cutâneas foi utilizado um adipômetro científico da marca Cescorf, com resolução de 0,01.

A RCQ foi mensurada através de uma fita métrica flexível que permitiu aplicar pressão constante sobre a superfície da pele durante toda a medição. O perímetro de cintura foi realizado no plano horizontal, na distância média entre a última costela e a crista-ilíaca. Essa medida foi obtida ao final de uma expiração normal. O perímetro do quadril foi determinado no plano horizontal, no nível de maior protuberância dos glúteos (GUEDES; GUEDES, 2006). O índice da RCQ foi obtido através da divisão da medida da cintura pela medida do quadril.

RCQ: Perímetro da Cintura

Perímetro do Quadril

O índice de massa corporal (IMC), ou índice de Quetelet, foi utilizado para aferir o peso da avaliada em relação à sua altura, sendo calculado por meio da divisão do peso corporal, em quilos, pela estatura, em metros quadrados (peso/estatura<sup>2</sup>). Após calculado o IMC, os resultados foram classificados segundo a OMS (2003) (Figura 1).

Classificação	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Riscos associados à saúde
Abaixo do peso	< 18,5	Baixo
<b>Faixa normal</b>	<b>18,5 -24,9</b>	Médio
<b>Sobrepeso</b>	<b>25 ou maior</b>	
<b>Pré-obeso</b>	<b>25-29,5</b>	Aumentado
Obeso classe I	30-34,9	Moderadamente
Obeso classe II	35-39,9	Severamente
Obeso classe III	40 >	Muito severo
Fonte: OMS(2003)		
Figura 2 – Classificação de adultos pelo IMC.		

#### 4.3.2. AVALIAÇÃO DA FORÇA MÁXIMA E SUBMÁXIMA

Neste teste as voluntárias deveriam realizar uma repetição máxima no exercício de agachamento.

Este protocolo iniciou com um breve aquecimento de 5 a 10 repetições, com peso leve (40% a 60% da estimativa de 1RM). Deu-se 1 min de intervalo com um breve alongamento (UCHIDA *et al.*, 2003).

Em seguida aconteceu mais um aquecimento de 3 a 5 repetições com peso moderado (60% a 80% da estimativa de 1RM). Deu-se então 2 min de intervalo.

Estimou-se um peso próximo do máximo, com o qual a voluntária podia completar de 2 a 3 repetições, adicionando para membros inferiores de 14kg a 18Kg. Fez-se um intervalo de 3 a 5 min.

Aumentava-se novamente o peso, conforme descrito no parágrafo anterior, para realizar a primeira tentativa de determinação de força máxima. Caso a voluntária fizesse com sucesso essa tentativa, realizava-se o intervalo de 3 a 5 min e aumentava a carga novamente. As tentativas eram de no máximo três (MARINS; GIANNICHI, 2003), com os intervalos devidos. Se necessário, diminuía-se o peso até que a voluntária conseguisse completar 1RM.

---

Para a mensuração da força submáxima foi realizado o teste de 20 RMs, indicado por Marins e Giannichi (2003), no exercício de agachamento.

Este teste iniciou com um breve aquecimento e alongamento. Feito isso, foi colocada uma carga para a execução do agachamento, estimando-se o peso para que a voluntária realizasse o movimento.

Neste teste quando o peso escolhido for suficiente, a voluntária realiza a tarefa com alguma dificuldade somente nas últimas repetições. Se a carga imposta for leve, a tarefa é executada com extrema facilidade, sendo necessário aumentar a carga. Porém se a carga estiver em excesso, haverá uma dificuldade na realização do movimento.

Se não foi possível atingir a carga ideal na primeira tentativa, deu-se um descanso de 3 a 5 min para ser aplicado novamente o teste.

Os testes de 1 RM e 20 RM foram realizados em diferentes datas, com intervalo de 48 horas entre os testes.

#### 4.3.3. AVALIAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA (DENSITOMETRIA ÓSSEA)

Para a coleta de dados de densidade mineral óssea foi utilizado o aparelho densitômetro Lunar Excellence in Imaging DPX XRay Bone Densitometer with SmartScan Version 4.7e. O estudo escanométrico é realizado com base na aquisição por varredura do coeficiente de absorção de raios-x nas regiões lombar e do quadril e representado graficamente. Na região lombar são analisados os coeficientes de absorção da radiação x na coluna vertebral nos níveis de L1, L2, L3 e L4. No quadril são analisadas as regiões do colo do fêmur, triângulo de wards, da porção trocântérica correspondente e a análise total destas áreas. O coeficiente de absorção do raio-x é indicado com o índice de BMD ( Bone Mineral Densit), em gramas por centímetro quadrado da superfície óssea e expressos em níveis que vão de 0 a 1, estes dados são comparados com o percentual de absorção em um adulto jovem e da média de pacientes desta idade, considerando-se os respectivos desvio padrão ( T-Score e Z-Score).

---

A avaliação destes dados é realizada com base na idade, sexo, peso em quilos do avaliado, altura em gramas, etnia (caucasianos e não caucasianos), assim como, valores específicos de parametrização do sistema de densitometria. Além disso, são utilizados parâmetros específicos de colimação da fonte de radiação, tamanho da amostra, altura e largura estudada em milímetros, assim como, o grau de angulação da fonte de raio-x a corrente elétrica em microamperes. Estes dados são avaliados por um sistema de computação e então expressos em tabela própria e com gráficos específicos. Com base nestes dados é emitido o laudo radiológico de densitometria óssea seguindo os parâmetros do Colégio Brasileiro de Radiologia e Sociedade Brasileira de Densitometria Óssea (BRANDÃO *et al.*, 2009).

#### 4.3.4. AVALIAÇÃO DA REMODELAÇÃO ÓSSEA (MARCADORES ÓSSEOS)

A dosagem de fosfatase alcalina foi realizada com o reagente *Fosfatase alcalina cinética (Labtest Diagnostica) pelo princípio Colorimétrico* (Bowers e Mc Comb modificado); De cada amostra procedeu-se duas dosagens: a primeira, após incubação a 37°C durante dez minutos, fornecia a atividade total da fosfatase alcalina plasmática; a segunda, após incubação a 56°C durante cinco minutos, fornecia a atividade de fosfatase alcalina plasmática termoestável.

Para determinação da fosfatase ácida utilizou-se o reagente da marca Labtest Diagnóstica pelo princípio Colorimétrico (Roy modificado) conforme especificações do fabricante.

A Fosfatase ácida Tartarato Resistente foi determinada espectrofotometricamente usando 4-nitrofelinil fosfato como substrato (10mM) em tampão acetato (acetato sódico 50mM; tartarato sódico 10mM, pH 2,8; 37°C, 60 min incubação). A reação foi interrompida com a adição de 5 ml de NaOH 0,1M. A absorvância foi medida em 410nm.

Todos testes foram calibrados com o *soro controle Qualitrol (Labtest Diagnóstica)*.

Todas as análises espectrofotométricas foram determinadas em um espectrofotômetro semi-automatizado Biosystem BTS-350).

#### 4.3.5. TREINAMENTO COM MINI-TRAMPOLIM NA ÁGUA E NO SOLO

As voluntárias realizaram 16 semanas de treinamento com mini-trapolim no solo e no meio aquático. O programa de treinamento foi composto por um macrociclo dividido em quatro mesociclos, cada um contendo quatro microciclos, totalizando ao final 32 sessões de treinamento. Cada microciclo foi composto por duas sessões de treinamento de 45 minutos. Cada sessão de treinamento de 45 minutos foi dividida da seguinte forma: 05 minutos aquecimento articular, 30 minutos de trabalho aeróbio e 10 minutos de volta a calma/relaxamento.

Para o controle da intensidade foi realizada a aferição da FC ao final de cada bloco. Para o grupo com mini-trapolim no meio aquático (G1), mostrou-se a escala de BORG, que indica o valor correspondente à percepção subjetiva do esforço (Figura 3).

Classificação	Escala de 0-10 pontos
0	Absolutamente nada
0,5	Muitíssimo leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderado
4	Um pouco pesado
5	Pesado
6	
7	Muito pesado
8	
9	Muitíssimo pesado
10	Máximo
<i>Fonte: Ghorayeb e Dioguardi (2007)</i>	
Figura 3 – Escala de Borg.	

Os exercícios foram organizados em dois blocos, sendo que cada bloco foi composto por cinco exercícios, modificando-os a cada minuto. Os exercícios foram os mesmos, tanto para grupo de treinamento em água, como no solo. Segue abaixo a descrição dos exercícios utilizados.

#### 4.3.5.1. Exercícios do Bloco 1

- Corrida estacionária, braços em oposição às pernas.



- Saltando, realizando abdução e adução dos membros inferiores com joelhos semi-flexionados, braços abrindo e fechando na altura da cicatriz umbilical.



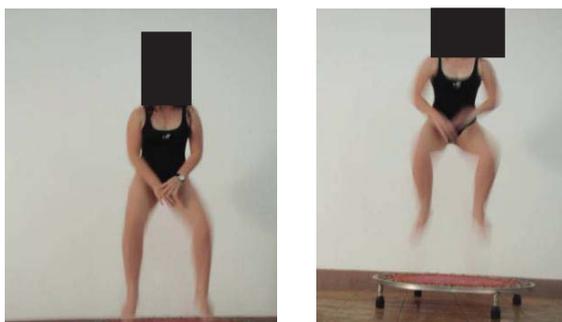
- Chute Frontal, braços em oposição às pernas.



- 
- Saltando, pernas realizando afastamento ântero-posterior, braços em oposição às pernas.



- Sapinho, os dois joelhos simultaneamente sobem num salto, com as mãos empurrando para baixo, entre os joelhos afastados.



