

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GERIATRIA E GERONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GERONTOLOGIA BIOMÉDICA**

DANIELA BRANCO LIPOCKI

**INFLUÊNCIA DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS DO MÉTODO
PILATES SOBRE A MASSA ÓSSEA DE IDOSAS SEDENTÁRIAS**

**PORTO ALEGRE
2016**

DANIELA BRANCO LIPOSCKI

**INFLUÊNCIA DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS DO MÉTODO PILATES
SOBRE A MASSA ÓSSEA DE IDOSAS SEDENTÁRIAS**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor do Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul– PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Herberto Schneider

**Porto Alegre
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L764i Liposcki, Daniela Branco

Influência de um programa de exercícios do método Pilates sobre a massa óssea de idosas sedentárias / Daniela Branco Liposcki. – Porto Alegre, 2016.
83 f.

Tese (Doutorado em Gerontologia Biomédica) – Instituto de Geriatria e Gerontologia, PUCRS.
Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Herberto Schneider.

1. Idoso. 2. Mulheres. 3. Densidade Óssea. 4. Técnicas de Exercício e de Movimento. I. Schneider, Rodolfo Herberto. II. Título.

CDD 613.70565
CDU 796.4-053.9
NLM QT 255-256

**Ficha Catalográfica elaborada por Vanessa Pinent
CRB 10/1297**

DANIELA BRANCO LIPOSCKI

**INFLUÊNCIA DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS DO MÉTODO PILATES
SOBRE A MASSA ÓSSEA DE IDOSAS SEDENTÁRIAS**

Tese apresentada como requisito parcial
para a obtenção do Grau de Doutor, pelo
Programa de Pós-Graduação em
Gerontologia Biomédica da Pontifícia
Universidade Católica do Rio Grande do
Sul.

Aprovada em 27 de junho de 2016

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Rodolfo Herberto Schneider
Orientador (PPG Geronbio/PUCRS)

Prof^a. Dra. Mauren da Silva Salin
Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE)

Prof^a. Dra. Mara Regina Knorst
Faenfi (PUCRS)

Prof^a. Dra. Carla Helena Augustin Schwanke
(PPG Geronbio/PUCRS)

Porto Alegre
2016

AGRADECIMENTOS

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, seus professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica;

Ao Prof. Dr. Rodolfo Herberto Schneider pela oportunidade e orientação;

Aos membros da banca Prof. Dr. Irênio Gomes, Prof^a. Dr^a. Carla Helena Augustin Schwanke, Prof^a. Dra. Mara Regina Knorst e Prof^a. Dra. Mauren da Silva Salin;

Ao Programa de Bolsas de Doutorado CAPES;

À CliniRad Diagnóstico por Imagem, Dr. Luiz Antônio Miranda de Oliveira, Dr. Charles Sarleno, Cristiane Aparecida Arruda e Fabiana de Fatima Pires Machado;

Ao Centro Universitário Unifacvest, às acadêmicas de fisioterapia Irany Ferreira da Silva Nagata, Géssica Aline Silvano e Karla Zanella;

Às fisioterapeutas Pamela Branco Schweitzer, Aline Cristiane Wolff Ribeiro, Geciely Munaretto Fogaça de Almeida, Lara Colognese Helegda e Amanda Cristina Braz de Souza;

À Débora Toffoli Snel, Liliane Lippert Mota e Liana Bertagnolli da Rosa;

Às idosas participantes da pesquisa;

Aos meus amigos e familiares, especialmente minha mãe Maria, meu pai Clóvis, meu irmão Edu e minha amada filha Ana Maria;

À Deus e à espiritualidade por me permitir a realização deste projeto;

Recebam todo meu apreço e agradecimento.

RESUMO

Introdução: Com o envelhecimento ocorrem alterações no tecido ósseo, tanto na maior velocidade de reabsorção como de formação óssea, diminuição da deformação plástica e acúmulo de micro danos, deixando o osso mais propenso às fraturas. Estas modificações podem acarretar importantes implicações para a saúde dos idosos. Os exercícios do método Pilates podem contribuir eventualmente na melhora dessas características, mas apesar do número crescente de profissionais que aplicam os princípios do Pilates são necessários estudos que investiguem a eficácia da técnica e sua aplicabilidade clínica. **Objetivos:** Verificar os efeitos de um programa de Pilates na massa óssea e composição corporal de idosas sedentárias. **Método:** Ensaio clínico controlado e cego que contou com uma amostra de 24 idosas sedentárias residentes na cidade de Lages/SC, distribuídas em dois grupos: GP (Grupo Pilates) e GC (Grupo Controle). O GP realizou um programa de exercícios de Pilates (solo e aparelhos) 2 vezes por semana durante 6 meses. Foi utilizado densitometria óssea (DXA) para avaliar a densidade mineral óssea (DMO) das participantes antes e após a intervenção. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e inscrita no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC). Para o tratamento estatístico foi utilizado o programa *SPSS 20.0* para *Windows 8*. Para a análise da normalidade foi utilizado *Shapiro-Wilk*; para inferência foi utilizado o teste *T-Student* para distribuição normal e o teste *U de Mann-Whitney* para distribuição assimétrica, com nível de significância fixado em 5% ($p < 0,05$). **Resultados:** Foram reavaliadas 20 idosas, sendo 9 ($63,7 \pm 3,3$ anos) do GP e 11 ($65,2 \pm 3,0$ anos) do GC. Após a intervenção não houve diferença significativa na DMO lombar ($p = 0,14$), colo femoral ($p = 0,57$) e fêmur total ($p = 0,52$) entre os grupos. Houve uma correlação ($r = 0,87$) entre índice de massa corporal (IMC) e DMO. Foi encontrada uma diminuição significativa na circunferência abdominal do GP ($p = 0,035$). Apesar de não ser estatisticamente significativa, houve melhora nos aspectos relacionados à porcentagem de gordura corporal e tecido magro no GP. **Conclusão:** Um programa de exercícios de Pilates realizado duas vezes por semana durante seis meses não mostrou alterações significativas na DMO das idosas investigadas.

Palavras-Chaves: Pilates; Densidade Mineral Óssea; idosas.

ABSTRACT

Introduction: With aging changes occur in the bone tissue, both as fast resorption as bone formation, decrease the accumulation of plastic deformation and micro damages, leaving it more prone to fracture bone. These changes may significantly affect the health of the elderly. The Pilates exercises may eventually contribute to the improvement of these characteristics, but despite the growing number of professionals who use the Pilates principles studies are needed to investigate the effectiveness of the technique and its clinical application. **Purpose:** To verify the effects of a Pilates program on bone mass and body composition in elderly, sedentary. **Method:** Blind controlled clinical trial which included a sample of 24 sedentary elderly women living in the city of Lages / SC, divided into two groups: GP (Pilates Group) and CG (Control Group). The GP held a Pilates exercise program (mat and equipment) 2 times a week for 6 months. Bone densitometry (DXA) was used to assess bone mineral density (BMD) of the participants before and after the intervention. This research was approved by the Research Ethics Committee (CEP) of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul (PUCRS) and registered in the Brazilian Registry of Clinical Trials (Rebec). For the statistical analysis SPSS 20.0 for Windows 8 was used. For the analysis of normality Shapiro-Wilk was used; for infer the T-Student test was used for normal distribution, and the Mann-Whitney U test for asymmetrical distribution, with significance level set at 5% ($p < 0.05$). **Results:** 20 elderly women were reevaluated, 9 (63.7 ± 3.3 years old) from the GP and 11 (65.2 ± 3.0 year olds) from the GC. After the intervention there was no significant difference in lumbar BMD ($p = 0.14$), femoral neck ($p = 0.57$) and total hip ($p = 0.52$) between groups. There was a correlation ($r = 0.87$) proportional between the body mass index (BMI) and BMD. A significant decrease was found ($p = 0.03$) in the abdominal circumference of the GP. Although not statistically significant, there was improvement in aspects related to the percentage of body fat and lean tissue in GP. **Conclusion:** A Pilates exercise program held twice a week for six months showed no significant changes in BMD of the investigated elderly.

Keywords: Pilates; Bone Mineral Density; elderly.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição da DMO da região lombar, colo femoral e fêmur total dos grupos antes e após o programa de Pilates.....57

Tabela 2. Descrição do peso, tecido gordo, tecido magro, IMC e circunferência abdominal dos grupos antes e após o programa de Pilates.....58

Tabela 3. Porcentagem de gordura corporal dos grupos antes e após o programa de Pilates.....59

Tabela 4. Descrição do conteúdo mineral ósseo (g) por grupos antes e após programa de Pilates.....59

LISTA DE ABREVIATURAS

ADP	Difosfato de adenosina
ATP	Trifosfato de adenosina
DMO	Densidade mineral óssea
DXA	<i>Dual-energy X-ray absorptiometry</i> (Absortimetria de raios X de dupla energia)
HU	Unidades de Hounsfield
MG	Massa gorda
MLG	Massa livre de gordura
OCIF	<i>Osteoclastogenesis inhibitory factor</i> (Fator de inibição da osteoclastogênese)
OPGL	<i>Osteoprotegerin-ligand</i> (Ligante da osteoprotegerina)
PTH	<i>Parathyroid hormone</i> (Hormônio da paratireoide)
QCT	<i>Quantitative computed tomography</i> (Tomografia computadorizada quantitativa)
QUS	<i>Quantitative ultrasound</i> (Ultrassom quantitativo)
TC	Tomografia computadorizada
WHO	World health organization

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 TECIDO ÓSSEO.....	16
2.2 TECIDO ÓSSEO E ENVELHECIMENTO	21
2.3 TECIDO MUSCULAR	26
2.4 TECIDO MUSCULAR E ENVELHECIMENTO.....	32
2.5 COMPOSIÇÃO CORPORAL E ENVELHECIMENTO.....	33
2.6 EFEITOS DA ATIVIDADE FÍSICA SOBRE O TECIDO ÓSSEO.....	35
2.7 MÉTODO PILATES	38
2.7.1 O Controle.....	41
2.7.2 A Concentração.....	41
2.7.3 A Centralização.....	41
2.7.4 A Precisão.....	42
2.7.5 A Fluidez	42
2.7.6 A Respiração.....	43
2.7.7 O Alinhamento.....	44
2.7.8 O Relaxamento	44
2.7.9 O Vigor	44
2.7.10 A Coordenação	45
3. JUSTIFICATIVA	48
4. OBJETIVOS	49
4.1 GERAL.....	49
4.2. ESPECÍFICOS.....	49
4.2.1 Principais.....	49
4.2.2 Secundários	49
5. HIPOTHESES	50
6. METODOLOGIA	51
6.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO	51
6.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA	51
6.2.1 Descrição	51
6.2.2 População	51

6.2.3 Amostra.....	52
6.2.4 Recrutamento.....	52
6.2.5 Critérios de Inclusão.....	52
6.2.6 critérios de Exclusão.....	53
6.3 COLETA DOS DADOS	53
6.3.1 Local da Pesquisa.....	53
6.3.2 Procedimentos.....	53
6.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	55
6.5 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	56
7. RESULTADOS.....	57
8. DISCUSSÃO.....	60
9. CONCLUSÕES.....	66
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXOS.....	75
ANEXO 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	75
ANEXO 2 – ENTREVISTA.....	76
ANEXO 3 – PROGRAMA DE PILATES.....	77
ANEXO 4 – APROVAÇÃO COMISSÃO CIENTÍFICA.....	80
ANEXO 5 – APROVAÇÃO CEP.....	81
ANEXO 6 – REGISTRO REBEC.....	83

1 INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento pode ser compreendido como um fenômeno biopsicossocial que atinge o homem, e que se manifesta em todos os domínios da vida deste indivíduo (FREITAS; PY, 2012). Shephard (2003) define o envelhecimento como uma perda na capacidade de adaptação fisiológica ao ambiente externo. Para Mazzeo et al. (1998), o envelhecimento é um processo complexo que envolve muitas variáveis, tais como genética, estilo de vida, doenças crônicas, que interagem entre si e influenciam significativamente o modo em que alcançamos determinada idade.

Conforme a *World Health Organization* – WHO (2005) pode ser considerado idoso o indivíduo com 60 anos, ou mais, residente em países em desenvolvimento, ou o indivíduo com 65 anos ou mais residente em países desenvolvidos. O envelhecimento populacional vem ocorrendo nos países em desenvolvimento num espaço de tempo mais curto do que em relação aos países desenvolvidos. A WHO estima que a população idosa mundial atinja cerca de 694 milhões de pessoas em 2025.

As razões para o crescente número de pessoas idosas incluem o controle na taxa de natalidade, uma diminuição na mortalidade infantil e o controle de doenças infecciosas no decorrer da primeira metade do século XX, um decréscimo na proporção de mortes prematuras de adultos e um aumento geral da média do ciclo da vida entre os idosos (SHEPHARD, 2003).

O aumento proporcional de indivíduos idosos, adicionado ao declínio das taxas de fecundidade e ao desenvolvimento tecnológico e terapêutico no tratamento de doenças, especialmente as crônicas, influencia a tendência de alteração da estrutura etária da população, especialmente no Brasil, com o consequente aumento do contingente de indivíduos com mais de 60 anos, resultado do envelhecimento populacional que ocorreu em um curto período, trazendo importante impacto para o sistema de saúde (CIOSAK et al., 2011).

O envelhecimento é algo que ocorre paulatinamente, uma vez que o indivíduo começa a envelhecer ao nascer (CIOSAK et al., 2011). Entretanto, considerando os aspectos biofuncionais, começa na segunda década de vida, embora de forma imperceptível. No final da terceira década surgem as

primeiras alterações funcionais e estruturais e, a partir da quarta, há uma perda de aproximadamente 1% da função/ano, nos diferentes sistemas orgânicos (JACOB FILHO, 2000).

Em relação à saúde do idoso, vários são os aspectos que inquietam. De um lado, o envelhecer como um processo progressivo de diminuição de reserva funcional – a senescência – e, do outro, o desenvolvimento de uma condição patológica por estresse emocional, acidente ou doenças – a senilidade (BRASIL, 2006). Ambos exigem intervenções dos profissionais de saúde, com atuações focadas nesse segmento populacional.

Durante o envelhecimento ocorre uma diminuição da capacidade funcional do indivíduo, decorrendo em grande parte da inatividade física e mental, ou seja, ao fenômeno do desuso. Contudo o envelhecimento, propriamente dito, e o acometimento de doenças também contribuem para esta perda de capacidade. Estudos têm comprovado que a atividade física esta ligada ao bem estar e à qualidade de vida e saúde em todas as faixas etárias, principalmente acima dos 40 anos (MAZO; LOPES; BENEDETTI, 2004).

A longevidade cada vez maior do ser humano acarreta uma situação ambígua, vivenciada por muitas pessoas, mesmo pelas ainda não idosas: o desejo de viver mais e, ao mesmo tempo, o temor de viver em meio à incapacidade e à dependência. O desafio que se propõe aos indivíduos e à sociedade é conseguir uma sobrevivência cada vez maior, com uma qualidade de vida cada vez melhor, para que os anos vividos em idade avançada sejam plenos de significado e dignidade (FREITAS; PY, 2012).

O processo de envelhecimento evidencia mudanças nos níveis antropométrico, neuromuscular (SPIRDUSO, 2005), cognitivo, cardiovascular (TERRADOS et al., 2010), pulmonar, neural, além da diminuição da força, agilidade, coordenação, equilíbrio, flexibilidade e mobilidade articular. Essas mudanças associadas à idade avançada e ao baixo nível de atividade física levam ao declínio da capacidade funcional (LIPOSCKI, 2007).

Durante o envelhecimento, a perda progressiva da massa óssea, chamada osteopenia, assim como a diminuição da massa muscular e uma diminuição paralela da força, resistência e desempenho muscular, condição denominada sarcopenia, são achados frequentes em diferentes populações

(LEITE et al., 2012). Estas alterações têm importantes implicações para a saúde e condições socioeconômicas dos idosos, uma vez que contribui para a fragilidade, perda funcional e dependência (TEIXEIRA, 2013).

Cada vez mais estudos vêm evidenciando a prática de exercícios físicos como recurso importante para minimizar a degeneração provocada pelo envelhecimento, possibilitando o idoso manter uma qualidade de vida ativa (MAZO; LOPES; BENEDETTI, 2004; CRUZ et al., 2004; BENEDETTI, 2004). Visto que ela tem potencial para estimular várias funções essenciais do organismo, mostra-se não só um coadjuvante no tratamento e controle de doenças cardiovasculares (hipertensão, aterosclerose, infarto agudo do miocárdio), mas é também essencial na manutenção das funções do aparelho locomotor, responsável pelo desempenho das atividades da vida diária e pelo grau de dependência e autonomia do idoso (ONU, 1982; REBELATTO et al., 2006, LIPOSCKI; ROSA NETO, 2008).

A prática de exercícios físicos através do método Pilates vem crescendo rapidamente no Brasil (SILVA; MANNRICH, 2009). O método foi idealizado pelo alemão Joseph Hubertus Pilates durante a Primeira Guerra Mundial. Pilates apresentava grande fraqueza muscular por causa de diversas enfermidades, isto o incentivou a estudar e treinar força muscular com exercícios diferentes dos conhecidos em sua época; baseando-se em princípios da cultura ocidental como ioga, artes marciais e meditação, o método foi chamado inicialmente de “contrologia” e passou a ser chamado de Pilates, somente após a morte de seu idealizador (SILVA; MANNRICH, 2009; ALANDRO-GONZALVO et al., 2012).

O método Pilates consiste em exercícios físicos cuja característica principal é o trabalho resistido e o alongamento dinâmico, realizados em conjunto com a respiração e respeitando os seguintes princípios: controle, precisão, centralização, fluidez de movimento, concentração e respiração (ANDERSON; SPECTOR, 2000).

É um programa de treinamento físico e mental que utiliza diversos equipamentos e acessórios que visam aumentar a força muscular, flexibilidade, condicionamento cardiorrespiratório, equilíbrio, postura; melhorando a consciência corporal e reduzindo o risco de danos ou lesões. Os benefícios do

método Pilates compreendem a melhora da força (MUSCOLINO; CIPRIANI, 2004), flexibilidade (SCHRODER et al., 2002), postura (SEGAL et al., 2004, BLUM, 2002, KAESLER et al., 2007) e de habilidades motoras (SIQUEIRA RODRIGUES et al., 2010, ÇAKMAKÇI, 2011). Recentemente ganhou espaço e popularidade no tratamento de atletas de elite na reabilitação; sendo também empregado no tratamento de distúrbios neurológicos, cardiovasculares, dor crônica e problemas ortopédicos (ALANDRO-GONZALVO et al., 2012, JAGO et al., 2006).

Apesar do número crescente de profissionais da saúde que aplicam os princípios do método Pilates, ainda existem poucos estudos publicados que investigam a eficácia da técnica (ALANDRO-GONZALVO et al., 2012, ÇAKMAKÇI, 2011, JAGO et al., 2006).

Desta forma, o presente estudo se propôs verificar a influência de um programa de exercícios do Método Pilates sobre a massa óssea de idosas sedentárias.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 TECIDO ÓSSEO

O esqueleto representa quase um quinto do peso de um corpo saudável. Esse arcabouço interno sustenta todas as partes e os tecidos do organismo, além de proteger certos órgãos. O esqueleto médio possui 206 ossos e possui duas grandes divisões denominadas esqueleto axial e esqueleto apendicular. O esqueleto axial consiste em crânio, coluna vertebral, costelas e esterno. O esqueleto apendicular inclui os ossos dos membros superiores, pelve e membros inferiores. Dos 206 ossos, 80 estão no esqueleto axial e 64 no apendicular superior e 62 no apendicular inferior (ATLAS DO CORPO HUMANO, 2008).

O esqueleto não só proporciona apoio mecânico para o corpo como serve também de reservatório para minerais, hormônios reguladores sistêmicos e fatores mediados pós-inflamação. Importantes mudanças qualitativas e quantitativas ocorrem no tecido ósseo durante o crescimento e a maturação (SPIRDUSO, 2005).

O osso é um tecido multifuncional constituído por três tipos celulares: os osteoblastos, os osteócitos e os osteoclastos (OCARINO; SERAKIDES, 2006). O osso se compõe por matriz orgânica resistente, fortalecida por depósitos de sais de cálcio. O osso compacto médio contém, por peso, cerca de 30% de matriz e 70% de sais (GUYTON, 2011).

A matriz orgânica do osso apresenta 90% a 95% de fibras colágenas, enquanto o restante corresponde a meio gelatinoso homogêneo, denominado substância fundamental. As fibras colágenas se estendem, principalmente ao longo das linhas de força de tensão e conferem ao osso sua vigorosa resistência à tração. As fibras colágenas têm muita força tênsil, enquanto os sais de cálcio apresentam grande força compressiva; essas propriedades produzem uma estrutura óssea resistente dotada de forças tênsil e compressiva. A substância fundamental se constitui de líquido extracelular e proteoglicanos (sulfato de condroitina e ácido hialurônico), que ajudam a controlar a deposição dos sais de cálcio (GUYTON, 2011).

Os sais cristalinos depositados na matriz orgânica do osso são basicamente compostos de cálcio e fosfato; e a fórmula do sal predominante conhecido como hidroxiapatita é $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Os íons magnésio, sódio, potássio e carbonato também estão presentes entre os sais ósseos e acredita-se que sejam conjugados aos cristais de hidroxiapatita não organizados em cristais distintos próprios (GUYTON, 2011).

A concentração de cálcio no líquido extracelular (valor normal 9,4mg/dL) possui um controle preciso, já que o cálcio desempenha papel fundamental em muitos processos fisiológicos, incluindo a contração dos músculos esqueléticos, cardíacos e lisos; a coagulação sanguínea; e a transmissão de impulsos nervosos entre outros. Assim, aumentos na concentração deste elemento iônico acima do normal (acima de 12mg/dL; hipercalcemia) provocam depressão progressiva do sistema nervoso, enquanto que a diminuição dessa concentração (abaixo de 7mg/dL; hipocalcemia) induz à maior excitação desse sistema (GUYTON, 2011).

Característica importante da regulação extracelular do cálcio repousa no fato de que apenas 0,1% deste elemento corporal total se encontra no líquido extracelular, cerca de 1% nas células e suas organelas e o restante é armazenado nos ossos. Portanto, os ossos podem servir como amplos reservatórios, liberando cálcio em caso de queda da concentração do líquido extracelular e armazenando o cálcio, em caso de excessos (GUYTON, 2011; BARRET et al., 2013).

O osso é um tecido metabolicamente dinâmico e sua higidez depende do equilíbrio entre os processos anabólicos (aposição) e catabólicos (reabsorção). O processo catabólico ou reabsorção óssea tem função vital de manter constantes os níveis de cálcio extracelulares. Já a aposição óssea (síntese e mineralização da matriz óssea) tem dois principais objetivos, que são: repor o tecido ósseo perdido pelo processo catabólito e suprir as necessidades do órgão em se adaptar às condições funcionais. Ao longo da vida do indivíduo, vão sendo acumulados desequilíbrios entre esses dois processos, principalmente em função da isocalcemia. Com a supremacia do processo catabólito, a perda óssea se instala, principalmente se fatores inibidores da neoformação óssea como os inerentes à senescência estiverem associados (OCARINO; SERAKIDES, 2006).

Os ossos adultos são compostos por dois tipos de tecido ósseo: osso compacto (denso) e osso esponjoso. Alguns ossos, como os da coluna, quadril e punho têm uma proporção maior de osso esponjoso (trabecular) do que osso compacto. A perda óssea começa mais cedo e é maior no osso esponjoso (SPIRDUSO, 2005; TEIXEIRA, 2013). Durante toda a vida, o osso passa continuamente por um processo de remodelamento, no qual osso antigo é substituído por osso novo (DOURADO, 2012).

O estágio inicial da produção óssea consiste na secreção de moléculas de colágeno (chamadas monômeros de colágeno) e da substância fundamental (constituída por proteoglicanos) por osteoblastos (GUYTON, 2011). Os osteoblastos derivam-se das células osteoprogenitoras da medula óssea e se localizam na superfície das trabéculas, no canal de Havers do tecido ósseo osteotônico e no periósteo, e têm a função principal de sintetizar matriz óssea não mineralizada constituída por colágeno tipo I, por proteínas não colagênicas (fibronectina, tenascina e osteopontina), por proteínas λ -carboxiladas (osteocalcina e proteína Gla) e por proteoglicanos (sulfato de condroitina), dentre outros (OCARINO; SERAKIDES, 2006). Os monômeros de colágeno formam fibras colágenas, o tecido resultante se transforma em osteoide, a medida que o osteoide é formado, certa quantidade dos osteoblastos vem a ser encarcerada no osteoide e fica quiescente. Nesse estágio, essas células recebem o nome de osteócitos (GUYTON, 2011).

Dentro de alguns dias após a formação do osteoide, os sais de cálcio começam a se precipitar sobre as superfícies das fibras colágenas, até formar o produto final em semanas ou meses, os cristais de hidroxiapatita (BARRET et al., 2013).

Os osteócitos têm como função manter a viabilidade do tecido ósseo e reabsorver a matriz e os minerais do osso pela osteólise osteocítica, mecanismo de reabsorção profunda essencial para manter constantes os níveis de cálcio extracelulares. Os osteócitos se alojam em lacunas no interior do tecido ósseo e osteoblastos através de projeções intercanaliculares, as junções gap. Essas junções são canais intramembranosos formados por proteínas conhecidas como conexinas e que promovem a comunicação entre o citoplasma de duas células vizinhas, permitindo a passagem de metabólitos,

íons e moléculas sinalizadoras intracelulares, como o cálcio (TATE et al., 2004).