#### 4.3.5.2. Exercícios do BLOCO 2

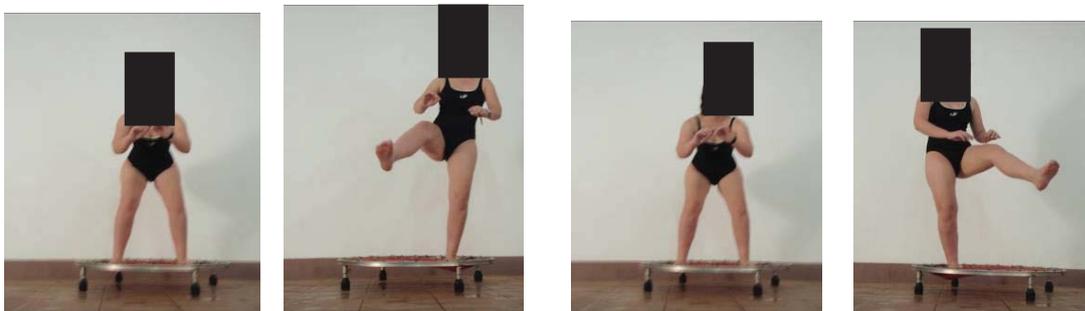
- Corrida estacionária, com braços em oposição às pernas, com um leve giro do tronco, fazendo cotovelo e joelho contrário aproximarem-se.



- Chute para trás, com flexão-extensão de quadril e joelhos, tronco inclinado à frente, braços empurrando e puxando simultaneamente.



- Agachamento: chuta perna direita e agacha, chuta perna esquerda e agacha.



- Sapinho, idem ao bloco anterior



- Chute lateral com as mãos empurrando à frente.



Esses exercícios foram realizados mantendo a FC na zona de treinamento pré-determinada. Para as voluntárias que praticaram o treinamento com o mini-trampolim no solo (G2), a determinação da FC de treinamento foi realizada através da fórmula proposta por Karvonen (1957).

$$FC_{\text{treinamento}} : (\text{Intensidade de treinamento} \times FC_{\text{res}}) + FC_{\text{rep}}$$

100

Sendo:

$$FC_{\text{res}}: (220 - \text{idade} - FC_{\text{rep}})$$

No ambiente aquático (G1), a determinação da FC de treinamento foi realizada por meio da fórmula proposta por Graef e Kruehl (2006), levando em conta a bradicardia.

$$FC_{\text{treinamento}} : (\text{Intensidade de treinamento} \times FC_{\text{res}}) + FC_{\text{rep}}$$

100

Sendo:

$$FC_{\text{res}}: (220 - \text{idade} - (FC_{\text{rep}} \text{ dentro da água} - FC_{\text{imersão}}))$$

Na Figura 4, apresenta-se o esquema da periodização do presente estudo.

<b>Mesociclos</b>	<b>Semanas</b>	<b>Intensidade</b>
1º Mesociclo	1 – 4	55 a 65% FC <sub>res</sub>
2º Mesociclo	5 – 8	65 a 75% FC <sub>res</sub>
3º Mesociclo	9 – 12	75 a 85% FC <sub>res</sub>
4º Mesociclo	12 – 16	85 a 90% FC <sub>res</sub>
Figura 4 – Periodização das dezesseis semanas de treinamento.		

#### 4.4. ANÁLISE DOS DADOS

A fim de atender aos objetivos propostos para o estudo, as informações coletadas foram tratadas estatisticamente mediante o uso do pacote computadorizado Statistic for Windows SPSS 17.0, adotando-se o seguinte procedimento: para verificar a normalidade dos dados foi realizado o Teste Shapiro-Wilk e a fim de se comparar o comportamento das variáveis antropométricas, densidade mineral óssea e marcadores de remodelação óssea foram utilizados os testes não paramétricos de Wilcoxon, para amostras dependentes, e de Mann-Whitney para amostras independentes, ambos ao nível de significância de 5%.

#### 4.5. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Esta pesquisa observou as diretrizes da resolução 196/1996 do Conselho Nacional da Saúde de Ministério da Saúde e foi encaminhada ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Passo Fundo para apreciação e aprovação, sob o número 0037.0.398.000-11, atendendo aos seguintes aspectos éticos:

- da unidade: este projeto de pesquisa foi encaminhado para a proprietária do Centro de Atividade Física By Fitness, solicitando autorização para o seu desenvolvimento (Apêndices C);

- dos participantes: por meio do termo de consentimento livre e esclarecido, as participantes autorizaram sua participação voluntária na pesquisa, assegurando-lhes o direito de retirarem o consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem nenhuma penalização ou prejuízo ao seu cuidado;

- sigilo e anonimato: as participantes tiveram assegurada sua privacidade quanto aos dados de confidência da pesquisa;

- liberdade e segurança: as participantes do estudo terão liberdade de acesso aos dados do estudo em qualquer etapa da pesquisa e segurança de acesso aos resultados da pesquisa;

- benefícios: se os resultados da pesquisa puderem contribuir para a melhoria das condições de saúde da população, serão comunicados aos participantes e às autoridades sanitárias, preservando-se a imagem e auto-estima das participantes da pesquisa.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra foi composta por 27 participantes que atenderam aos critérios de inclusão, com média de idade de  $33,9 \pm 3,3$  anos e divididas em dois grupos: G1 (n=14, média de idade de  $33,2 \pm 3,06$  anos) e G2 (n=13, média de idade de  $34,4 \pm 3,4$  anos).

### 5.1. VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS

Em relação às características antropométricas, não se verificou diferença estatisticamente significativa ao se compararem os valores de massa corporal, IMC, RCQ antes e após a realização dos diferentes programas de treinamento e, também entre os grupos. Para a variável MCM houve diferenças significativas antes e após a realização dos diferentes programas de treinamento ( $p \leq 0,05$ ), no entanto não houve alterações estatisticamente significativas entre os grupos. Para o % G houve redução significativa pré e pós- treinamento, sendo que na comparação, o G1 apresentou uma maior diminuição do pré para o pós e de um grupo para o outro ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores médios e desvio-padrão referentes às características antropométricas das participantes dos grupos G1 e G2 (G1=mini-trampolim aquático, G2=mini-trampolim no solo).

Variáveis	Grupo	Mpré + DP	Mpós + DP	p*	Diferença das médias(G1 x G2)	p**
<b>Estatura (cm)</b>	G1	159,5 ± 5				
	G2	163,1 ± 3,7				
<b>Peso (kg)</b>	G1	63,90 ± 8,51	63,20 ± 8,69	0,06	-0,70 ± 1,81	0,512
	G2	62,88 ± 7,04	62,68 ± 6,65	0,576	-0,20 ± 1,39	
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	G1	25,15 ± 2,79	24,86 ± 2,81	0,180	-0,29 ± 0,68	0,808
	G2	23,68 ± 2,51	23,72 ± 2,30	0,789	0,04 ± 0,53	
<b>RCQ</b>	G1	0,76 ± 0,06	0,74 ± 0,05	0,180	-0,01 ± 0,04	0,808
	G2	0,75 ± 0,07	0,75 ± 0,06	0,789	-0,01 ± 0,05	
<b>MCM (kg/m<sup>2</sup>)</b>	G1	39,98 ± 2,64	41,33 ± 3,64	0,018*	1,35 ± 2,16	0,089
	G2	41,87 ± 4,57	42,72 ± 4,48	0,005*	0,85 ± 0,76	
<b>% G</b>	G1	36,81 ± 5,63	33,40 ± 5,31	0,001*	-3,41 ± 2,25	0,003*
	G2	32,92 ± 6,61	31,69 ± 6,33	0,007*	-1,23 ± 1,26	

\* Wilcoxon; \*\* Mann-Whitney

\* $p \leq 0,05$ ; IMC = índice de massa corporal; RCQ = relação cintura-quadril; MCM = massa corporal magra; %G = percentual de gordura.

Conforme Alonso *et al.* (2005) o treinamento durante 16 semanas, pré-coreografados, controlado por batidas por minuto (bpm), 3 sessões semanais em mini-trampolim em solo, com 26 mulheres, entre 19 e 28 anos, não provocou diferenças significativas nas variáveis de %G, MCM, IMC e RCQ, o que contraria o presente estudo para as variáveis MCM e %G. Possivelmente isso se deve ao tipo de treinamento aplicado, com estrutura fixa de aula, sem evolução da intensidade do exercício ao longo do tempo, apenas durante a sessão.

Anjos *et al.* (2006), compararam dados antropométricos, índice de massa corporal e relação circunferência cintura-quadril em um treinamento com mini-

---

trampolim no solo e na água, com 80 mulheres entre 20 e 35 anos, três sessões semanais e macrociclo de 16 semanas. Constataram redução do IMC em ambos os grupos. Os valores de RCQ reduziram-se nas que se exercitaram no meio aquático, aumentando nas demais, contrariando os valores do presente estudo. Cabe destacar que, no estudo de Anjos *et al.* (2006), o incremento ao treinamento acontecia com o aumento dos bpm musicais, diferente do que aconteceu no presente estudo, onde o aumento da intensidade ocorreu pelo aumento do % da FC a cada mesociclo.

Com treinamento idêntico do estudo de Anjos *et al.* (2006), e amostra semelhante ao presente estudo, Alonso *et al.* (2007), avaliaram 46 mulheres sedentárias, entre 19 e 35 anos de idade, com objetivo de observar as variações de composição corporal (porcentagem de gordura, massa corporal, índice de massa corpórea, densidade corporal, perímetros de cintura pélvica e quadril e suas relações) em exercícios no mini-trampolim em solo e na água com 16 semanas de duração, três vezes semanais, com 45 minutos. Não se obtiveram diferenças estatísticas importantes entre os valores registrados nos dois momentos.

Tanto o presente estudo, quanto os estudos Alonso *et al.* (2005), Anjos *et al.* (2006) e Alonso *et al.* (2007), podem ter sofrido influência da periodização adotada pelos resultados obtidos, na qual as voluntárias aumentavam a intensidade e velocidade dos movimentos.