O osso passa por deposição contínua de osteoblastos e ininterrupta absorção nos locais onde os osteoclastos se encontram ativos. Ocorre, continuamente, discreta atividade osteoblástica em todos os ossos vivos (em torno de 4% de todas as superfícies em qualquer momento dado no adulto), assim, ao menos ocorre neoformação óssea constante (GUYTON, 2011).

O osso também passa por contínua absorção na presença de osteoclastos, que correspondem a grandes células fagocitárias multinucleadas (como equivalente a 50 núcleos) derivadas de monócitos ou células semelhantes a monócitos formadas na medula óssea. Os osteoclastos se apresentam normalmente ativos em menos de 1% das superfícies ósseas do adulto (GUYTON, 2011). Os osteoclastos localizam-se na superfície das trabéculas e dos canais de Havers e no periósteo, alojados nas lacunas de Howship (OCARINO; SERAKIDES, 2006). Do ponto de vista histológico, a absorção óssea ocorre na adjacência imediata de osteoclastos através do seguinte mecanismo, onde os osteoclastos emitem suas projeções semelhantes à vilos em direção ao osso, formando borda pregueada adjacente ao osso. Esses vilos secretam dois tipos de substâncias: (1) enzimas proteolíticas liberadas de lisossomos dos osteoclastos e (2) diversos ácidos, inclusive o ácido cítrico e o ácido láctico, liberados das mitocôndrias e vesículas secretoras. As enzimas digerem ou dissolvem a matriz orgânica do osso, enquanto os ácidos provocam a dissolução dos sais ósseos. As células osteoclásticas também absorvem minúsculas partículas de matriz óssea e cristais por fagocitose, dissolvendo-os e liberando os produtos no sangue (GUYTON, 2011, BARRET et al., 2013).

O hormônio da paratireoide (PTH) estimula a atividade dos osteoclastos, mas isso ocorre através de mecanismo indireto. O PTH se liga a receptores nos osteoblastos adjacentes, fazendo com que liberem citocinas, incluindo o ligante da osteoprotegerina (OPGL), também chamado de ligante RANK. O OPGL ativa receptores nas células pré-osteoclastos, fazendo com que eles se diferenciem em osteoclastos multinucleados maduros. Os osteoblastos também produzem osteoprotegerina (OPG), por vezes denominado fator de inibição da osteoclastogênese (OCIF), citocina que inibe a resorção óssea. A OPG atua

como um receptor isca, se ligando ao OPGL e impedindo o OPGL de interagir com esse receptor, inibindo assim, a diferenciação de pré-osteoclastos em osteoclastos maduros. Apesar de os fatores que regulam a OPG não estarem completamente entendidos, a vitamina D e o PTH aparentam estimular a produção de osteoclastos maduros através de uma dupla ação, inibindo a produção de OPG e estimulando a formação de OPGL. Por outro lado, o hormônio estrogênio estimula a produção de OPG (GUYTON, 2011).

Exceto nos ossos em crescimento, a deposição e absorção ósseas costumam ser equivalentes entre si, assim a massa total de tecido ósseo permanece constante. Os osteoclastos comumente subsistem em massas pequenas, mas concentradas, e uma vez desencadeado seu desenvolvimento essas massas costumam destruir o osso por cerca de três semanas, criando um túnel com diâmetro entre 0,2 e 1 milímetro e alguns milímetros de comprimento. No término desse período, os osteoclastos desaparecem e o túnel é invadido pelos osteoblastos; em seguida, tem início o desenvolvimento de novo tecido ósseo. A deposição óssea então prossegue por vários meses, ocorrendo o assentamento do novo tecido em sucessivas camadas de círculos concêntricos (lamelas) sobre as superfícies internas da cavidade, até o preenchimento do túnel. Essa deposição de novo tecido ósseo cessa quando o osso começa a invadir os vasos sanguíneos da área. O canal, denominado canal de Havers, é tudo o que sobra da cavidade original. Cada nova área de osso depositado dessa forma, recebe o nome de ósteon (GUYTON, 2011).

A deposição e absorção continuadas do tecido ósseo apresentam diversos aspectos funcionais fisiologicamente importantes. Em primeiro lugar, o osso costuma ajustar sua resistência proporcionalmente à intensidade do estresse ósseo. Como consequência, o osso apresenta espessamento quando submetido a cargas pesadas. Em segundo lugar, até mesmo o formato do osso pode ser reajustado para sustentação apropriada das forças mecânicas por meio da deposição e reabsorção ósseas, de acordo com os padrões de estresse. Em terceiro lugar, como o osso antigo fica relativamente quebradiço e frágil, há necessidade da deposição de nova matriz orgânica, à medida que a matriz orgânica antiga se degenera. Desse modo, a resistência normal do osso é preservada (GUYTON, 2011).

2.2 TECIDO ÓSSEO E ENVELHECIMENTO

O envelhecimento é caracterizado por uma diminuição funcional dos tecidos, órgãos e sistemas do organismo, com redução da capacidade de adaptação a estímulos internos e externos. Devido à maturação e envelhecimento do tecido ósseo, muitas mudanças podem ser observadas como a diminuição da deformação plástica e o acúmulo de microdanos, o que tem efeito na propriedade do tecido ósseo (OZAKI et al., 2014).

Iniciando-se aproximadamente na metade da terceira década de vida, a taxa de formação óssea começa a falhar na manutenção do ritmo de reabsorção e ocorre a perda óssea (mais ou menos 1% ao ano). Diz-se que a mudança na relação entre formação e reabsorção torna-se desacoplada (SPIRDUSO, 2005). Durante o envelhecimento, a reabsorção ocorre numa velocidade maior do que a formação, dessa forma as principais mudanças de arquitetura e outras mudanças compensatórias ocorrem dentro do osso.

Vários fatores influenciam as mudanças ósseas, principalmente nos idosos, mas três destes assumem maior importância: mudanças nos hormônios relacionados à idade, deficiências dietéticas e diminuição da atividade física. Fatores hormonais incluem mudanças no estrógeno, testosterona e hormônio do crescimento; deficiências dietéticas estão relacionadas principalmente a um baixo aporte de cálcio ou alimentos ricos em vitamina D; e a diminuição da atividade física tem um impacto no desenvolvimento e manutenção do osso (FRAZÃO; NAVEIRA, 2007).

O processo de senescência aliado ao sedentarismo pode levar a um processo de adaptação com aumento da reabsorção e consequente enfraquecimento do tecido ósseo, podendo caracterizar uma osteopenia (OZAKI, 2014). Sabe-se, portanto, que o osso é um tecido altamente ativo no organismo, o qual é sensível à estímulos mecânicos bem como ao metabolismo interno, por isso, ocorre alterações constantes no metabolismo ósseo e na densidade mineral óssea – DMO (KIM et al., 2014).

A WHO define osteoporose como “doença esquelética sistêmica caracterizada por diminuição da massa óssea e deterioração microarquitetural do tecido ósseo, com consequente aumento da fragilidade óssea e

susceptibilidade à fratura” e seu diagnóstico é baseado na avaliação da DMO (WHO, 2004; WHO, 1994).

As causas mais comuns da osteoporose são (1) falta de estresse físico sobre os ossos em função da inatividade; (2) desnutrição em grau suficiente a ponto de impedir a formação da matriz proteica; (3) deficiência de vitamina C necessária para a secreção de substâncias intercelulares por todas as células, inclusive para a formação de osteoide pelos osteoblastos; (4) falta de secreção do estrogênio no período pós-menopausa, já que esses hormônios diminuem o número e a atividade dos osteoclastos; (5) idade avançada com redução notável do hormônio do crescimento e de outros fatores de crescimento, somado ao fato de que muitas das funções anabólicas proteicas também se deterioram com a idade, impossibilitando o depósito satisfatório da matriz óssea; e síndrome de Cushing, pois as quantidades maciças de glicocorticóides secretadas nessa doença provocam redução da deposição proteica por todo organismo e o aumento no catabolismo proteico, além de terem o efeito específico de deprimir a atividade osteoblástica. Dessa forma, muitos distúrbios de deficiência do metabolismo de proteínas podem causar osteoporose (GUYTON, 2011).

Até recentemente, a osteoporose era uma doença sub-reconhecida e considerada uma consequência inevitável do envelhecimento; mas dados de estudos epidemiológicos têm mudado essas percepções, pois evidenciaram a alta carga que esta doença traz para a sociedade, como alto custo na saúde, bem como seus efeitos adversos sobre milhões de pacientes em todo mundo (WHO, 2004; WHO, 1994). Dados epidemiológicos dos Estados Unidos apontam que mais de 28 milhões de americanos, sendo 80% mulheres, são afetados pela osteoporose, com mais de 1,5 milhões de casos de fraturas por ano. Uma em cada duas mulheres e um a cada oito homens acima dos 50 anos terão fraturas relacionadas a osteoporose. Depois dos 70 anos de idade homens e mulheres têm aproximadamente o mesmo risco de desenvolver osteoporose (MOLNAR, 2012).

Os últimos 15 anos têm apresentado melhorias na tecnologia de diagnóstico e avaliação da osteoporose, sendo possível atualmente detectar a doença antes que ocorram fraturas (WHO, 2004; WHO, 1994). O método de avaliação da massa óssea ideal deve ser não invasivo, apresentar uma dose

de radiação baixa, ser de fácil execução e possibilitar pós-análise. Também deve ser cômodo para o paciente e apresentar um custo reduzido. Em termos técnicos e de avaliação deve apresentar uma elevada precisão e exatidão, de forma a discriminar o grau de osteoporose e o risco de fratura associado, tendo em conta as características do paciente (idade e sexo). Existem três principais modalidades de imagem utilizadas no diagnóstico da osteoporose e previsão do risco de fratura: a absorptiometria de raios X de dupla energia - DXA, o ultrassom quantitativo - QUS e a tomografia computadorizada quantitativa - QCT (MACIEL, 2012).

Atualmente, a DXA é o método mais utilizado para medir a DMO e diagnosticar a osteoporose, devido ao seu custo econômico, à elevada precisão e à baixa dose de radiação aplicada, sendo este o método mais acurado para avaliação de perda da arquitetura óssea, considerado “padrão-ouro” atualmente pela literatura (BAIM et al., 2005). A DXA é utilizada de três maneiras na prática clínica de pacientes com perda de massa óssea: para diagnóstico, para avaliação de fatores de risco e para observar a modificação da massa óssea com progressão da doença ou resposta ao tratamento. Esta técnica pode ser utilizada para medição da DMO em qualquer local esquelético, mas é geralmente utilizada em locais centrais, como a coluna lombar (segmentos vertebrais L1-L4) e quadril, locais prediletos para diagnóstico da osteoporose devido à percentagem de tecido ósseo trabecular. A DXA efetua medições da densidade do osso por área projetada, isto é, em g/cm^2 . Os resultados são depois comparados com um grupo de referência juvenil e com um grupo da mesma idade e sexo do paciente, a fim de se proceder ao diagnóstico da osteoporose e previsão do risco de fratura. Obtêm-se assim um valor T-score e Z-score (MOLNAR, 2012, MACIEL, 2012).

O OUS é um método livre de radiação, apresentando um grande potencial para medições ósseas, uma vez que se apresenta como uma técnica alternativa de baixo custo, quando comparada com as outras modalidades. O seu princípio básico assenta no fato de que quando as ondas ultrassônicas atravessam um meio poroso (como o osso) são absorvidas, dispersas e espelhadas de diferentes formas, dependendo da elasticidade, rigidez e densidade do tecido ósseo. Assim, as características do osso são interpretadas por intermédio de propriedades medidas através dos transdutores de US. Para

além de refletir a densidade do osso, o QUS fornece informações sobre a organização espacial do osso. Assim, mais que uma análise da densidade óssea, o maior campo de aplicabilidade desta técnica assenta na previsão/monitorização do risco de fratura por intermédio de uma análise quantitativa conjugada com uma análise qualitativa - estrutura óssea (MACIEL, 2012).