Com intensidade de treinamento e amostra similares ao do presente estudo, Tomassoni *et al.* (1985), verificaram os efeitos do mini-trampolim em solo, em 21 mulheres sedentárias, com idade entre 18 e 28 anos, totalizando oito semanas, com três sessões semanais, progressão de 30-40 minutos por sessão e intensidade de 75-80% da  $FC_{max}$ , sem controle da dieta. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas intra e intergrupos no peso e %G, após o treinamento. O presente estudo teve um período maior de treinamento, podendo ser uma justificativa à obtenção de diferenças significativas observadas na MCM e %G.

Em estudo relatado por White (1980), o autor analisou os efeitos do treinamento em bicicleta ergométrica, esteira rolante e mini-trampolim, durante 10

---

semanas com 60 mulheres sedentárias e com sobrepeso, utilizando como intensidade 150bpm. Neste estudo foi observado um decréscimo de 12,8% no percentual de gordura. Quando comparados entre si, o mini-trapolim, a esteira rolante e a bicicleta ergométrica, o % G não apresentou diferença significativa.

O confronto da atividade aeróbia de mesma intensidade no ambiente aquático e no solo revelou que os indivíduos praticantes de hidroginástica diminuíram 2% de gordura corporal, enquanto os que realizaram exercícios no solo perderam 1,1% (BAUM, 2000).

Conforme Bocalini *et al.*(2009), investigando a densidade mineral óssea em mulheres pós menopáusicas durante 24 semanas de treinamento de força, três sessões por semana, também observaram diferenças significativas no peso corporal, IMC e %G.

Rhodes *et al.*(2000), verificaram a força muscular e a DMO em 44 mulheres idosas divididas em grupo controle e grupo de treinamento. O treinamento resistido foi realizado em circuito com três séries de oito repetições a 75% de 1RM, com 44, durante 52 semanas. O treinamento não proporcionou alterações significativas entre os grupos no peso corporal e na RCQ.

## 5.2. FORÇA DE MEMBROS INFERIORES

Durante o período de treinamento de dezesseis semanas, pode-se verificar aumento significativo para o Teste de 1RM pré e pós-treinamento (avaliação intra-grupos). O mesmo ocorreu com o Teste de 20 RM para o G1 e G2, no entanto na comparação entre os grupos para 1 RM e 20 RM, não houve diferenças significativas, com valores ilustrados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores médios e desvio-padrão das variáveis 1 RM e 20 RM das participantes dos grupos G1 e G2 (G1=mini-trapolim aquático, G2=mini-trapolim no solo).

Variáveis	Grupo	Mpré + DP	Mpós + DP	p*	Diferença das médias(G1 x G2)	p**
<b>1 RM</b>	G1	86,00 ± 31,78	109,29 ± 40,38	0,001*	23,29 ± 15,05	0,081
	G2	71,23 ± 10,12	85,08 ± 12,69	0,002*	13,85 ± 6,77	
<b>20 RM</b>	G1	54,07 ± 23,33	71,50 ± 26,98	0,001*	17,43 ± 8,20	0,099
	G2	42,46 ± 10,32	54,92 ± 14,22	0,002*	12,46 ± 7,53	

\* Wilcoxon; \*\* Mann-Whitney

\* $p \leq 0,05$ ; RM = repetição máxima.

Na literatura disponível encontram-se poucos estudos analisando o desenvolvimento da força em meio líquido, porém, mesmo apresentando metodologias e amostras diferentes, é possível observar resultados semelhantes.

Cardoso *et al.* (2004) investigaram 35 mulheres com idade entre 35 e 75 anos durante 12 semanas, e encontraram aumentos significativos em força muscular com um percentual médio na musculatura de adutores do quadril de 11,62%.

Corroborando com os resultados do presente estudo e de Cardoso *et al.* (2004), Muller (2002), ao investigar 27 idosas divididas em três grupos, hidroginástica tradicional, grupo controle e grupo com treinamento de hidroginástica com ênfase em força, encontrou um aumento significativo no pós teste de 1 RM, somente no grupo com trabalho periodizado para força. Embora no presente estudo tenha sido analisado membros inferiores como um todo, os percentuais de aumento de força foram significativamente maiores, indicando possivelmente a eficiência da periodização e da superioridade do tempo de duração da presente pesquisa que foi de 16 semanas, enquanto que os outros estudos foram de 12 semanas.

Investigação realizada por Poyohonen *et al.* (2002), através do treinamento de força em hidroginástica, com uma amostra de 24 mulheres entre 30 a 40 anos, divididas em grupo de treinamento e grupo controle com uma progressão de intensidade feita através de equipamentos resistivos e aumento no número de séries e repetições. Os

---

resultados encontrados foram significativamente maiores no pós-teste para os torques isométricos e isocinéticos. A musculatura extensora do joelho aumentou o torque isométrico em 8,28% e em torque isocinético de 6,38 a 7,41%. Os flexores de joelho, aumentaram os torques isocinético de 8 a 13,20%, enquanto que o torque isométrico aumentou 10,97%. Os autores sugerem que estes aumentos foram uma consequência do aumento da resistência oferecida pela água, provindas principalmente do aumento da velocidade do movimento e da superfície da área projetada.

Leite *et al.* (2009) em seu estudo com mini-trampolim dentro da água realizado em mulheres sedentárias, com idade entre 20 a 35 anos, durante 16 semanas, com três sessões semanais de 45 minutos cada uma, com alteração progressiva da velocidade no ritmo da música, variando de 136 à 142 bpm, analisaram a resistência muscular localizada (RML) de membros inferiores. Os valores de RML de membros inferiores aumentaram em 12%. Uma das justificativas de Leite *et al.* (2009) que correspondem aos resultados do presente estudo para força de membros inferiores é que o exercício realizado no mini-trampolim tem uma exigência constante dos membros inferiores.

Conforme Bocalini *et al.* (2009), em um treinamento de força durante 24 semanas, com mulheres pós-menopáusicas foi possível constatar aumento de 39% para membros inferiores no teste de 1 RM. Kerr *et al.* (1996) examinaram a massa óssea através do treinamento resistido progressivo em um ano com 56 mulheres pós menopáusicas, divididas em dois grupos: treinamento de força (3x8RM) e treinamento de resistência (3x20 RM). Por meio da análise dos dados os autores relataram que, para alcançar resultados significativos quanto para minimizar a perda óssea em mulheres na pós-menopausa, seria necessário exercitar-se com cargas progressivas de treinamento resistido durante pelo menos 12 meses. Nesse estudo houve alteração significativa no teste de 1 RM para ambos grupos. Contrariando ao relatado por Kerr *et al.* (1996), os pesquisadores Vincent e Braith (2002), verificaram que seis meses de treinamento de força a 80% de foi suficiente para promover aumentos no teste de 1RM, assim como o presente estudo mostrou-se eficiente nos resultados com quatros meses de treinamento.

Demonstrando a superioridade de um treinamento periodizado, assim como a presente pesquisa, Tormen (2007) realizou um treinamento em hidroginástica com 35

---

mulheres pré-menopáusicas e saudáveis, num macrociclo de 20 semanas, com 2 sessões semanais. Essa amostra foi dividida em 2 grupos e o treinamento em duas fases. Na primeira fase, os dois grupos tiveram o mesmo tipo de treinamento, sendo avaliado força de extensores de joelho. Após, um grupo realizou destreino de 20 semanas, e outro praticou hidroginástica sem periodização. Após essas 20 semanas, o grupo que passou pelo processo do destreino, retornou aos níveis verificados antes do início do treinamento. O grupo, que realizou hidroginástica convencional também reduziu a força adquirida em extensores de joelho, porém não chegando aos níveis iniciais de treinamento. Esse estudo mostra que, um programa de hidroginástica não periodizado, apresenta dificuldades de manter os ganhos obtidos com um treinamento adequado.

Observa-se nos dois estudos, tanto no de Tormen (2007), quanto no de Pöyhönen *et al.* (2002) que foram utilizadas variações na intensidade e volume do treinamento, para o alcance dos objetivos propostos. Vários estudos realizados nos últimos anos chegaram à conclusão que, em uma periodização em hidroginástica, a intensidade do treinamento se dá através da velocidade de execução dos movimentos na água, enquanto que o volume do treinamento é determinado pelo tempo de execução desses movimentos (KRUEL *et al.*, 2002; PÖYHÖNEN *et al.*, 2002; TORMEN, 2007 e PINTO *et al.*, 2008). Em nosso estudo, o volume permaneceu inalterado, porém foi manipulado através dos mesociclos a intensidade que as voluntárias realizavam as aulas, visto que as mesmas deveriam manter a FC numa zona de treinamento pré estabelecida que foi alterada a cada mesociclo a fim de se incrementar a carga de trabalho dentro do programa de treinamento.

## 5.3. DENSITOMETRIA ÓSSEA

Os resultados referentes à DMO lombar e DMO do colo do fêmur estão ilustradas na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores médios e desvio-padrão da DMO lombar e do colo do fêmur das participantes dos grupos G1 e G2 (G1=mini-trampolim aquático, G2=mini-trampolim no solo).

	<b>Gru- po</b>	<b>Mpré + DP</b>	<b>Mpós + DP</b>	<b>p*</b>	<b>Diferença das médias(G1 x G2)</b>	<b>p**</b>
<b>DMO lombar</b>	G1	1,23 ± 0,13	1,24 ± 0,11	0,158	0,008 ± 0,04	0,981
	G2	1,17 ± 0,09	1,19 ± 0,09	0,033*	0,018 ± 0,02	
<b>DMO colo do fêmur</b>	G1	1,02 ± 0,10	1,04 ± 0,10	0,005*	0,02 ± 0,02	0,662
	G2	1,00 ± 0,09	1,03 ± 0,11	0,036*	0,02 ± 0,03	

\* Wilcoxon; \*\* Mann-Whitney

\* $p \leq 0,05$ ; DMO = densidade mineral óssea.