A QCT foi introduzida em meados de 1970, sendo comumente utilizada para medição da DMO do osso trabecular na coluna lombar. O primeiro passo de um exame QCT é muito semelhante a um exame de tomografia computadorizada - TC convencional: baseia-se na utilização de raios X e fornece uma imagem (corte axial) através da medição dos coeficientes de absorção linear dos tecidos, por meio dos quais a radiação X atravessa. A aquisição de uma imagem TC é realizada em duas grandes etapas: a aquisição inicial dos dados, através da medição dos coeficientes de atenuação (medidos em unidades de Hounsfield - HU), e a reconstrução tomográfica, que recorre a um processo matemático complexo de formação da imagem através dos dados adquiridos. Para transformar HU em DMO é necessária a utilização de referências, incluídas no campo de aquisição da imagem TC. Estas referências contêm várias concentrações de materiais com características de atenuação similares às do osso. Uma vez conhecida a concentração do material calibrador e através da medição da atenuação deste no scan tomográfico, a medida de atenuação que ocorre no osso trabecular e/ou cortical pode ser convertida em DMO. Na realização do exame é adquirido inicialmente um topograma para se proceder à localização dos corpos vertebrais (normalmente L1-L3). Após obtenção das imagens, é posicionada uma região de interesse (ROI) na região trabecular de cada corpo vertebral. Esta ROI é devidamente posicionada a fim de excluir a porção cortical, obtendo-se a uma densidade tridimensional do osso trabecular, ao contrário das técnicas bidimensionais que fornecem valores de densidade óssea por área, caso da DXA. Apesar desta vantagem, a QCT apresenta como principais desvantagens o seu elevado custo e a dose de radiação aplicada ao paciente, que é superior à aplicada no exame DXA (MACIEL, 2012).

Segundo a WHO (KIM et al., 2014, WHO, 2004, WHO, 1994) o diagnóstico da osteoporose é feito recorrendo ao valor T-score que resulta de um exame DXA. Assim:

- $T\text{-score} \geq -1,0$: DMO normal, isto é, próxima da média da população jovem de referência.

- $-1,0 > T\text{-score} \geq -2,5$: DMO reduzida, isto é, encontra-se entre 1 a 2,5 SD abaixo da média da população de controlo saudável. Esta condição é designada osteopenia. Dever-se-á considerar tratamento em pacientes que se encontrem no período pós-menopausa, sem terapia hormonal, que apresentem condições secundárias associadas à perda óssea ou que já tiveram alguma fratura óssea.

- $T\text{-score} \leq -2,5$: valor da DMO 2,5 ou mais SD abaixo da população jovem de referência diagnóstica osteoporose. É necessário tratamento em pacientes que apresentem condições secundárias associadas à perda da DMO ou que se encontram no período pós-menopausa, sem terapia hormonal.

- $T\text{-score} \leq -2,5$ com historial clínico de uma ou mais fraturas: osteoporose estabelecida.

Matematicamente o valor T-score representa o desvio do valor médio da DMO do paciente a examinar em relação à média da DMO do grupo de controlo saudável, do mesmo sexo. Assim, este valor permite demonstrar o quanto a densidade óssea do paciente varia ou se desvia da média da densidade óssea de uma população adulta saudável. Os resultados do exame serão representados assim “em torno” de uma média. O T-score exprime-se em termos de desvio-padrão – (SD), isto é, um termo matemático que calcula o quanto o teste efetuado varia da média. Este valor é usualmente relativo a um grupo de pacientes saudáveis, com idades compreendidas entre os 20 e 35 anos, idade onde se verifica o maior pico da DMO (MACIEL, 2012).

O valor Z-score permite comparar a DMO do paciente com a média da DMO de um grupo de referência, da mesma idade e sexo. Assim, se o paciente for do sexo feminino e com 60 anos de idade, o Z-score compara o valor resultante da DMO com o valor médio da DMO para mulheres com 60 anos. Tal como o T-score, também o Z-score diz o quanto o exame se desvia da

média da DMO de uma população com a mesma idade e sexo do paciente, em SD (MACIEL, 2012).

2.3 TECIDO MUSCULAR

Cerca de 40% do corpo é composto por músculos esqueléticos, e talvez outros 10% por músculo liso e cardíaco (ATLAS DO CORPO HUMANO, 2008). Um músculo está organizado em várias subunidades motoras. A primeira é o fascículo, um feixe de fibras musculares. Cada fibra muscular é uma subunidade composta de miofibrilas, que são formadas por miofilamentos. Cada miofilamento é formado principalmente pelas proteínas actina e miosina (SPIRDUSO, 2005).

Cada fibra muscular contém centenas a milhares de miofibrilas e cada miofibrila é composta por cerca de 1.500 filamentos de miosina adjacentes e por 3.000 filamentos de actina. Longas moléculas de proteínas polimerizadas responsáveis pelas contrações reais musculares. Os filamentos de actina e miosina ficam parcialmente interdigitados, fazendo com que a miofibrila alterne faixas escuras e claras. As faixas claras só contém filamentos de actina, sendo conhecidas como faixas I, por serem isotrópicas à luz polarizada. As faixas escuras contém filamentos de miosina, assim como as extremidades dos filamentos de actina, onde se superpõe aos de miosina, sendo chamadas faixas A, por serem anisotrópicas à luz polarizada. Existem também pequenas projeções laterais dos filamentos de miosina, que são as pontes cruzadas. E são as interações entre os filamentos de actina e as pontes cruzadas que causam as contrações (GUYTON, 2011).

As extremidades dos filamentos de actina estão ligadas ao chamado disco Z. O disco Z é composto por proteína filamentosa que cruza transversalmente toda a miofibrila e igualmente de forma transversa de miofibrila para miofibrila, conectando-as umas à outras, por toda fibra muscular. O segmento de miofibrila (ou de toda fibra muscular) situado entre dois discos Z sucessivos é referido como sarcômero. Quando a fibra muscular está contraída o comprimento do sarcômero é de cerca de 2 micrômetros, e nesse comprimento os filamentos de actina se sobrepõem plenamente aos filamentos de miosina (GUYTON, 2011).

O posicionamento lado a lado dos filamentos de miosina e actina é difícil de ser mantido. Essa manutenção é realizada pelo grande número de moléculas filamentosas de proteína chamada titina. Cada molécula de titina tem peso molecular de cerca de 3 milhões, o que faz dela a maior molécula de proteína do corpo. Também por ser filamentar é muito flexível e essa flexibilidade atua como arcabouço que mantém os filamentos de miosina e actina em seus lugares, de modo que a maquinaria contrátil possa entrar em ação. Uma extremidade da molécula de titina é elástica, estando fixada ao disco Z, atuando como mola e variando seu comprimento conforme o sarcômero contrai e relaxa. A outra parte da molécula de titina a ancora nos filamentos grossos de miosina (GUYTON, 2011).

Outra característica importante do processo de contração muscular é que os filamentos de actina contêm também outra proteína, a tropomiosina. Essas moléculas estão espiraladas nos sulcos da dupla hélice da actina, de forma a impedir que ocorra atração entre os filamentos de actina e de miosina para produzir contração. Ligado intermitentemente aos lados das moléculas de tropomiosina existe ainda outro tipo de molécula de proteína, referida como troponina. Ela é na realidade complexo de três subunidades proteicas frouxamente ligadas, cada uma com participação específica na regulação da contração muscular. Uma das subunidades (troponina I) tem forte afinidade com a actina, outra (troponina T) com a tropomiosina e a terceira (troponina C) com os íon cálcio. Admite-se que esse complexo seja responsável pela ligação da tropomiosina com a actina. Acredita-se que a forte afinidade da troponina pelos íons cálcio seja o evento que desencadeia o processo da contração (GUYTON, 2011).

O início e a execução da contração muscular ocorrem nas seguintes etapas (GUYTON, 2011, BARRET, 2013):

1. Os potenciais de ação cursam pelo nervo motor até suas terminações nas fibras musculares.
2. Em cada terminação, o nervo secreta pequena quantidade da substância neurotransmissora acetilcolina.
3. A cetilcolina age em área local da membrana da fibra muscular para abrir múltiplos canais de cátion “regulados pela acetilcolina”, por meio de moléculas de proteína que flutuam na membrana.

4. A abertura dos canais regulados pela acetilcolina permite a difusão de grande quantidade de íons sódio para o lado interno da membrana das fibras musculares. Isso causa despolarização local que, por sua vez, produz a abertura de canais de sódio, dependentes da voltagem. Isso desencadeia o potencial de ação na membrana.

5. O potencial de ação se propaga por toda a membrana da fibra muscular do mesmo modo como o potencial de ação cursa pela membrana das fibras nervosas.

6. O potencial de ação despolariza a membrana muscular, e grande parte da eletricidade do potencial de ação flui pelo centro da fibra muscular. Aí, ela faz com que o retículo sarcoplasmático libere grande quantidade de íons cálcio armazenados nesse retículo.

7. Os íons cálcio ativam as forças atrativas entre os filamentos de actina e miosina, fazendo com que deslizem ao lado um do outro, que é o processo contrátil.

8. Após fração de segundo, os íons cálcio são bombeados de volta para o retículo sarcoplasmático pela bomba de cálcio (Ca^{++}) da membrana, onde permanecem armazenados até que novo potencial de ação muscular se inicie; essa remoção dos íons cálcio das miofibrilas faz com a contração muscular cesse.

Quando um músculo se contrai contra uma carga é realizado trabalho, isso significa que a energia é transferida do músculo para uma carga externa, para levantar um objeto ou para superar a resistência ao movimento. Esse trabalho requer energia (GUYTON, 2011).

Essa energia é fornecida pelo trifosfato de adenosina - ATP. Quando um músculo se contrai, grandes quantidades de ATP são degradadas, formando difosfato de adenosina - ADP, o que transfere a energia das moléculas de ATP para o mecanismo da contração da fibra muscular. Então o ADP é refosforilado para formar um novo ATP, o que permite que o músculo continue sua contração. Existem muitas fontes de energia para essa refosforilação (GUYTON, 2011).

A primeira fonte é a substância fosfocreatina, que transporta uma ligação de fosfato de alta energia similar às ligações do ATP. Quando a fosfocreatina é clivada, a energia liberada causa a ligação de novo íons fosfato ao ADP. Porém

a energia combinada do ATP armazenado e da fosfocreatina, no músculo, é capaz de manter a contração muscular máxima por apenas 5 a 8 segundos (GUYTON, 2011).

A segunda fonte importante de energia é a glicólise do glicogênio previamente armazenado nas células musculares. O rápido desdobramento enzimático do glicogênio a ácidos pirúvico e láctico libera energia que é utilizada para converter o ADP em ATP; o ATP pode então ser utilizado diretamente para energizar contrações musculares adicionais e também para reconstruir as reservas de fosfocreatina. A importância desse mecanismo da glicólise é dupla. Primeiro, as reações glicolíticas podem ocorrer mesmo na ausência de oxigênio, de forma que a contração muscular pode ser mantida por muitos segundos e muitas vezes por mais do que 1 minuto, mesmo quando o oxigênio liberado pelo sangue não estiver disponível. Segundo, a velocidade de formação do ATP pelo processo glicolítico é cerca de 2,5 vezes mais rápida do que a formação do ATP, em resposta à reação dos nutrientes celulares com o oxigênio. Entretanto, como muitos produtos finais da glicólise se acumulam nas células musculares, a glicólise perde também sua capacidade de sustentar a contração muscular máxima por até 1 minuto (GUYTON, 2011).

A terceira e última fonte de energia é o metabolismo oxidativo. Isso significa combinar o oxigênio com os produtos finais da glicólise e com vários outros nutrientes celulares, para liberar ATP. Mais de 95% de toda a energia usada pelos músculos para a contração mantida por longo tempo são derivadas dessa fonte. Os nutrientes alimentares consumidos são carboidratos, gorduras e proteínas. Para a atividade muscular máxima extremamente longa, por período de várias horas, a maior proporção de energia vem da gordura, mas por período de 2 a 4 horas, a metade da energia vem dos carboidratos armazenados (GUYTON, 2011).

Cada músculo do corpo é composto por mistura das chamadas fibras musculares rápidas e lentas, além das fibras com diferentes graduações entre esses dois extremos (GUYTON, 2011, BARRET et al., 2013).

As fibras lentas (Tipo I, músculo vermelho) possuem: (1) fibras menores; (2) inervação por fibras nervosas pequenas; (3) sistema dos vasos sanguíneos e dos capilares mais extensos, para suprir quantidades extras de oxigênio; (4) número de mitocôndrias muito elevado também para dar suporte aos altos

níveis de metabolismo oxidativo; (5) grande quantidade de mioglobina, proteína que contém ferro, e isso faz com que o transporte de oxigênio para as mitocôndrias seja acelerado. A mioglobina dá ao músculo lento sua aparência avermelhada.

As fibras rápidas (Tipo II, músculo branco) possuem: (1) fibras grandes para grande força de contração; (2) retículo sarcoplasmático muito extenso, para a rápida liberação de íons cálcio; (3) grande quantidade de enzimas glicolíticas, para a rápida liberação de energia pelo processo glicolítico; (4) suprimento de sangue menos extenso devido ao metabolismo oxidativo ter importância secundária; (5) menor número de mitocôndrias também porque o metabolismo oxidativo é secundário. Chamado de músculo branco devido ao déficit de mioglobina (GUYTON, 2011, BARRET et al., 2013).