Observando os resultados estatísticos, para a variável DMO lombar não foram observadas alterações significativas para o G1, já para o G2 os resultados mostraram uma melhora significativa. Apesar de ter sido observado uma tendência de melhora maior para o G2 (2,4 vezes maior em comparação a melhora de DMO observada no G1), não foi possível detectar diferenças significativas nos valores de DMO lombar entre os grupos. Houve alteração estatisticamente significativa na DMO do colo do fêmur tanto para o G1 quanto para o G2. Na comparação entre os grupos, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas.

A falta de protocolos bem definidos, determinando tipo, frequência, intensidade e duração de exercícios específicos dificultam a escolha do programa de exercício físico para melhora ou manutenção da DMO em diferentes faixas-etárias.

Bassey *et al* (1998), compararam os efeitos de 12 meses de mini-trampolim na DMO lombar e do fêmur em mulheres pré e pós menopáusicas e comprovaram que 50 saltos seis vezes semanais foi capaz de aumentar a DMO nas mulheres pré

---

menopáusicas. Uma possível justificativa que corrobora com o presente estudo é que os efeitos dos exercícios com sobrecarga no osso são locais-específicos, sendo verificado através dos resultados principalmente no aumento da DMO no colo do fêmur (LAYNE; NELSON, 1999).

Após um ano de treinamento resistido, Rhodes *et al.*(2000) promoveram aumentos significativos na DMO de mulheres idosas após um ano. Depois de dois anos de treinamento de força com mulheres pós menopausadas, Bocalini *et al* (2009), concluíram que a desmineralização foi maior no grupo de voluntários que não participaram do treinamento.

Vincent e Braith (2002), examinaram o efeito de seis meses de treinamento resistido de baixa e alta intensidade sobre a DMO e marcadores bioquímicos de remodelação óssea em indivíduos com idade entre 60 e 83 anos, com aumento na DMO do colo do fêmur.

Indo ao encontro dos resultados da presente pesquisa, alguns estudos com resultados positivos na DMO, sugerem que o local onde é aplicado maior peso apresenta maiores valores (LAYNE; NELSON, 1999).

Exercícios com impacto como caminhada, saltos, corridas e exercícios resistidos são muito utilizados para prevenção da perda óssea. No entanto, poucos são os estudos que relatam os efeitos do treinamento em meio líquido na manutenção ou ganho da massa óssea em mulheres.

Bálsamo (2002), sugere que atividades aquáticas são relevantes no ganho da massa óssea. Tsukahara *et al.*(1994), comprovaram aumento da DMO lombar no grupo de 35 japonesas pós-menopáusicas que realizavam atividades aquáticas, em comparação com as que tinham iniciado as atividades e um decréscimo de 1% no grupo controle. Estes resultados sugerem que a participação constante em programas de exercícios realizados no meio aquático é um fator importante na prevenção da perda óssea. No presente estudo, a DMO do colo do fêmur apresentou melhora significativa entre o pré e pós teste no G1, podendo ser justificado provavelmente, pela resistência imposta pelo meio aquático.

---

Entretanto, tem sido reportado que alguns programas de treinamento não foram capazes de provocar efeitos sobre a formação e reabsorção óssea. No estudo de Menkes *et al.* (1993) com o objetivo de determinar os efeitos do treinamento de força sobre a densidade mineral óssea e remodelação óssea, os autores investigaram 18 homens com idade média de  $59 \pm 2$  anos antes e após 16 semanas de treinamento através da densitometria óssea e marcadores de remodelação óssea. Os resultados demonstraram que não houve alterações significativas na DMO analisada pela densitometria óssea.

Kemper *et al.* (2009), com objetivo de comparar os efeitos da natação com o treinamento resistido na DMO, investigaram 23 idosas com idade média de  $63,9 \pm 6,49$  anos, divididas em dois grupos: natação ( $n=13$ , FC=60/90%) e treinamento resistido ( $n=10$ , 3 séries à 80 % 1 RM), durante seis meses, três vezes por semana com duração de uma hora por sessão. Os resultados não demonstraram diferenças estatisticamente significativas para a DMO intra e intergrupos tanto na lombar quanto no colo do fêmur, mas foi observada manutenção dos valores iniciais do grupo de natação, sugerindo um efeito de prevenção na perda de massa óssea.

Alguns estudos sugerem que o treinamento resistido pode ter um importante papel na prevenção da perda e, não necessariamente, no ganho de DMO (Humphries *et al.*, 2000; Kemper *et al.*, 1994).

Nas pesquisas de Creighton *et al.* (2001), foi avaliada a DMO e marcadores de remodelação óssea em 41 atletas do sexo feminino, com idade entre 18 e 26 anos, comparando três grupos separadas por nível de impacto, sendo composto por 14 voluntárias no grupo de alto impacto (basquetebol e voleibol), 13 voluntárias no grupo de médio impacto (futebol e caminhada), 7 no grupo sem impacto (natação) e 7 no grupo controle. Os resultados concluíram que a DMO fêmur foi significativamente maior no grupo de alto impacto, e que a DMO lombar foi significativamente maior que no grupo controle.

Iwamoto *et al.*, (2001) examinaram os efeitos de um treinamento com duração de um ano acompanhado de uma fase de destreino de um ano a fim de estudar a DMO de mulheres pós-menopáusicas com osteoporose. Os resultados indicaram que com o

treinamento continuado o aumento da DMO era mantido, no entanto com o destreino esses valores voltaram a níveis iniciais que não eram significativamente diferentes do grupo controle.

Em estudo relatado por Nascimento *et al.*(2009), com o objetivo de verificar, em relação ao nível de atividade física, o quanto a composição corporal e a idade influenciam a densidade óssea de homens e mulheres, foram estudados 22 homens e 42 mulheres, com idades entre 22 e 59 anos, os quais declararam não ter conhecimento de nenhuma doença. Os resultados comprovaram que tanto homens como mulheres com nível de atividade física recomendada apresentavam maior densidade óssea e menor massa gorda. Os relatos de Iwamoto *et al.* (2001) e Nascimento *et al.* (2009) permitem concluir a importância da prática do exercício físico regular para a obtenção dos benefícios ocasionados pela atividade física.

Bravo *et al.* (1997), investigaram os efeitos de um programa de exercícios aquáticos, com 77 mulheres pós-menopáusicas com baixa DMO entre 50 e 70 anos de idade, durante 12 meses, três vezes por semana e 60 minutos por aula, verificadas através da densitometria óssea. Contrariando os resultados do presente estudo, a DMO da coluna diminuiu significativamente e na DMO do colo do fêmur não houve mudanças significativas.

Os resultados obtidos na presente pesquisa podem ser justificados pelos achados de Frost (1987), que através de um estudo piloto, concluiu que pulos na água produzem uma compressão na região lombar maior que a força ocasionada pela caminhada no chão.

Um estudo conduzido no Instituto Wingate de Israel, com mulheres pós-menopáusicas que realizavam exercícios tanto na água quanto no solo, apontou que o grupo de mulheres que se exercitou na água apresentou um aumento relevante na DMO de 1% quando comparado ao grupo do solo que apresentou um aumento somente de 0,17% (QUEIROZ, 1998).

## 5.4. MARCADORES BIOQUÍMICOS DE REMODELAÇÃO ÓSSEA

A Tabela 4 apresenta os valores referentes aos marcadores bioquímicos de remodelação óssea. Os resultados da medida da atividade da fosfatase ácida mostram aumentos estatisticamente significativos entre o pré e pós-treinamento, no entanto na comparação entre os grupos não foi observado diferenças significativas. Já para a atividade da fosfatase alcalina, os G1 e G2 sofreram diminuições estatisticamente significativas, não havendo alterações na comparação entre os grupos.

Foi também encontrado aumentos significativos na atividade da enzima fosfatase alcalina óssea tanto para o G1 como para o G2 após 16 semanas de treinamento, sem diferença estatisticamente significativa na comparação dos dois treinamentos. E por último, é possível verificar, que a atividade da fosfatase ácida tartarato-resistente (utilizada como marcador de reabsorção) sofreu aumento significativo em seus valores entre o pré e pós treinamento para o G1. O mesmo não ocorreu no G2. Verificam-se alterações estatisticamente significativas na comparação entre G1 e G2.

Tabela 4 - Valores médios e desvio-padrão dos marcadores de remodelação óssea das participantes dos grupos G1 e G2 (G1=mini-trampolim aquático, G2=mini-trampolim no solo).

Variáveis	Gru -po	Mpré + DP	Mpós + DP	p*	Diferença das médias(G1 x G2)	p**
ALP	G1	46,86 ± 8,95	21,64 ± 2,59	0,001*	-25,21 ± 8,37	0,716
	G2	49,54 ± 13,88	21,69 ± 2,90	0,002*	-27,85 ± 13,47	
ALP óssea	G1	21,93 ± 6,75	35,14 ± 9,21	0,002*	13,21 ± 9,58	0,680
	G2	27,85 ± 9,14	40,85 ± 14,90	0,017*	13,00 ± 17,54	
ACP	G1	17,07 ± 4,68	53,79 ± 12,75	0,001*	36,71 ± 14,42	0,244
	G2	18,62 ± 3,20	60,77 ± 16,11	0,002*	42,15 ± 16,72	
FTR	G1	13,86 ± 2,41	18,57 ± 2,47	0,005*	4,71 ± 3,81	0,012*
	G2	16,46 ± 3,38	17,69 ± 1,75	0,182	1,23 ± 3,37	

\* Wilcoxon; \*\* Mann-Whitney

\* $p \leq 0,05$ ; ALP = fosfatase alcalina; ALP óssea = fosfatase alcalina óssea; ACP = fosfatase ácida; FTR = fosfatase ácida tartarato resistente.