Para que haja uma contração muscular eficiente, o sistema de inervação deve estar em perfeita harmonia. Cada motoneutônio que sai da medula espinhal inerva múltiplas fibras musculares, e essa quantidade depende do tipo de músculo. Todas as fibras musculares inervadas por uma só fibra nervosa formam uma unidade motora. Em geral, pequenos músculos que devem reagir rapidamente e nos quais o controle deve ser preciso têm mais fibras nervosas e menos fibras musculares. Inversamente, grandes músculos que não necessitam de controle fino podem ter muitas fibras musculares em uma unidade motora. O número médio para todos os músculos do corpo é questionável, mas boa suposição seria em torno de 80 a 100 fibras musculares por unidade motora (GUYTON, 2011, BARRET et al., 2013).

As fibras musculares de cada unidade motora não estão agrupadas no músculo, mas se misturam com outras unidades motoras como microgrupos de 3 a 15 fibras. Essa interpenetração permite que unidades motoras distintas se contraíam em suporte às outras, e não como segmentos individuais (GUYTON, 2011).

Todos os músculos do corpo são continuamente remodelados para se ajustar às funções que são requeridas deles. Seus diâmetros, comprimentos, forças e suprimentos vasculares podem ser alterados e até mesmo suas fibras musculares, mesmo que discretamente, podem ser alteradas individuais (GUYTON, 2011).

Quando a massa muscular aumenta, isso é referido como hipertrofia muscular, e quando a massa muscular diminui, o processo é referido como atrofia muscular. A maneira pela qual as contrações vigorosas levam à hipertrofia não é conhecida. Sabe-se, entretanto, que a intensidade da síntese de proteínas contráteis no músculo é bem maior quando a hipertrofia está se desenvolvendo, gerando também aumento progressivo dos filamentos de actina e miosina nas miofibrilas com frequência aumentando por até 50%. Junto com o aumento crescente do tamanho das miofibrilas, o sistema enzimático que fornece energia também aumenta individuais (GUYTON, 2011).

Quando um músculo fica sem uso por muitas semanas, a intensidade de degradação das proteínas contráteis é muito mais rápida do que a intensidade de sua reposição. Disso resulta a atrofia muscular. A via ubiquitina-proteasoma dependente de ATP parece ser a via responsável por parte da degradação. Proteasomas são grandes complexos de proteínas, danificadas ou desnecessárias por proteólise, a reação química que desfaz as ligações peptídicas. A ubiquitina é proteína respiratória que basicamente marca as células que serão destinadas à destruição pelos proteasomas (GUYTON, 2011).

Um aumento na massa muscular produz estiramento de fibras de colágeno e na interface do periósteo, resultando na estimulação do crescimento ósseo local. Mudanças no estresse mecânico, como a imobilização e a falta de gravidade podem influenciar tanto músculo como o osso. Vários estudos têm indicado que a maior massa muscular está intimamente relacionada ao aumento da DMO. Os íons cálcio também são fundamentais para a contração muscular, e a hipocalcemia induz tetania muscular. Além disso, o músculo e o osso são simultaneamente influenciados pelos estados patológicos, tais como excesso de glucocorticóides e da deficiência de vitamina D. Esses resultados levantam a possibilidade de que pode haver interações importantes entre o sistema muscular e o metabolismo ósseo (KAJI, 2014).

2.4 TECIDO MUSCULAR E ENVELHECIMENTO

A força e resistência muscular são aptidões, capacidades importantes para todos os indivíduos, mas tornam-se ainda mais importantes à medida que os indivíduos envelhecem, pois nos idosos a força tem um papel significativo na preservação da autonomia e independência. Por exemplo, uma perda substancial de força nas pernas e nas costas, não só prejudica a locomoção como está associada a risco maior de queda (DOHERTY, 2003).

O músculo esquelético é um tecido com alta susceptibilidade ao processo de envelhecimento, afetado por alterações progressivas e deletérias associadas à desorganização estrutural e funcional inerente à senescência. Curiosamente, estas mudanças relacionadas à idade são observadas entre adultos saudáveis e fisicamente ativos (ZHONG et al., 2007). Segundo alguns autores, entre os 25 e 65 anos de idade, há uma diminuição substancial da massa magra, da ordem de 10 a 16% (LOPES, 2009).

O envelhecimento está associado não só com uma diminuição progressiva da massa muscular, como também da força e qualidade muscular, uma condição descrita como sarcopenia (ZHONG et al., 2007). Os dados sobre a incidência e prevalência da sarcopenia são escassos na literatura do Brasil; porém em outros países a prevalência varia de 13% a 25% dos indivíduos entre 65 e 70 anos de idade, e mais de 50% dos idosos acima de 80 anos (LEITE et al., 2012).

Recentemente o “European Working Group on Sarcopenia in Older People” - EWGSOP sugeriu critérios e subclassificações para uma definição de sarcopenia. Baseados não só na avaliação da massa livre de gordura, mas também na avaliação da perda de força muscular e desempenho físico. De acordo com o EWGSOP a sarcopenia pode ser classificada em três categorias: pré-sarcopenia (caracterizada por uma baixa massa muscular, sem qualquer diminuição da força ou desempenho físico); sarcopenia (definida por redução na massa muscular acompanhada de uma deterioração de força e/ou desempenho físico); sarcopenia grave (definida pela combinação de baixa massa muscular e baixa da força muscular e do desempenho físico) (PEREIRA et al., 2015).

Estudos epidemiológicos sugerem vários fatores contribuintes para a ocorrência de sarcopenia, incluindo aspectos genéticos, mudanças neuronais e hormonais, nutrição inadequada e inatividade física. Alterações estruturais e químicas na actina e miosina são potenciais candidatas para a sarcopenia (ZHONG et al., 2007). Sobretudo recentemente, a literatura tem reportado a inter-relação do estresse oxidativo como agente causal de processos neurodegenerativos e da própria sarcopenia (LEITE et al., 2012).

Com o avançar da idade essa perda substancial da massa magra não se dá de forma uniforme entre os diferentes tipos de fibra muscular; parece que até os 70 anos de idade, as fibras do tipo I são mais resistentes à atrofia, enquanto que a área relativa às fibras do tipo II declina de 20 a 50% (FRONTERA et al., 1991).

A atrofia muscular associada à idade é resultado de uma combinação da atrofia de cada fibra individual, juntamente com uma diminuição no número total de fibras, principalmente do tipo II. O número de fibras parece diminuir como resultado da perda da unidade motora. A remodelação de unidades motoras, relacionadas com a idade, envolve denervação seletiva das fibras musculares rápidas com reinervação de algumas fibras por axônios que brotam a partir de fibras lentas. O resultado da perda e atrofia das fibras individuais e da perda de unidades motoras rápidas juntamente com o aumento das unidades motoras lentas resulta em fraqueza muscular e perda de movimentos finos (ZHONG et al., 2007).

2.5 COMPOSIÇÃO CORPORAL E ENVELHECIMENTO

Clinicamente, a composição corporal é vista em termos de dois compartimentos: massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG). MG mais MLG, que é formada por proteínas, água e minerais (a maioria dos quais está nos ossos), é igual a massa corporal total (MCT) (SPIRDUSO, 2005).

O envelhecimento desencadeia modificações na composição corporal do ser humano, observando-se um aumento da MG e uma diminuição da MLG (CARNEIRO et al., 2015, BARBOSA et al., 2001). Existem dois tipos de gordura corporal: a essencial, necessária para a função normal do sistema nervoso

central e outros órgãos do corpo, e a armazenada, a qual a gordura é estocada no tecido adiposo (SPIRDUSO, 2005).

A densitometria (DXA) é considerada o “padrão-ouro” para estimar a composição corporal e é utilizada para determinar a validade de medidas clínicas (SPIRDUSO, 2005).

Embora o aumento do peso corporal durante a vida comece a estabilizar-se aos 50 anos, aproximadamente, e até comece a diminuir na sétima década, a gordura corporal continua a aumentar. Por exemplo, entre pessoas de 70 anos alguns valores médios de gordura corporal são cerca de 21% para homens e em torno de 39% para mulheres (SPIRDUSO, 2005). Nas mulheres não é raro encontrar MG de 50% aos 80 anos (GUCCIONE; WONG e AVERS, 2013).

Na média, homens e mulheres diferem na forma como acumulam gordura, e essas diferenças começam muito cedo, são padrões de gordura andróide e ginóide. Todavia, a medida que homens e mulheres envelhecem a gordura corporal é de alguma forma redistribuída. Nos homens a gordura subcutânea diminui na periferia do corpo, mas o depósito de gordura aumenta tanto central (gordura subcutânea do tronco) como internamente (órgãos gordurosos). Nas mulheres, a gordura corporal total aumenta com o envelhecimento, porém a subcutânea pode permanecer estável após os 45 anos, aproximadamente. Assim, a quantidade crescente de gordura corporal total nas mulheres deve-se sobretudo a um aumento na gordura corporal interna (visceral). Assim, tanto nos homens como nas mulheres, é provável que a distribuição de gordura desvie de gordura subcutânea para gordura mais interna ou intramuscular. Os músculos parecem ser parcialmente substituídos por tecido gorduroso; gordura e tecido conectivo infiltram as fibras dentro do músculo com o envelhecimento (SPIRDUSO, 2005).

Muito importante é o fato que a maior parte do aumento de gordura ocorra no peritônio, que atualmente, se acredita ser um importante fator contribuinte para o aumento de inflamação que ocorre com o envelhecimento. Acredita-se, também, que o aumento da gordura intra-abdominal predisponha os idosos, sobretudo, as mulheres, à elevação dos níveis lipídicos e ao pré-diabetes. A gordura é um tecido metabólico extremamente ativo, e sua

contribuição para o declínio relacionado com a idade e a doença está apenas começando a ser entendida (GUCCIONE; WONG e AVERS, 2013).

Quanto maior a gordura intra-abdominal, maior o risco de cardiopatia, síndrome metabólica, diabetes e câncer. As mulheres são particularmente vulneráveis a essas doenças após a menopausa, pois os efeitos protetores do estrogênio desaparecem e as mulheres têm mais tecido adiposo que os homens em todas as idades. (GUCCIONE; WONG e AVERS, 2013).

Embora a composição corporal, assim como as mudanças relacionadas à idade que nela ocorrem, tenha um componente genético forte, ela é também influenciada por fatores ambientais como nutrição, doença e atividade física (SPIRDUSO, 2005).

2.6 EFEITOS DA ATIVIDADE FÍSICA SOBRE O TECIDO ÓSSEO

A maioria das pesquisas sobre os efeitos dos exercícios no tecido ósseo trata da massa óssea, densidade óssea, formação óssea e mineralização óssea. Esses estudos pressupõem que essas variáveis estão relacionadas com a força óssea e que aumentos nessas variáveis produzirão ossos mais resistentes ao estresse (SPIRDUSO, 2005). Raab et al. (1990) mensuraram diretamente a força de ruptura de ossos estudando esse fenômeno em ratos jovens e idosos que tinham se exercitado durante dez semanas ou eram sedentários. Depois que os animais tinham se exercitado eram sacrificados e a força necessária para quebrar os ossos era mensurada. Foi necessário muito mais força para quebrar os ossos dos ratos que tinham se exercitado, tanto jovens quanto idosos, do que ratos sedentários.

A atividade física promove alterações no metabolismo ósseo por efeito direto, via força mecânica, ou indireto, promovido por fatores hormonais (HENDERSON et al., 1998, BRAHM et al., 1997). A força mecânica, quando aplicada sobre o tecido ósseo, forma sinais endógenos que interferem nos processos de remodelação óssea. Esses sinais são captados por um sistema mecanossensorial no qual o osteócito é a principal célula responsável por traduzir a força mecânica em sinais bioquímicos que regulam o turnover ósseo. Acredita-se que a deformação celular causada pela força direta sobre a célula, o aumento da pressão intracanalicular provocado pela força dinâmica e o

incremento da velocidade do fluxo do fluido intersticial sejam fatores que afetam diretamente o osteócito. O fluxo de fluido intersticial pelos canalículos ao redor do osteócito parece ser responsável pela deformação da matriz extracelular e por alterações nas membranas celulares (OCARINO; SERAKIDES, 2006).

Numa avaliação, em todo o esqueleto, do efeito da atividade física no tratamento da osteoporose, foi observado que, após três meses de atividade física, a espessura do osso nasal das ratas com osteoporose, submetidas a atividade física diária, era significativamente maior em relação aos animais com osteoporose sedentários. Contudo, o osso nasal não sofre qualquer tipo de impacto durante o exercício, sugerindo, assim, que o efeito benéfico provocado pela atividade física seja mediado, não somente pela força mecânica, mas também, por hormônios e fatores de crescimento (OCARINO; SERAKIDES, 2006, OCARINO, 2004). A atividade física estimula a secreção do hormônio de crescimento (GH) que tem efeito anabólico direto ou indireto, via fator de crescimento semelhante à insulina 1 (IGF-1), que é uma citocina que estimula a síntese de DNA e conseqüentemente promove a síntese de colágeno pelas células osteogênicas, aumentando a formação de matriz óssea in vivo. Em seres humanos, postula-se que, mesmo não havendo elevação plasmática, a liberação local de IGF-1 é a responsável pelo efeito anabólico do exercício sobre o tecido ósseo (HENDERSON et al., 1998).

Outro efeito da atividade física que apresenta ação autócrina importante no osso, é que a atividade física aumenta a velocidade dos fluidos intracanaliculares por entre os osteócitos, como citado anteriormente, e conseqüentemente eleva os níveis de prostaglandina E2, estimulando a diferenciação das células do estroma da medula óssea em células osteoprogenitoras (OCARINO; SERAKIDES, 2006).

Há indícios de que a atividade física minimiza a osteopenia decorrente do avançar da idade e do declínio dos esteroides sexuais. Contudo, não são todos os tipos de exercício que promovem efeito benéfico sobre o esqueleto de mulheres na pós-menopausa. Há estudos que demonstram que exercícios com carga de peso moderada como caminhadas, corridas, musculação promovem o aumento da DMO dessas mulheres. Ao contrário, foi observado que mulheres submetidas ao exercício físico de baixa carga de peso como natação, possuem

resultados satisfatórios no condicionamento cardiovascular, mas não promovem alteração no conteúdo mineral do esqueleto (OCARINO; SERAKIDES, 2006, SINAKI, 1989, BASSEY, 2001, KIM et al., 2011).

Jovine et al. (2006) realizaram uma revisão sistemática investigando o efeito do treinamento resistido sobre a osteoporose após a menopausa, onde encontraram vinte e seis estudos com uma amostragem total de 2300 mulheres com idades entre 40 e 92 anos verificando que intervenções com treinamento resistido apresentaram resultados estatisticamente significativos sobre a força muscular e densidade mineral óssea nos sítios vertebrais lombares, fêmur e quadril total, mostrando que o treinamento resistido pode ser capaz de prover estímulos para aumentar a força muscular e a formação óssea.

Marques et al. (2013) estudaram o efeito no equilíbrio, na força muscular de membros inferiores e na DMO de 47 idosos saudáveis com idade média de 68,2 anos. O treinamento se deu por 32 semanas com frequência de 2 vezes por semana. Houve aumento do equilíbrio dinâmico (6,4%), da força muscular (11%) e na DMO do trocanter (0,7%), DMO total do quadril (0,6%) e DMO da coluna lombar (1,7%).

O estudo de Tenório et al. (2005) que objetivou investigar as possíveis alterações morfométricas no tecido ósseo de 50 camundongos fêmeas, divididas em grupo controle, grupo ovariectomizado que foram submetidos ao exercício físico e grupo ovariectomizado sedentário. As cobaias foram submetidas ao exercício físico durante 5 semanas em esteira elétrica durante 20 minutos; e os resultados mostraram, mais uma vez, que o exercício preveniu alterações do tecido ósseo decorrentes da ovariectomia e possibilitou um aumento da formação óssea.

Embora alguns resultados sejam contraditórios, a literatura não deixa dúvidas quanto aos efeitos benéficos da atividade física sobre o tecido ósseo, tanto em indivíduos normais quanto na prevenção e tratamento da osteoporose. Porém os mecanismos pelos quais a atividade física estimula a diferenciação osteoblástica, bem como os efeitos dos diferentes tipos de exercício físico devem ser melhor elucidados (OCARINO; SERAKIDES, 2006, OZAKI et al., 2014, KIM et al., 2014).

2.7 MÉTODO PILATES

Joseph Hubertus Pilates nasceu em 9 de dezembro de 1883, em Mönchengladbach, próximo a cidade de Dusseldorf na Alemanha; cresceu como uma criança frágil e propensa à doenças (REYNEKE, 2009, JUNGES, 2010). Nessa época, a revolução industrial havia trazido um estilo de vida mais sedentário, e aumento de doenças contagiosas e de mortalidade infantil; conseqüentemente declinação na Saúde. A ameaça de tuberculose o impulsionou a melhorar seu condicionamento físico. Foi tanto o êxito que aos 14 anos de idade, ele posava como modelo para desenhos de anatomia. Sabe-se que trabalhou no Reino Unido de 1912-1914 como artista circense, lutador de boxe e instrutor de autodefesa; também praticou mergulho e esqui aquático (CALAIS-GERMAIN, 2012). Durante a guerra de 1914-1918, ele ficou refugiado na ilha de Man, e desenvolveu ainda mais suas habilidades físicas, ensinando sua técnica a seus companheiros internos, utilizando-se de equipamentos com molas e cordas de colchões para fazer exercícios de reabilitação com os soldados restritos ao leito (JUNGES, 2010, LATEY, 2001).

De volta a Alemanha depois da guerra, diz-se que Pilates foi influenciado por Rudolph Von Laban, criador do amplamente utilizado sistema de notações da dança e também neste período ele cria e aprimora seus equipamentos (REYNEKE, 2009, JUNGES, 2010). Logo depois, em 1923, ele migrou para os EUA e se estabeleceu em Nova York, onde fundou o seu Studio na 8ª Avenida (LATEY, 2001).

Em 1934 Pilates publicou um pequeno livro, "*Your Health*" (PILATES, 2010), no qual mostra alguns dos equipamentos que se tornaram marca registrada do seu sistema. Tornou-se bastante respeitado e, a partir de 1939, pôde exibir uma vasta e variada lista de clientes, que incluía desde escritores, atores até bailarinos do *New York City Ballet*. Pilates teve um excelente relacionamento com Honya Holm, Martha Graham e o coreógrafo George Balanchine (REYNEKE, 2009, JUNGES, 2010, LATEY, 2001).

Ao longo dos anos, ele lapidou seu método, aprimorando-se até chegar aos exercícios centrais, publicados em 1945 no livro "*Return to Life Through Contrology*", que escreveu com o co-autor William John Miller. Fotografias

ilustravam cada um dos exercícios, e o próprio Pilates, já com mais de 60 anos, demonstrava cada passo (REYNEKE, 2009, PILATES, 2010).

Em 1967, Pilates morre em um incêndio em seu Studio, na tentativa de salvar seus aparelhos. Sua esposa Clara procurou dar continuidade ao seu trabalho e contou com a ajuda dos bailarinos que trabalharam com Pilates. Porém, após a morte de Clara, houve uma disputa de direito no registro de marcas. Apenas em 20 de outubro de 2.000, a Corte Federal de Nova York, tornou nulas as marcas registradas, fazendo com que o Método Pilates fosse de uso público, por se tratar de um método de trabalho (LATEY, 2001, JUNGES, 2014).

Seus ensinamentos foram passados como um método de condicionamento físico denominado Arte do Controle ou “Contrologia” e só foi denominado Método Pilates após a morte de seu idealizador (SILVA; MANNRICH, 2009, ALADRO-GONZALVO et al., 2012, REYNEKE, 2009, JUNGES, 2010, LATEY, 2001, JUNGES, 2014, JUNGES, 2012).

Pilates em seu primeiro livro, afirmava que “Contrologia é o controle consciente de todos os movimentos musculares do corpo. É a correta utilização e aplicação dos mais importantes princípios das forças que se aplicam a cada um dos ossos do esqueleto, com o completo conhecimento dos mecanismos funcionais do corpo, e o total entendimento dos princípios de equilíbrio e gravidade aplicados a cada movimento, no estado ativo, em repouso e dormindo” (PILATES, 2010, PANELLI, 2006).

O esquema corporal é o guia dos movimentos, ou seja, a base da contrologia, considerada a completa coordenação de corpo, mente e espírito. Esta habilidade é adquirida com a prática (CRAIG, 2005). O ato de imaginar a execução do movimento é capaz de estimular os neurônios da área motora cerebral correspondente. Isto se traduz em um maior controle neuromuscular, em maior percepção corporal e em uma contração realmente eficaz, sem necessitar de cargas tão expressivas para conquistar tônus e a definição muscular (SCHLATTER et al., 2008).

A atividade do sistema nervoso se inicia com os impulsos sensoriais provindos dos receptores periféricos que trazem informações do meio externo e

interno, chamados de estímulos aferentes, os quais são levados por um conjunto de neurônios até o córtex, onde as informações serão integradas, interpretadas, comparadas e será elaborada uma resposta adequada. Essa resposta, então, é transmitida a um efetor que pode ser o músculo estriado esquelético, estriado cardíaco, músculo liso ou glândulas por meio das fibras nervosas eferentes (GUYTON, 2011).

A representação das relações espaciais entre as partes do corpo percebidas cinesteticamente e proprioceptivamente formam o esquema corporal. Uma interação neuromotora que permite o indivíduo estar consciente do seu corpo no tempo e espaço, com os objetos que o rodeiam tanto no estado de repouso como de movimento, ajustando-o às novas situações e desenvolvendo ações de forma adequada (FREITAS, 2004).

Com a progressão das sessões de Pilates, o praticante será capaz de conhecer os músculos responsáveis por determinada ação, resultando numa maior ativação de neurônios durante a execução dos movimentos e permitindo que o indivíduo reconheça e evite posturas inadequadas. Este ajuste no movimento faz com que um trabalho que utiliza a carga do próprio corpo, que pareça simples aos olhos de quem vê, traga resultados tão expressivos.

É impossível saber exatamente o que Pilates tinha em mente, ao criar a contrologia. Nos seus dois livros, ele não deixa claro como fazer para que um iniciante no método consiga ligar e equilibrar a mente, o corpo e o espírito. Após sua morte, seus discípulos e alunos, na tentativa de interpretar seus ensinamentos pontuaram algumas formas de alcançar a contrologia, estes são os princípios norteadores do método Pilates. No entanto, hoje os programas de treinamento de instrutores e a literatura apresentam discordância sobre quais são esses princípios (ANDERSON; SPECTOR, 2000, REYNEKE, 2009, JUNGES, 2014).

Esta revisão abordará todos os princípios encontrados na literatura, dos mais citados até os menos enfatizados como norteadores do método.

2.7.1 O Controle

O controle é a base de todos os princípios do Pilates e aquele que ele escolheu como nome original de sua metodologia de condicionamento físico. Aprender a controlar seus movimentos é a base da técnica (ANDERSON; SPECTOR, 2000, REYNEKE, 2009, PILATES, 2010).

O controle significa que estão sendo utilizadas as partes corretas do corpo. É o domínio de todos os movimentos a fim de aprimorar a coordenação motora, evitando contrações musculares inadequadas ou indesejáveis, garantindo movimentos seguros (REYNEKE, 2009, JUNGES, 2010, CALAIS-GERMAIN, 2012, PILATES, 2010).

2.7.2 A Concentração

A concentração total é a chave para obter os benefícios do método Pilates. A prática do exercício, em qualquer nível, só será eficiente se houver concentração (KAJI, 2014).

Durante todo o exercício a atenção é voltada para cada parte do corpo e nenhum movimento deve ser ignorado. A mente está sempre presente e as escolhas são conscientes (REYNEKE, 2009, JUNGES, 2010, PILATES, 2010, CRAIG, 2005).

2.7.3 A Centralização

Em muitas culturas orientais, o centro do corpo, que comanda todas as nossas ações, não é o cérebro, nem o coração, mas a pélvis. Mais precisamente a faixa contínua de músculos que estão entre a parte inferior da caixa torácica e a parte frontal do ílio, desde as costas até a frente, Joseph chamou esta região de “Power House” (ANDERSON; SPECTOR, 2000, MUSCOLINO; CIPRIANI, 2004, REYNEKE, 2009, PILATES, 2010, JUNGES, 2012).

Os músculos que constituem o “Power House” ou o “centro” são: o reto do abdome, o oblíquo interno e o externo, o transverso do abdome; os eretores profundos da espinha, os extensores e flexores do quadril juntamente com os músculos que compõe o períneo. Pilates descobriu que se ele puxasse o umbigo no sentido da coluna, a região lombar ficaria protegida. Este centro de força forma uma estrutura de suporte, responsável pela sustentação da coluna e órgãos internos. O fortalecimento desta musculatura proporciona a estabilização do tronco e um alinhamento biomecânico com menor gasto energético nos movimentos. Pesquisas recentes confirmam que a estabilidade melhor do corpo pode ser alcançada quando a ação parte do assoalho pélvico para em seguida contrair os músculos abdominais inferiores (MUSCOLINO; CIPRIANI, 2004, JUNGES, 2014).

2.7.4 A Precisão

A precisão é de fundamental importância na qualidade do movimento. Consiste no refinamento do controle e do equilíbrio dos diferentes músculos envolvidos em um movimento. Não importa o movimento que está sendo praticado, ele deve ser executado de maneira correta, com alinhamento preciso do corpo, com a respiração adequada e com os músculos certos sendo utilizados (MUSCOLINO; CIPRIANI, 2004, REYNEKE, 2009, JUNGES, 2010, PILATES, 2010).