---

A utilidade dos marcadores de remodelação óssea é limitada, a variabilidade entre indivíduos é marcante e existe grande sobreposição entre os indivíduos (SEIBEL, 2005). Os marcadores de remodelação óssea são influenciados por diversos fatores como: ciclo menstrual, função renal, função hepática.

A fosfatase alcalina tem mais de 90% do seu valor correspondente às isoformas hepática e óssea, sendo que a forma óssea é predominante até a fase final do crescimento. A partir disso, a forma hepática passa a ser a mais abundante. A fosfatase alcalina é um marcador de formação, no entanto apresenta-se aumentada em distúrbios que a reabsorção apresenta-se predominante, pelo fenômeno de acoplamento entre os dois processos (VIEIRA, 1999).

A fosfatase alcalina óssea é o marcador de formação óssea mais freqüentemente utilizado. A fosfatase alcalina óssea é uma isoforma da fosfatase alcalina total, com semelhança estrutural, mas baixa reação cruzada. Apresenta vantagens em relação à fosfatase alcalina, com maior sensibilidade e não sofre influências hepáticas (Vieira, 1999). Tem sido considerada um marcador útil embora não específico da reabsorção óssea (HALLEN *et al.*, 2001)

A fosfatase ácida é encontrada primariamente na próstata e no sêmen, e em menor atividade no fígado, baço, hemácias, ossos, plaquetas e outros tecidos (CERRI *et al.*, 1999). A importância da atividade enzimática em mulheres não está clara, mas não exclui a possibilidade de um desempenho a respeito das características sexuais secundárias femininas (ZAVIACIC, 1999).

A fosfatase ácida tartarato resistente, marcador sensível de reabsorção óssea, tem seu produto liberado pelos osteoclastos ativos. Como os níveis de fosfatase ácida tartarato resistente parecem não ser afetados pela função renal, teoricamente é um marcador adequado de reabsorção óssea (SCHIELE *et al.*, 1988; SARAIVA; CASTRO, 2002).

A partir das características relatadas acima, dentre os marcadores utilizados no presente estudo, a fosfatase alcalina óssea e fosfatase ácida tartarato resistente são mais estáveis e reprodutíveis, justificando as divergências dos resultados, principalmente nos

---

marcadores de formação óssea, que ocorreu aumento significativo na fosfatase alcalina óssea e diminuição significativa na fosfatase alcalina. Através dos resultados da DMO, avaliada pelos marcadores bioquímicos ósseos, pode-se concluir que a DMO teve alterações significativas positivas no presente estudo, com aumento no marcador de formação fosfatase alcalina óssea e diminuição no marcador de reabsorção fosfatase ácida tartarato resistente, marcadores estes que revelam maior ação dos osteoblastos e osteoclastos, respectivamente, indo ao encontro aos valores da densitometria óssea. Os demais resultados podem ter sido influenciados por outros fatores já descritos, bem como pelas características específicas de cada marcador.

O uso de marcadores do metabolismo ósseo vem sendo cada vez mais utilizados para avaliar os efeitos da atividade física na remodelação óssea, com o intuito de relacionar as mudanças encontradas na DMO e a variação nas concentrações sanguíneas e urinárias desses marcadores bioquímicos (MENKES *et al.*, 1993; CREIGHTON *et al.*, 2001; HUMPHRIES *et al.*, 2000 e RYAN *et al.*, 2004), tornando-se assim um recurso dinâmico de avaliação sobre os efeitos dos exercícios quando relaciona-se à saúde óssea (CREIGHTON *et al.*, 2001). No entanto, a literatura disponível apresenta-se restrita na utilização dos marcadores em atividades aquáticas, limitando essa discussão a estudos realizados no solo.

Os resultados do estudo de Menkes *et al.* (1993) apresentaram alterações significativas na fosfatase alcalina, no entanto a investigação foi com homens, fato que diverge do presente estudo que utilizou apenas voluntárias do sexo feminino.

Em estudo relatado por Creighton *et al.* (2001), que investigou 41 mulheres entre 18 e 26 anos, verificaram que os marcadores de formação óssea apresentaram valores significativamente menores no grupo sem impacto quando comparado com os grupos de alto e médio impacto. Para os valores dos marcadores de reabsorção óssea não foram encontradas alterações significativas.

Aumento na fosfatase alcalina óssea específica em indivíduos idosos foi verificado em estudo realizado por Vincent e Braith (2002), corroborando com os achados deste estudo, no entanto com diferentes populações.

---

Diversos autores realizaram estudos com diferentes marcadores bioquímicos de remodelação óssea do presente estudo. Pruitt *et al.* (1992), em um treinamento de força por 36 semanas, Bembem *et al.* (2000), também com um treinamento de força em mulheres por 24 semanas e Ryan *et al.* (1994), numa população de homens em um treinamento de força por 16 semanas não encontraram nenhuma diferença significativa nos marcadores bioquímicos. Todos esses estudos tiveram em comum o uso da osteocalcina, com a diferença que no estudo de Pruitt *et al.* (1992) a mesma foi usada como marcador de remodelação e os outros a usaram como marcador de formação óssea, embora nenhuma diferença significativa tenha sido encontrada para os marcadores bioquímicos, sugerindo possivelmente que outros marcadores possam ser mais eficientes para indicar mudanças de remodelação óssea.

Humpries *et al.* (2000) examinaram os efeitos de 24 semanas de treinamento de força de alta intensidade e caminhada de baixa intensidade na DMO da coluna lombar em 64 mulheres idosas entre 45 e 65 anos divididas aleatoriamente em grupos de treinamento do peso (n=21), caminhadas (n=20), treinamento de peso com terapia de reposição hormonal (n=14) e caminhadas com terapia de reposição hormonal (n=9). Todos os sujeitos treinavam duas vezes por semana durante 50 minutos de caminhada ou programa de treinamento de peso (60-90% de 1 RM). Ocorreram diferenças significativas nos valores de Osteocalcina somente para o grupo da caminhada sem terapia de reposição hormonal.

Tormen (2007), observou alterações significativas no marcador de reabsorção óssea (hidroxiprolina), o que não aconteceu com o marcador de formação óssea (osteocalcina), ao analisar 35 mulheres em idade pós menopáusicas, durante 16 semanas de treinamento periodizado em hidroginástica.

Salienta-se a importância de novas investigações sobre o uso dos marcadores bioquímicos como uma avaliação do metabolismo ósseo, podendo possivelmente ser um meio mais dinâmico de se avaliar os efeitos dos exercícios neste metabolismo comparado com a densitometria óssea (CREIGHTON *et al.*, 2001). Uma das limitações que ocorre com a utilização dos marcadores, é que a resposta dos mesmos pode representar uma média de remodelação óssea corporal total (CADORE *et al.*, 2005).

Não há um marcador bioquímico de remodelação óssea confiável e utilizado como padrão ouro, no entanto, determinações seriadas e sistemáticas de um grupo de pacientes permite uma aplicabilidade satisfatória destes marcadores.

## 6. CONCLUSÃO

Neste estudo o programa de treinamento com duração de dezesseis semanas, realizado duas vezes por semana em adultas jovens, foi eficaz em proporcionar mudanças positivas na MCM, % G, força muscular e DMO tanto para o grupo que se exercitou com o mini-trampolim como para o grupo do meio aquático.

Cresce o número de pesquisas realizadas na água, a fim de verificar a eficácia deste ambiente em diferentes variáveis. No presente estudo pode-se observar que programas de exercícios no meio aquático, especificamente, no caso do uso de mini-trampolim, demonstrou ser capaz de promover melhoras nas variáveis antropométricas, força muscular, além de oferecer uma sobrecarga no tecido ósseo, estimulando a atividade osteoblástica, a fim de promover incremento da DMO. Acredita-se ser importante ressaltar que atividade no ambiente aquático reúne outros benefícios como segurança, prazer e maior facilidade na execução dos exercícios, atraindo cada vez mais indivíduos para a prática de diferentes faixas-etárias.

Os estudos relacionados às atividades aquáticas e seus benefícios ainda são controversos. Nesse sentido, são necessárias mais pesquisas para determinar os tipos e quantidades de exercícios que são necessários para otimizar as melhorias da massa óssea em mulheres.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Manual para teste de esforço e prescrição de exercício**. Rio de Janeiro: Revinter, 1996.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, Position stand on osteoporosis and exercise. Pronouncement written by Drinkwater BL, Grimston SK, Raab-Cullen DM, Snow-Harter CM. Reviewed by Dalsky GP, Heaney RP, Lloyd TA, Marcus R. **Med Sci Sports Exerc**, v. 27, n. 4, i-vii, 1995.

ALBERTON, C.L. *et al.* Efeitos do peso hidrostático na frequência cardíaca durante imersão no meio aquático. In: **Congresso Brasileiro de Ciências do esporte** (13. : 2003 Caxambu). Anais Campinas: CBCE., 2003.

ALMEIDA Jr. B.R.; RODRIGUES, R.L. Influência da atividade física e da ingestão de cálcio na osteoporose. **Motriz**, v. 3, n. 1, p.50-5, 1997.

ALONSO, P. T. *et al.* Aptidão física e qualidade de vida em mulheres jovens em exercícios no mini-trampolim. **Arquivos em Movimento**, Rio de Janeiro, v.1, n.2, p. 49-58, julho/dezembro, 2005.

ALONSO, P. T. *et al.* Composição corporal em mulheres jovens em treinamento em mini-trampolim em solo e em água com 16 semanas de duração. **Arquivos em Movimento**. Rio de Janeiro, v.3. n.1, janeiro/junho, 2007.

ALVES, R.V. *et al.* Physical fitness and elderly health effects of hydorgymnastics. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 10, n. 1, p.38-43, 2004.

ANDREOLI, A. *et al.* A. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 33, n. 4, p.507-11, 2001.

ANJOS, T. C. *et al.* Variáveis de condicionamento físico relacionado à saúde em adultas jovens submetidas a dois programas de atividade física: rebound exercise em solo e água. **Fitness & Performance Journal**, v. 5, n. 1, p.18-23, 2006.

ASTRAND, P.; RODAHL, K. **Tratado de fisiologia do exercício**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AVELLINI, B.A; SHAPIRO, Y.; PANDOLF,K.B. Cardio -respiratory physical training in water and on Land. Eur. **J.Appl. Physiol**, v. 5, p.255-263, 1983.

BABAROUTSI, E; MAGKOS, F; SIDOSSIS, Y.M. Lifestyle Factors Affecting Heel Ultrasound in Greek Females Across Different Life Stages. **Osteoporosis International**, London, v. 16, p.552-561, 2005.

BÁLSAMO, S.A. A Influência da Musculação e da Hidroginástica na Densidade Mineral Óssea. Brasília: **UCB**, p.93, 2002.

- BANDEIRA, F. *et al.* **Osteoporose**. 1 ed. Rio de Janeiro: Medsi, p. 390, 2000.
- BASSEY, E.J. *et al.* Pre- and postmenopausal women have different BMD responses to the same high-impact exercise. **J. Bone Miner. Res**, v. 13, n. 12, p.1805– 1813, 1998.
- BAUM, G. **Aquaeróbica: manual de treinamento**. São Paulo: Editora Manole, 2000.
- BEMBEN, D.A. *et al.* Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. **Med Sci Sports Exerc**, v.32, p.1949-57, 2000.
- BENELLI, P.; DITROILO, M.; DE VITTO, G. Physiological responses to Fitness Activities: A Comparison Between Land-Based and Water Aerobics Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n. 4, p.719-722, 2004.
- BHATTACHARYA, A. *et al.* Body acceleration distribution and O<sub>2</sub> uptake in humans during running and jumping. **J Appl Physiol**, v. 49, p.881-887, 1980.
- BOCALINI, D.S. *et al.* Strength Training Preserves the Bone Mineral Density of Postmenopausal Women Without Hormone Replacement Therapy. **J Aging Health**, v. 21, n. 3, p.519-527, June 1, 2009.
- BRANDÃO, C.M.A. *et al.* Posições oficiais 2008 da Sociedade Brasileira de Densitometria Clínica (SBDens). **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 53, n. 1, p.107-112, 2009.
- BRAVO, G. *et al.* A Weight-Bearing, Water-Based Exercise Program for Osteopenic Women: Its Impact on Bone, Functional Fitness, and Well-Being. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 78, p.1375-80, 1997.
- BRENTANO, M. A. *et al.* Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lawrence, In Press, 2008.
- BRUNIERA, C. A. V.; AMADIO, A. C. Análise da força de reação do solo para o andar e correr com adultos normais do sexo masculino durante a fase de apoio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 5., 1993, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, p.19-24, 1993.
- BUCHNER, D.M. Physical activity and quality of life in older adults. **Jama**. v. 277, n. 1, p.64-66, 1997.
- BURROWS, M.; NEVILL, A.M.; SIMPSON, D. Physiological factors associated with low bone mineral density in female endurance runners. **Br J Sports Med**, v. 37, p. 67-71., 2003.
- CADORE, E. L.; BRENTANO, M. A.; KRUEL, L. F. M. Efeitos da atividade física na densidade mineral óssea e na remodelação do tecido ósseo. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 6, p.373-379, 2005.

- CAMPOS, L. M. A. *et al.* Osteoporose na infância e na adolescência. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 79, n. 6, p.481-488, 2003.
- CANALI, E. S.; KRUEL, L. F. M. Respostas hormonais ao exercício. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 5, n. 2, p.141-153, jul-dez, 2001.
- CARDOSO, A S. *et al.* Effects of a deep water training program on women's muscle strength. **FIEP Bulletin**, v. 74, p.590-593, 2004.
- CASPERSEN, C.J.; POWELL, K.E.; CHRISTENSON, G.M. Physical activity, exercise and physical fitness: definition and distinctions for health-related research. **Public Health Reports**, v. 100, n. 2, p. 126-131, 1985.
- CARVALHO FILHO, E. T. **Fisiologia do Envelhecimento**. In: PAPALÉO NETTO, Matheus. Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada. São Paulo: Editora Atheneu, p. 60-70, 2005.
- CASSADY, S.L.; NIELSEN, D.H. Cardiorespiratory Responses of Healthy Subjects to calisthenics Performed on Land versus in Water. **Phys.Ther**, v. 75, p.532-538, 1992.
- CERRI, L.M.O. *et al.* **Ultra-sonografia de próstata**. 1 st edn, v. 1. São Paulo: Sarvier, 1999.
- CHROMIAK, J.A.; MULVANEY, D.R. A review: the effects of combined strength and endurance training on strength development. **J. Appl. Sport Sci. Res**, v.4, p.55-60, 1990.
- COUPLAND, C.A.C. *et al.* Habitual physical activity and bone mineral density in postmenopausal women in England. **Int J Epidemiol**, v. 28, p.241-6, 1999.
- COUSINS, S. O'brien. **Exercise, aging, & health: Overcoming barriers to an active old age**. Philadelphia: Brunner, 1997.
- CRAIG, A B.; DVORAK, M. Thermal regulation during water immersion. **J.Appl. Physiol**, v. 21, p.1577-1585, 1966.
- CREIGHTON, D. L. *et al.* Weightbearing exercise and markers of bone turnover in female athletes. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 90, n. 2, p.565-70, 2001.
- COURTEIX, D. *et al.* Cumulative effects of calcium supplementation and physical activity on bone accretion in premenarchal children: a double-blind randomized placebo-controlled trial. **Int J Sports Med**, New York, v. 26, n. 5, p. 332-338, June 2005.
- DALSKI, G.P. Effect of exercise on bone: permissive influence of estrogen and calcium. **Med Sci Sports Exerc**. v. 22, p.281-285, 1990.

DEITRICK, J.E.; WHEDON, G.D.; SHORR, E. Effects of immobilization upon various metabolic and physiologic functions of normal men. **Am J Med**, v. 4, n. 1, p.3-36, jan, 1948.

EGAN, E. *et al.* Bone mineral density among female sports participants. **Bone**, New York, v. 38, p.227-233, 2006.

FINKELSTEIN, I. *et al.* Comportamento da frequência cardíaca, pressão arterial e peso hidrostático de gestantes em diferentes profundidades de imersão. **Rev.Bras.Ginecol.Obstet**, v. 26, n. 9, p.685-690, 2004.

FRISCHENBRUDER, J.A.; ROSE, E.H. Osteoporose e exercício. **Revista Brasileira de Medicina Esportiva**, v. 2, n. 2, p.37-40, Abril/Junho, 1996.

FROST, H.M. Ontogenesis imperfecta: the set point proposal (a possible causative mechanism). **Clin Orthop Rel Res**, v. 216, p.280-97, 1987.

FURTADO, E.; SIMÃO, R.; LEMOS, A. Análise do consumo de oxigênio, frequência cardíaca e dispêndio energético durante as aulas do *Jump Fit*. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 10, n. 5, set/out, 2004.

GANONG, W.F. **Fisiologia Médica**. 19ªed. São Paulo: McGraw Hill Companies, 1999.

GERBERICH, S.G. *et al.* The effects of rebound exercise upon physical fitness, body composition and blood lipids. Abstract. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 15, n. 2, p.90, 1983.

GHORAYEB, N.; DIOGUARDI, G. S. **Tratado de cardiologia do exercício e do esporte**. São Paulo: Atheneu, 2007.

GINTY, F. *et al.* Positive, site specific associations between bone mineral status, fitness, and time spent at high-impact activities in 16- to 18-years-old boys. **Bone**, New York, v. 36, p.101-110, 2005.

GRIMSTON, S. K.; WILLOWS, N. D.; HANLEY, D. A. Mechanical loading regime and its relationship to bone mineral density children. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 25, n. 11, p.1203-10, 1993.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. P. **Manual prático para avaliação em Educação Física**. Barueri, SP: Manole, 2006.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

HALLEEN, J. M. *et al.* Serum tartrate-resistant acid phosphatase 5b is a specific and sensitive marker of bone resorption. **Clin. Chem. Baltimore**, v. 47, n. 3, p. 597-600, Mar. 2001.

HUGHES, V. A. *et al.* Muscle strength and body composition: associations with bone density in older subjects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 27, n. 7, p.967-74, 1995.

HOWLEY, E.; FRANKS, B. Don. **Manual do instrutor de condicionamento físico para saúde**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

HUMPRIES, B. *et al.* Effect of exercise intensity on bone density, strenght and calcium turnover in older women. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, p.1043-50, 2000.

IWAMOTO, J.; TAKEDA T.; ICHIMURA S. Effect of exercise training and detraining on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. **Journal of Orthopaedic Science**, Tokyo, v. 6, p.128–32, 2001.

KARVONEN, M.J.E.; KENTALA, M.J.E.; MUSTALA, O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. **Ann. Med. Exp. Biol. Fenn**, v. 35, n. 307, p.307-315, 1957.

KAVOURAS, S. A. *et al.* Water polo is associated with an apparent redistribution of bone mass and density from the lower to the upper limbs. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 97, n. 3, p.316-321, 2006.

KERR, D. *et al.* Exercise effects on bone mass in postmenopausal women are site-specific and load-dependent. **J Bone Miner Res**, v. 11, n. 2, p.218-25,1996.

KEMPER, C. *et al.* Efeitos da natação e do treinamento resistido na densidade mineral óssea de mulheres idosas. **Rev Bras Med Esporte**, v. 15, n. 1, Niterói Jan./fev, 2009.