A ênfase está na qualidade e não na quantidade. Ela não diz respeito de quantas vezes você faz, mas a maneira como você faz (PILATES, 2010).

2.7.5 A Fluidez

Os princípios de leveza e precisão abrem as portas para um movimento holístico, bonito de ver e fazer. Pilates não desejava que seu método fosse praticado de modo intermitente, nem com paradas. Afirmou que um exercício deveria fluir naturalmente para o seguinte, conectados, sem desperdício de movimentos (PILATES, 2010).

O movimento deve ser de forma controlada e contínua, com qualidade e leveza, absorvendo os impactos do corpo com o solo e usando a inércia (MUSCOLINO; CIPRIANI, 2004, PILATES, 2010, JUNGES, 2014).

2.7.6 A Respiração

Pilates afirmava que frequentemente respiramos errado, usando apenas uma fração da capacidade do pulmão. Ele escreveu profusamente sobre o assunto em suas obras e até criou um aparelho específico para avaliar a capacidade respiratória, o “breath-a-cizer”, um canudo com um cata vento, funcionando como um incentivador expiratório, comumente utilizado na fisioterapia respiratória. Em seu trabalho enfatizou que a respiração é um fator primordial para a realização dos movimentos (MUSCOLINO; CIPRIANI, 2004, LATEY, 2001, PILATES, 2010).

A respiração correta favorece o recrutamento dos músculos estabilizadores profundos da coluna e da pelve, facilita o relaxamento dos músculos inspiratórios e cervicais, incrementa a ventilação pulmonar, melhora a oxigenação tecidual, a captação de produtos metabólicos associados à fadiga, facilita a execução dos movimentos, ajuda a relaxar, a reorganizar o alinhamento postural e ainda ajuda na concentração dos pensamentos (CRAIG, 2005).

Existem várias técnicas respiratórias, a maioria desenvolvida depois da época de Pilates, mas a maioria dos instrutores hoje ensina a respiração lateral, inspiração e expiração expandindo a caixa torácica, em vez de expandir a parede abdominal, o praticante concentra-se em enviar ar para as costas e as laterais do corpo (REYNEKE, 2009, JUNGES, 2010).

O ciclo respiratório proposto pelo método ocorre na seguinte ordem cronológica: inspiração torácica; expiração do tórax superior; expiração do tórax inferior e a expiração abdominal, de forma ritmada, como uma onda (REYNEKE, 2009, JUNGES, 2010, CALAIS-GERMAIN, 2012, PILATES, 2010).

2.7.7 O Alinhamento

Pilates pregava que as curvas da coluna vertebral eram resultado de camas, cadeiras e colchões inadequados. Afirmava que essas curvas não poderiam ser aceitas como normais, pois contrariavam uma lei simples do corpo humano: a coluna de uma criança normal é reta (PILATES, 2010).

Mas já em sua época sabia-se que as curvas da coluna servem para distribuir a força da gravidade, portanto são fisiológicas. Se você se exercitar com a pelve e a coluna mal posicionada, pode provocar um desequilíbrio muscular, portanto durante os exercícios de Pilates deve-se manter a pelve e a coluna numa posição natural e neutra, entre a retroversão e a anteroversão (ROBINSON; NAPPER, 2002). Outras preocupações foram se incorporando aos ensinamentos, como o respeito às curvas fisiológicas da coluna vertebral, ausente no método original. Acredita-se que esta técnica de retificação da coluna lombar foi baseada na técnica da dança Clássica, que exige esta postura. Hoje, com as adaptações nos aparelhos há um conforto e uma facilitação para a correção dos alinhamentos.

2.7.8 O Relaxamento

Pilates referia-se frequentemente a manutenção de uma região relaxada. Isso não significava “lassidão”, deixar os músculos sem atividade. Significava liberar a tensão numa região, conseguindo manter o tônus e o controle, de forma confortável e natural (HENDERSON et al., 1998). O relaxamento é a chave para a saúde e a cura da mente e do corpo. Uma mente e um corpo que sabem relaxar é um conjunto que não ficará exausto (PILATES, 2010, CRAIG, 2005).

2.7.9 O Vigor

Todos os exercícios de Pilates são elaborados com o propósito de estimular os sistemas respiratório, linfático e circulatório de forma que eles

possam funcionar de maneira mais eficiente. A partir de então, não desperdiçar mais energia com tensões desnecessárias e movimentos ineficientes (ROBINSON; NAPPER, 2002). Dessa forma esses exercícios fortalecem os músculos fracos e alongam os tendões (PILATES, 2010).

2.7.10 A Coordenação

O aprendizado de coordenação é um excelente treinamento físico e mental, que estimulará o canal de comunicação das duas vias, com o objetivo de alimentar o bom funcionamento do cérebro e os padrões adequados de estímulo muscular.

Pilates sempre acreditou que seus ensinamentos atingiriam as massas e seriam adotados no mundo todo (LATEY, 2001, JUNGES, 2014). Atualmente o método consiste em mais de 500 exercícios entre os trabalhos de solo e de aparelhos sendo praticado por milhares de pessoas no Brasil e em outros países. Os equipamentos utilizados no método são: *Cadillac, Wall Unit, Reformer, Wunda Chair e Ladder Barriell*. Junto aos exercícios com estes aparelhos, também é aplicado exercícios de solo que servem para complementar os exercícios e criar novos desafios. Nos Estados Unidos existem mais de trezentos centros especializados. O método é muito utilizado por diversos profissionais, tanto os que atuam no treinamento de atletas, como também na prevenção e no tratamento de distúrbios musculoesqueléticos (JUNGES, 2010, JUNGES, 2014, KOLYNIK; CAVALCANTI, 2004).

Entretanto, Pilates não era um escritor prolixo e, infelizmente, grande parte do que se conhece sobre os princípios foi passada verbalmente de uma geração para outra. Isso expôs seu trabalho original a diversas interpretações (DAVIS, 2006).

Segundo Rosa e Lima (2009), a constatação de que o número de praticantes de Pilates tem aumentado muito nas últimas décadas só vem incentivar e respaldar a necessidade do embasamento científico aos profissionais que atuam nessa área.

O Pilates continua crescendo a passos rápidos e, por esta razão, a necessidade de profissionais que façam reabilitação e condicionamento físico

com Pilates está sempre presente. A Fisioterapia e a Educação Física possuem resoluções para o exercício do método dentro de sua profissão. Segundo a Resolução do Conselho Federal de Educação Física (CONFEF) nº 201/2010 dispõe sobre o Pilates como modalidade, método de ginástica e atende aos propósitos da promoção, prevenção, proteção e recuperação da saúde, e se enquadra no controle ético-profissional regulamentado da Educação Física. É prerrogativa dos Profissionais de Educação Física, avaliar, planejar, prescrever, ensinar, aplicar, orientar, controlar, supervisionar, coordenar e dirigir atividades individuais e coletivas de Pilates, em sua forma original ou em qualquer outra forma derivada, objetivando promover, otimizar, aperfeiçoar e aprimorar o funcionamento fisiológico orgânico, bem como, o condicionamento e o desempenho fisiocorporal orientada para o bem estar, estilo de vida ativo e promoção da saúde (CONFEF, 2014).

Conforme a lei Resolução Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO) nº 386 de 08/06/2011 (Federal) compete ao fisioterapeuta, para o exercício do método Pilates, prescrever, induzir o tratamento e avaliar o resultado a partir da utilização de recursos cinesioterapêuticos e mecanoterapêuticos. Composto por exercícios terapêuticos de promoção, prevenção e recuperação da saúde físico funcional. O objetivo do método Pilates, é a estabilização postural, melhora da força muscular para desempenho das atividades da vida diária, mobilidade articular, equilíbrio corporal e harmonia de cadeias musculares, entre outras com vistas á melhora da condição de saúde e qualidade de vida de seus clientes/pacientes (COFFITO, 2014).

De acordo com dados epidemiológicos americanos, quase 50% da clientela dos Studios de Pilates são ou estarão em breve com risco de ter osteoporose. As estratégias de sucesso, utilizando o Método Pilates para fortalecimento dos ossos, devem incluir um sistema de exercícios que desafiem os sistemas neuromuscular e musculoesqueléticos através de uma variedade de estímulos/tensões que estimulem fortalecimento muscular, equilíbrio, coordenação, condicionamento aeróbico, flexibilidade e consciência das partes corporais. Deve-se variar continuamente o desafio (quantidade de estresse) para que o exercício consiga exceder o nível de tensão para qual o osso se adaptou. Os estímulos proprioceptivos devem ser variados, onde o centro do

controle motor e o sistema musculoesquelético sejam estimulados a se reprogramarem com as novas informações para atender o novo desafio. É relevante fazer modificações dos exercícios clássicos do Método Pilates para torna-los mais seguros e eficazes na prevenção e tratamento da osteoporose. Por exemplo, se há risco de osteoporose exercícios clássicos que envolvam a flexão e rotação excessivas da coluna são contra-indicados, sendo necessário adaptá-los (MOLNAR, 2012).

3. JUSTIFICATIVA

Durante o envelhecimento algumas alterações são observadas no tecido ósseo, tanto na maior velocidade de reabsorção como de formação óssea, diminuição da deformação plástica e acúmulo de microdanos, deixando o osso mais susceptível às fraturas (LEITE et al., 2012). Estas modificações podem acarretar importantes implicações para a saúde e condições socioeconômicas dos idosos, uma vez que contribui para a fragilidade, perda funcional e dependência (TEIXEIRA, 2013, SCHUCHMANN, 2012). Diversos fatores de risco estão relacionados com o aumento destas alterações, principalmente aqueles relacionados com o estilo de vida sedentário e baixa atividade física.

Apesar da escassez de estudos com amostragem significativa, há evidência científica dos benefícios do treinamento com o método Pilates para a melhora da força muscular, flexibilidade e equilíbrio (CAKMAKÇI, 2011). Kloubec (2010) concluiu no seu estudo com cinquenta indivíduos de meia-idade que após 12 semanas de treinamento duas vezes por semana, houve melhora significativa na força muscular e flexibilidade. Também Siqueira Rodrigues et al. (2010) avaliaram o efeito do método Pilates na autonomia funcional de 52 idosas e encontraram melhora significativa nas variáveis estudadas.

Atualmente apesar do número crescente de profissionais da saúde que aplicam os princípios do método Pilates em reabilitação, ainda são escassos os estudos publicados que investiguem a eficácia e os parâmetros para aplicabilidade clínica (DAVIS, 2006). As primeiras publicações que se pode encontrar na base de dados científica MEDLINE com a palavra-chave <<Pilates>> datam do ano de 1999, mas se tratam de investigações analíticas e até 2004 não se publicou nenhum estudo de intervenção (GARCÍA PASTOR; AZNAR LAÍN, 2011).

Desta forma, este estudo justifica-se pela necessidade de investigar os efeitos de um programa de exercícios do Método Pilates sobre a densidade óssea de idosas, proporcionando embasamento científico para intervenções na geriatria e gerontologia que visam melhorar a massa óssea desta população.

4. OBJETIVOS

4.1 GERAL

Verificar o efeito de um programa de exercícios de Pilates na densidade mineral óssea (DMO) de idosas sedentárias.

4.2. ESPECÍFICOS

4.2.1 Principais

- Verificar o efeito de um programa de exercícios de Pilates na DMO da coluna lombar (segmentos L1-L4);
- Verificar o efeito de um programa de exercícios de Pilates na DMO do colo do fêmur;
- Verificar o efeito de um programa de exercícios de Pilates na DMO do fêmur proximal total.

4.2.2 Secundários

- Verificar o efeito de um programa de exercícios de Pilates na massa corporal (peso), tecido gordo, tecido magro, IMC, circunferência abdominal, porcentagem de gordura corporal e conteúdo mineral ósseo.

5. HIPÓTESES

H0- Um programa de exercícios do método Pilates não altera a DMO de idosas sedentárias.

H1- Um programa de exercícios do método Pilates altera DMO de idosas sedentárias.

6 METODOLOGIA

6.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Estudo caracterizado como analítico (MARCONI; LAKATOS, 1992) do tipo ensaio clínico controlado e cego (HULLEY et al., 2008, BARBETTA, 2006) que teve como base o Consolidated Standards of reporting Trial (CONSORT).

O estudo foi considerado cego pois o avaliador que disponibilizou o laudo da Densitometria Óssea, assim como os avaliadores do questionário e medidas físicas, não tiveram acesso às informações da randomização, desta forma não foi possível saber quais idosas fizeram parte do grupo controle ou experimental.

6.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

6.2.1 Descrição

A população do estudo contou com mulheres sedentárias com idades entre 60 anos e 69 anos residentes na cidade de Lages/SC. A cidade de Lages (IBGE, 2011) possui 158.961 habitantes e é o 8º município mais populoso de Santa Catarina, correspondendo a 2,5% da população do estado. Possui uma área de 2.631,504 Km², densidade demográfica de 59,53Hab/Km²; com o clima subtropical e a temperatura média de 14,3°C.