KRUEL, L.F.M.; **Peso hidrostático e Frequência Cardíaca em Pessoas Submetidas a Diferentes Profundidades de Água**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1994.

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

KRUEL, L.F.M. *et al.* Frequência Cardíaca durante imersão no meio aquático. **Fitness e Performance J**, v. 1, n. 6, p.46-51, 2002.

LAYNE, J.E.; NELSON, M.E. The effects of progressive resistance training on bone density: a review. **Med Sci Sports Exerc**, v. 31, n. 1, p.25-30, 1999.

LEITE, J.P. *et al.* O efeito do exercício em mini-trampolim de solo sobre medidas de resistência muscular localizada (RML), capacidade aeróbia (VO<sub>2</sub>) e flexibilidade. **R. bras. Ci. e Mov**, v. 17, n. 4, p.41-46, 2009.

LENDZION, C.R. *et al.* Envelhecimento e qualidade de vida. **Revista Pró-saúde**, v. 1, n. 1, p.1-5, 2002.

LOPEZ, R.; SILVA ,K. Hidroginástica e osteoporose. Buenos Aires: **Revista Digital**, Ano 8, n 44, janeiro, 2002.

LUCASIN Junior, R., LIMA, W.L. Osteoporose: exercício como prevenção e tratamento. **Arscvrandi: A Revista da Clínica Médica**, p.28-36, 1994.

MADSEN, K.L.; ADAMS, W.C.; VAN LOAN, M.D. Effects of physical activity, body weight and composition, and muscular strength on bone density in young women. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n. 1, p.114-120, 1998.

MAIMOUN, L. *et al.* Testosterone is significantly reduced in endurance athletes without impact on bone mineral density. **Horm Res**, v. 59, p.285-92, 2003.

MARINS, J.C.B.; GIANNICHI, R.S. **Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático**. 3 ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

MAZZEO, R. S. *et al.* Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 6, p. 992-1008, 1998.

MENKES, A. *et al.* Strength training increases regional bone mineral density and bone remodeling in middle-aged and older men. **J.Appl. Physiol**, v. 74, n. 5, p.2478-2484, 1993.

MOREIRA, C.A. **Atividade física na maturidade**. Rio de Janeiro: Shape, 2001.

MÜLLER, F.G. *et al.* Frequência Cardíaca em homens imersos em diferentes temperaturas de água. **Rev. Port. Cienc. Desp**, v. 5, n. 3, p.266-273, 2005.

MÜLLER, F.G. **A Treinabilidade da força muscular em idosos praticantes de hidroginástica**. Dissertação (Mestrado)- Universidade do estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

NASCIMENTO, T.B.R.; GLANER, M.F.; PACCINI, M.K. Influência da composição corporal e da idade sobre a densidade óssea em relação aos níveis de atividade física. **Bras Endocrinol Metab**, v. 53, n. 4, p.440-5, 2009.

NIGG, B. M.; HERZOG, W. **Biomechanics of the muscle-skeletal system**. Chichester: John Wiley & Sons, 1994.

NELSON, M. E. *et al.* Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1435-1445, 2007.

NILSSON, B.E.; WESTLIN, N.E. Bone density in athletes. **Clin Orthop Rel Res**, v. 77, p.179-82, 1971.

NÓBREGA, L.H.C.; LIMA, J.C. Fisiologia do osso. In: BANDEIRA, F.; MACEDO, G.; CALDAS, G.; GRIZ, L.; FARIA, M. **Osteoporose**. Cap. 1 p.3-15. Rio de Janeiro. 1 ed: Medsi, 2000.

NUNES, J. F.; DUARTE, M. F.; OURIQUES, E. P. M. Relação entre força muscular e densidade mineral óssea em mulheres. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 41, n. 2, p.63-70, 2001.

PAPALÉO NETTO, M.; PONTE, J.R. Envelhecimento: desafio na transição do século. In: PAPALÉO NETTO, M. **Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada**. São Paulo: Atheneu, p.3-12, 2005.

PAPALIA, D. E.; OLDS, S. W.; FELDMAN, R. D. **Desenvolvimento Humano**. 8. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2006.

PAULO, M. N. **Ginástica Aquática**. Rio de Janeiro: Sprint, 1994.

PICANÇO, P.S.V. *et al.* Determinação da pressão arterial em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9, 1997, Porto Alegre. **Livro de Resumos**. Porto Alegre: UFRGS, p.286., 1997.

PINTO, M. V. M. *et al.* Principais benefícios relacionados aos exercícios físicos em idosos. **Lectures: Educacion física y deportes**, v. 13, n. 121, 2008.

POLLOCK, M. L.; WILMORE, J. H. **Exercícios na saúde na doença. Avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação**. 2. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1993.

PÖYHÖNEN, T. *et al.* Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. **Med.Sci.Sports Exerc**, v. 34, n. 12, p.2103-2109, 2002.

PIRES, L. A. S. **Associação da densidade mineral óssea, alimentação e atividade física, com fraturas de antebraço em meninos**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Movimento Humano) – Faculdade de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

POLLITZER, W.S.; ANDERSON, J.B. Ethnic and genetic differences in bone mass: a review with a hereditary vs environmental perspective. **Am J Clin Nutri**, v. 50, p.1244-1259, 1989.

PRUITT, L.A. *et al.* Weight training effects on bone mineral density in early postmenopausal women. **J. Bone Miner. Res**, v. 7, p.179-85, 1992.

QUEIROZ, M.V. de. **Osteoporose**. Lisboa: Editora Lidel, 1998.

ROBERGS, R.A.; ROBERTS, S.O. **Exercise Physiology: exercise, performance, and clinical applications**. Boston WCB/McGraw-Hill, 1997.

RHODES, E.C. *et al.* Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. **Br J Sports Med**, v. 34, n. 1, p. 18-22, 2000.

RYAN, A.S. *et al.* Effects on strength training on bone mineral density: hormonal and bone turnover relationships. **J.Appl. Physiol**, v. 77, n. 4, p.1678-1684, 1994.

RYAN, A.S. *et al.* Regional bone mineral density after resistive training in young and older men and women. **J Appl Physiol**, v. 14, p.16-23, 2004.

**SANTARÉM, M.J.** (2002). Bases fisiológicas do exercício na saúde, na doença e no envelhecimento. Disponível em: <http://www.saudetotal.com/musvida/bases.html>> Acesso em: 10 out. 2010.

SARAIVA, G.L.; CASTRO, M. L. Marcadores bioquímicos da remodelação óssea na prática clínica. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 46, n. 1, p.72-78, 2002.

SCHIELE, F. *et al.* Total tartrate-resistant and tartrate –inhibited acid phosphatases in serum: biological variations and reference limits. **Clin Chem**, v. 34, p.685-690, 1988.

SCHWINGEL, P.A. *et al.* Influência da Imersão sobre a pressão arterial em diferentes intensidades de exercício. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15, Porto Alegre. **Livro de Resumos**. Porto Alegre: UFRGS, p.630, 2003.

SCHÖFFL, I. *et al.* In Healthy Elderly Postmenopausal Women Variations in BMD and BMC at Various Skeletal Sites are Associated with Differences in Weight and Lean Body Mass Rather than by Variations in Habitual Physical Activity, Strength or VO<sub>2</sub>max. **Journal of Musculoskeletal Neuronal Interactions**, v. 8, n. 4, p.363-374, 2008.

SEIBEL, M.J. Biochemical markers of bone turnover: part I: biochemistry and variability. **Clin Biochem Rev**, v. 26, p.97-122, 2005.

SHEPHARD, 1994, LEITE, 1990, SILVA, 1987, In: PIRES-NETO C., GUIMARÃES F.J., **Alterações nas Características Antropométricas Induzidas pelo Envelhecimento**. Disponível em: <http://www.upe.br/corporis1/artigo1.html> Acessado em: 05 ago. 2010.

SHEPHARD, R.J.J. **Aging, physical activity, and health**. United States: Human Kinetics, 1997.

SILVA, C. C.; TEIXEIRA, A. S.; GOLDBERG, T. B. L. O esporte e suas implicações na saúde óssea de atletas adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 9, n. 6, p.426-32, 2003.

SOVA R. **Hidroginástica na terceira idade**. São Paulo: Manole, 1998.

SRÁMEK, P. *et al.* Human Physiological responses to immersion into water of different temperatures. **Eur. J. Appl. Physiol**, v. 81, p.436-442, 2000.

STEVENSON, F.H. The osteoporosis of immobilization in recumbency **J Bone Joint Surgery**, 34-B: 256, 1952.

TAKESHIMA, N. *et al.* Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. **Med Sci. Sports Exerc**, v. 33, n. 3, p. 544-551, 2002.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

THOMASSONI, T.L.; BLANCHARD, M.S.; GOLFARB, A.H. Effects of a rebound exercise training program on aerobic capacity and body composition. **The Physician and Sports Medicine**. V. 13, n. 11, p. 111-115, 1985.

TORMEN, M. L. S. **Efeitos do treinamento e destreinamento de hidroginástica no perfil lipídico e na remodelação óssea em mulheres pré-menopáusicas**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

TSUKAHARA, N. *et al.* Cross-sectional and longitudinal studies on the effect of water exercise in controlling bone loss in Japanese postmenopausal women. **J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)**, v. 40, n. 1, p.37-47, 1994.

UCHIDA, M. C. *et al.* **Manual de musculação uma abordagem teórico-prática ao treinamento de força**. São Paulo: Phorte, 2003.

VIEIRA, J. G. Considerações sobre os marcadores bioquímicos do metabolismo ósseo e sua utilidade prática. **Arq Bras Endocrinol Metabol**, v. 43, p.415-22, 1999.

VINCENT, K. R.; BRAITH, R. W. Resistance training and bone turnover in elderly men and women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 1, p.17-23, 2002.

ZAVIACIC, M. **The human female prostate – From vestigial skene’s paraurethral glands and ducts to woman’s functional prostate**. 1 st edn, vol 1. SAP-Slovak Academic Press, Bratislava, Slovakia., 1999.

ZIMMERMAN, C.L. ; SMIDT, G.L. ; BROOKS, J.S. Relationship of extremity muscle torque and bone density in postmenopausal women. **Phys Ther**, v. 70, p.302-309, 1990.

WARREN, M. *et al.* Strength Training Effects on Bone Mineral Content and Density in Premenopausal Women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, p.1282-1288, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis**. WHO Technical Report Series, 843. Génève: WHO, 1994.

WHITE, J.R. Changes following ten weeks of exercise using a minitrampoline in overweight women. Abstract. **Medicine and Science in Sports Medicine**, v. 12, n. 2, p.103-107, 1980.

WILBER, R.L.; MOFFATT, R.J. Physiological and biochemical consequences of detraining in aerobically trained individuals. **Journal of Strength and Cond. Res**, v. 8, n. 2, p.110-124, 1994.

WINETT, R.A.; CARPINELLI, R.N. Potential health-related benefits of resistance training. Potential health-related benefits of resistance training. **Prev Med**, v. 33, n. 5, p.503-13, 2001.

## APÊNDICES

Apêndice A. Termo de consentimento livre e esclarecido

## Termo de consentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidada a participar da pesquisa intitulada **“Efeitos do treinamento com mini-trampolim realizado na água e no solo sobre as variáveis antropométricas, densidade mineral óssea e marcadores de remodelação óssea em adultas jovens”**. O objetivo principal é avaliar os efeitos de um programa de treinamento com mini-trampolim no meio aquático e no solo sobre a densidade mineral óssea em mulheres jovens. Este estudo tem por finalidade verificar se o treinamento com mini-trampolim na água e no solo não interfere no aumento ou manutenção da densidade mineral óssea em mulheres adultas jovens.

Para tal, em data e horário pré-agendados serão realizadas, nas dependências do Centro de Atividades Física By Fitness-Barão de Cotegipe, as avaliações da força muscular. A densitometria óssea será realizada na Clínica-Kozma em Erechim-RS com data e horário pré-agendados. Você receberá o valor em dinheiro para o deslocamento até Erechim. A coleta de sangue será realizada no Laboratório Lavita de Barão de Cotegipe, com data e horário pré-agendados para dosagem dos marcadores de formação e reabsorção óssea. O programa de treinamento será num período de dezesseis semanas, onde envolverá treinamento com mini-trampolim no meio aquático e no solo. As sessões de treinamento serão realizadas duas vezes por semana no Centro de Atividades Física By Fitness, com duração aproximadamente de uma hora.

No teste de força muscular você poderá sentir dor e cansaço muscular temporário. Os exercícios serão realizados e mantidos numa intensidade submáxima, visando o máximo de segurança musculoesquelética e cardiovascular. O risco relacionado à sua participação no programa de exercícios no mini-trampolim é muito baixa, havendo a possibilidade de desconforto muscular e dor muscular tardia muito pequena. No momento que algum destes fatores ocorrerem o exercício será interrompido e a intensidade de trabalho será readequada. Durante a participação desta pesquisa não poderá realizar qualquer outro tipo de exercício físico além dos utilizados no estudo, afim de não interferir nos dados da pesquisa.

Os possíveis benefícios do estudo incluem uma melhora da densidade mineral óssea e na capacidade cardiorrespiratória, o que também pode afetar de forma positiva a sua qualidade de vida.

Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com os pesquisadores ou com a instituição.

Neste estudo você não receberá compensações financeiras pela sua participação. Todas as informações e resultados desta pesquisa serão guardados sob sigilo, resguardando seu anonimato, sendo utilizados somente para fins científicos. Ainda, fica claro que você receberá resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento a qualquer dúvida sobre a pesquisa. Se você tiver qualquer dúvida poderá entrar em contato conosco a qualquer momento pelo telefone (54) 91929305 (Karine).

A assinatura desse documento indicará que você concordou em participar da pesquisa e permitiu a divulgação dos resultados para fins científicos, preservando sua privacidade e ainda, que ficou claro os objetivos do estudo, os procedimentos a serem realizados, os riscos, as garantias de confidencialidade dos

dados e de esclarecimento permanente. Fica claro também que a sua participação é isenta de despesas e remuneração e que a qualquer momento pode desistir de participar sem qualquer prejuízo.

A discente Karine Angélica Malysz, do Programa de Pós-graduação em Envelhecimento Humano – UPF responsável por este projeto de pesquisa que o está desenvolvendo sob a orientação do professor Dr. Hugo Tourinho Filho, tendo este documento sido revisado e aprovado pelo comitê de ética desta instituição.

---

Nome do participante		Assinatura do participante
Prof. Dr. Hugo Tourinho Filho	Prof. Dr. Luciano Siqueira	Karine Angélica Malysz (54)91929305

**Observação: o presente documento, em conformidade com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, será assinado em duas vias de igual teor, ficando uma via em poder do participante e outra com os autores da pesquisa.**

Comitê de Ética da UPF – Telefone (54) 33168370

Apêndice B.Ficha de avaliação - Anamnese

Nome:  
Data de nascimento:  
Idade:  
Sexo:  
Profissão:  
Escolaridade:  
Data de avaliação:  
Avaliador:

Tem alguma doença que o seu médico diagnosticou:

Diabetes Mellitus: ( ) sim ( ) não Em tratamento? ( ) sim ( ) não  
Hipertensão Arterial: ( ) sim ( ) não Em tratamento? ( ) sim ( ) não  
Anemia: ( ) sim ( ) não  
Infarto agudo do miocárdio: ( ) sim ( ) não Há quanto tempo? \_\_\_\_\_  
Angina instável: ( ) sim ( ) não  
Arritmia ventricular instável: ( ) sim ( ) não  
Doença respiratória aguda: ( ) sim ( ) não  
Doença vascular periférica: ( ) sim ( ) não  
Doença neurológica associada: ( ) sim ( ) não  
Patologia músculo-esquelética em membros inferiores: ( ) sim ( ) não  
Marcapasso cardíaco: ( ) sim ( ) não

Qual a última vez que foi a um médico:

Contra indicação médica para fazer exercício?

Ultimamente você tem sentido:

- A- Dor ou desconforto no peito, pescoço, maxilar ou braços?
- B- Falta de ar em repouso ou com um esforço ligeiro?
- C- Vertigem, tontura ou desmaio?
- D- Palpitação ou taquicardia?

Você tem alguma doença?

Você tem alergia?

Você já esteve hospitalizada?

Você já fez alguma cirurgia?

Você já sofreu alguma fratura?

Nos últimos meses você realizou algum exame médico ou laboratorial? Informe os resultados?

Você toma algum medicamento de uso contínuo? Quais?

Tabagismo: ( ) sim ( ) não Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

Tomo bebida de álcool? \_\_\_\_\_ Freqüência: \_\_\_\_\_

Sente dor em algum lugar do corpo? \_\_\_\_\_

## ANTROPOMÉTRICAS

### IMC

	PRÉ-TREINO	PÓS-TREINO
<b>Estatura</b>		
<b>Peso</b>		
<b>IMC</b>		

### RCQ

	PRÉ-TREINO	PÓS-TREINO
<b>Circunfer. de Cintura</b>		
<b>Circunfer. de Quadril</b>		
<b>RCQ</b>		

### Espessura das dobras cutâneas

	PRÉ-TREINO	PÓS-TREINO
<b>Tríceps</b>		
<b>Supra-iliaca</b>		
<b>Coxa</b>		
<b>%G</b>		
<b>MCM</b>		

## CAPACIDADES FÍSICAS

### 1RM – Agachamento

	PRÉ-TREINO	PÓS-TREINO
<b>Peso em Kg</b>		

### 20RMs – Agachamento

	PRÉ-TREINO	PÓS-TREINO
<b>Peso em Kg</b>		

## DENSITOMETRIA ÓSSEA

	PRÉ-TREINO	PÓS-TREINO
Coluna Lombar		
Colo do Fêmur		

## MARCADOR DE REMODELAÇÃO ÓSSEA

	PRÉ-TREINO	PÓS-TREINO
Fosfatase Alcalina		
Fosfatase Alcalina Óssea		
Fosfatase Ácida		
Fosfatase Ácida Tartarato Resistente		

Apêndice C.Solicitação de autorização

**Universidade de Passo Fundo**  
**Faculdade de Educação Física e Fisioterapia**  
**Programa de Pós-Graduação em Envelhecimento Humano**

---

**Solicitação de autorização**

Exma. Senhora Mari Lúcia Sbardelotto  
Proprietária do Centro de Atividade By Fitness

Ao cumprimentá-la de forma cordial, venho por meio desta, solicitar autorização para a realização da dissertação (ppgEH – UPF) intitulada como **“Efeitos do treinamento com mini-trampolim realizado na água e no solo sobre as variáveis antropométricas, densidade mineral óssea e marcadores de remodelação óssea em adultas jovens”**. Solicitamos a permissão para realizar uma intervenção no Centro de Atividade Física By Fitness.

Este trabalho será realizado pela Fisioterapeuta Karine Angélica Malysz sob a orientação do Professor Hugo Tourinho Filho e co-orientação do Professor Luciano Siqueira. O objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos de um programa de 16 semanas de treinamento com mini-trampolim no meio aquático e no solo sobre a densidade mineral óssea em adultas jovens.

Na certeza de contar com sua compreensão e autorização para a realização deste estudo, antecipadamente agradeço.

**Passo Fundo, \_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011.**

---

Prof. Dr. Hugo Tourinho Filho

---

Karine Angélica Malysz  
(54) 91929305

Comitê de Ética da UPF – Telefone (54) 33168370