6.2.2 População

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011) estipulam que 9,9% da população de Lages/SC compreendem a faixa etária acima dos 60 anos, totalizando 9.976 mulheres idosas, sendo que 5.542 têm idades entre 60 e 69 anos. Destas, 14% são consideradas sedentárias pelo Ministério da Saúde (MINISTERIO DA SAÚDE, 2011). Assim, a população alvo deste estudo foi composta por 776 idosas sedentárias.

6.2.3 Amostra

O cálculo do tamanho de amostra (n) foi realizado baseado no teste t para comparar médias de variáveis contínuas (DMO), por meio do programa EPIBIOSTAT (EPIBIOTAST, 2015, HULLET et al., 2008), sendo utilizado um nível de significância de 0.10 (α), poder estatístico de 0.20 (β), distribuição proporcional entre os grupos e magnitude do efeito padronizada de 1 (E/S). O número retornado para cada grupo foi 12 (Grupo Controle –GC e Grupo Pilates –GP), totalizando uma amostra de 24 idosas sedentárias.

6.2.4 Recrutamento

A amostra foi recrutada através de convite divulgado pela mídia local (jornal e rádio), onde foram disponibilizados telefone e endereço para que as idosas que estivessem interessadas em participar da pesquisa pudessem ligar e obter maiores informações. No decorrer do recrutamento foi agendada uma reunião prévia para esclarecer as idosas sobre a pesquisa e assim as que foram classificadas nos critérios de inclusão, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (ANEXO I).

6.2.5 Critérios de Inclusão

- ter idade entre 60 e 69 anos;
- residir na área urbana de Lages/SC;
- participar voluntariamente do estudo e ter disponibilidade para a realização das sessões de Pilates;
- ser sedentária: indivíduo que não inclui no estilo de vida atividades físicas regulares, onde predomina o trabalho sentado e o lazer passivo. Considera-se sedentário um indivíduo que tenha o gasto calórico semanal em atividades físicas inferior a 500 Kcal – além da necessidade basal (NAHAS, 2010).
- não fumar;

6.2.6 Critérios de Exclusão

- apresentar doenças crônicas graves, cognitivas ou neurológicas que impedissem a realização dos procedimentos, como Osteoartrose severa, Artrite reumatoide, Demências, Alzheimer, Parkinson, Acidente Vascular Cerebral, Hipertensão não controlada entre outras.

-foram considerados como perdas os indivíduos que por motivos de ordem maior não participaram de pelo menos 90% do programa de Pilates e/ou tiveram 4 faltas consecutivas nas sessões e que não pudessem ser reavaliados;

6.3 COLETA DOS DADOS

6.3.1 Local da Pesquisa

Os dados foram coletados na Clínica de Imagens Radiológicas CliniRad, localizada na Rua João de Castro, 45 Centro – Lages/SC e o programa de Pilates foi realizado no Studio Daniela Liposcki- Pilates Clínico, situada na Rua São Joaquim, 573, Copacabana- Lages/SC.

6.3.2 Procedimentos

ETAPA 1: 1ª Avaliação- composta por três blocos:

Bloco 1 – Entrevista (ANEXO 2) utilizando um questionário com dados demográficos, socioeconômicos, idade; estado civil; cor da pele auto-referida e relato das atividades físicas realizadas.

Bloco 2 – Mensuração das variáveis antropométricas, peso em quilogramas (balança digital); altura em centímetros (estadiômetro).

Bloco 3 _ Realização do exame de Densitometria Óssea*.

*Densitometria Óssea: o equipamento utilizado foi o densitômetro modelo *DPX NT* da marca *General Electric* (Fairfield, Connecticut-EUA). Os sítios anatômicos de interesse para análise da DMO foram a Coluna Lombar (segmento de L1-L4) e Fêmur Proximal (Fêmur Total e Colo) e a composição corporal analisada conforme a recomendação da *International Society for Clinical Densitometry* (ISCD, 2007). Os critérios diagnósticos da densitometria mineral óssea foram os interpretados obedecendo aos da WHO.

ETAPA 2: Programa de exercícios do Método Pilates

Após avaliadas, as idosas do GP foram convidadas a participar de um programa de exercícios de Pilates, onde foram realizadas 50 sessões, com 30 minutos de duração, com frequência de 2 vezes por semana, durante aproximadamente 6 meses de intervenção.

O programa constou de exercícios do Mat Pilates (PILATES, 2010), Cadillac, Reformer e Chair, onde foram trabalhados exercícios de força, flexibilidade e equilíbrio em várias posturas e grupos musculares utilizando movimentos em cadeia aberta ou fechada; com ênfase na musculatura paravertebral, abdominal e de membros inferiores.

O programa de exercícios respeitou a fase de adaptação orgânica ao exercício (Ciclo 1) com duração aproximada de oito semanas, seguida pela fase de aumento da resistência e intensidade dos exercícios (Ciclo 2) com duração de nove semanas e finalizando com a fase de manutenção das resistências (Ciclo 3) que foi de oito semanas (MOLNAR, 2012, JUNGES, 2010, JUNGES, 2014, NAHAS, 2010).

Os exercícios utilizados seguiram as recomendações do “protocolo de exercícios do Método Pilates para prevenção da osteoporose” do “*Physical Mind Institute*” (MOLNAR, 2012), listados a seguir (ANEXO 3):

- Bicycle (adaptado)
- Eve’s Lunge
- Footwork
- Footwork Heel Lowers and Lift
- Front Balance Lunges
- Jump Board Variations

- Leg Springs Supine Variations
- Pelvic Lift
- Side Splits
- Swan
- The Hundred (adaptado)
- Walking

As idosas do GC foram orientadas a não alterar suas atividades cotidianas durante o tempo desta pesquisa.

ETAPA 3: 2ª Avaliação

Após o termino das sessões todas as idosas de ambos os grupos foram reavaliadas, com os mesmos testes, seguindo a ordem anterior sob as mesmas condições.

6.4 ANALISE ESTATÍSTICA

Todos os dados foram revisados e digitados pela pesquisadora com o propósito de evitar possíveis erros. Caso fosse necessário, um novo contato com as idosas participantes seria feito.

Para o tratamento estatístico dos dados foi utilizado o programa informático SPSS 20.0 para Windows 8. A análise exploratória dos dados se deu através de estatística descritiva, sendo que para a análise foi utilizado: frequência e porcentagem (variáveis qualitativas), média, desvio-padrão, valor mínimo, valor máximo (variáveis quantitativas). Para a análise da homogeneidade (normalidade) dos dados, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Para inferência estatística foi utilizado o teste T de Student para distribuição normal e o teste U de Mann-Whitney para distribuição assimétrica, com nível de significância fixado em 5% ($p < 0,05$). A fonte de referência para a estatística foi Hulley, Barbetta entre outros (HULLEY et al., 2008, BARBETTA, 2006).

6.5 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Essa pesquisa foi inicialmente aprovada pela Comissão Científica do PPGGB (ANEXO 4) e posteriormente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul com parecer número 929.768 em 06 de fevereiro de 2015 (ANEXO 5) e está de acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Por se tratar de um ensaio clínico, este estudo foi registrado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC) com o número RBR-22bpsb em 12 de agosto de 2015 (ANEXO 6). Todos os indivíduos que participaram do estudo assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Esse estudo contou com a participação da pesquisadora e de acadêmicas do quinto semestre do curso de fisioterapia do Centro Universitário Unifacvest; sendo estas acadêmicas voluntárias e previamente treinadas para assegurar a uniformidade de interpretação, entendimento e aplicação dos critérios que foram observados.

Não houve custo financeiro para as idosas participantes da pesquisa e após encerrada a segunda avaliação, as idosas do grupo controle foram convidadas a participar de um programa de Pilates de forma gratuita durante o mesmo tempo que participaram do estudo, sem necessariamente a obrigação de realizar. Não houve fonte de financiamento para o estudo em questão e todos os recursos foram subsidiados pela pesquisadora.

7 RESULTADOS

Foram avaliadas 24 idosas ($64,8 \pm 3,0$ anos) e reavaliadas 20, sendo 9 idosas ($63,7 \pm 3,3$ anos) do Grupo Pilates (GP) e 11 idosas ($65,2 \pm 3,0$ anos) do Grupo Controle (GC). Como características gerais, 13 (65%) casadas, 18 (90%) da religião católica, 8 (40%) possuem ensino fundamental e 4 (20%) curso superior, 13 (65%) são aposentadas/pensionistas, 17 (85%) possuem renda mensal entre 1 e 3 salários mínimos e a 19 (95%) relataram ser branca da cor da pele auto referida. Quanto à estatura a média do GP foi de $1,52 \pm 0,6$ metros e do GC $1,58 \pm 0,6$ metros.

A Tabela 1 apresenta a descrição por grupos antes e após o programa de exercícios mediante média e desvio padrão da variável densidade mineral óssea – DMO (g/cm^2) das regiões lombar, colo femoral e fêmur total.

Tabela 1. Descrição da DMO da região lombar, colo femoral e fêmur total dos grupos antes e após o programa de Pilates.

Período Grupo	Antes		P	Após		P
	Pilates	Controle		Pilates	Controle	
Lombar	$1,063 \pm 0,160$	$1,155 \pm 0,193$	0,278	$1,050 \pm 0,158$	$1,171 \pm 0,191$	0,146
ColoFemoral	$0,909 \pm 0,115$	$0,935 \pm 0,131$	0,640	$0,908 \pm 0,124$	$0,941 \pm 0,130$	0,577
Fêmur Total	$0,959 \pm 0,101$	$1,004 \pm 0,163$	0,476	$0,962 \pm 0,101$	$1,004 \pm 0,169$	0,522

*DMO (Densidade Mineral Óssea) em g/cm^2 ; dados expressos em média \pm desvio padrão; P= valor de p segundo o teste *T de Student* para amostras independentes.

Quanto à classificação, segundo os critérios da OMS, do T-Score para coluna lombar na amostra total foram encontrados 65% de normalidade, 25% de osteopenia e 10% de osteoporose. No colo femoral 50% de normalidade, 45% osteopenia e 15% osteoporose.

Não houve alteração na classificação do T-Score dos grupos antes e após a realização dos exercícios, sendo que o GP permaneceu com 5 (55,5%) dentro da normalidade, 3 (33,4%) osteopenia, 1 (11,1%) osteoporose e o GC 5 (45,5%) dentro da normalidade e 6 (54,5%) osteopenia, pois não havia nenhuma idosa com osteoporose no GC.

A Tabela 2 apresenta a descrição por grupos antes e após o programa de exercícios mediante média, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo das

variáveis: massa corporal total - peso (Kg), tecido gordo (Kg), tecido magro (Kg), índice de massa corporal –IMC e circunferência abdominal (cm).

Tabela 2. Descrição do peso, tecido gordo, tecido magro, IMC e circunferência abdominal dos grupos antes e após o programa de Pilates.

Período	Grupo	Antes		P	Após		P
		Pilates	Controle		Pilates	Controle	
Peso (kg)	X±DP	67,8±9,7	73,3±10,3	0,241	67,7±9,2	72,2±9,4	0,302
	Min	53,9	62,7		55,3	60,4	
	Max	81,6	94,1		80	88,5	
Tecido Gordo (kg)	X±DP	29,9±6,4	32,1±6,8	0,473	29,6±6,9	31,7±6,2	0,474
	Min	21	25,5		19,9	24	
	Max	37,4	45		37	41,5	
Tecido Magro** (kg)	X±DP	35,8±3,9	38,9±4,2	0,210	36±3,7	38,3±4,1	0,342
	Min	31,4	34,1		31,2	34,1	
	Max	42,1	46,6		41,1	46,9	
IMC (g/cm ²)	X±DP	29,5±3,4	29±3,4	0,794	29,3±3,6	29,3±3,3	0,975
	Min	23,4	23,3		23	22,6	
	Max	34,7	34,1		34,7	33,3	
Circunferência Abdominal (cm)	X±DP	97,6±9,4	102±7,8	0,271	91,8±10,2	100,6±6,9	0,035
	Min	82	91		72	88	
	Max	113	115		106	108	

*IMC (Índice de Massa Corporal); X± DP=média ±desvio padrão; Min=valor mínimo; Max=valor máximo; P=valor de P segundo o teste *T de Student* para amostras independentes e o teste U de Mann-Whitney*.

Houve correlação ($r=0,87$) entre o IMC e DMO; quanto maior o IMC, maior a DMO. A Tabela 3 apresenta a descrição da porcentagem de gordura corporal dos grupos antes e após o programa de exercícios mediante média, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo.

A Tabela 4 apresenta a descrição (média e desvio-padrão) do conteúdo mineral ósseo por grupos antes e após o programa de exercícios.

Tabela 3. Porcentagem de gordura corporal dos grupos antes e após o programa de Pilates.

Período	Grupo	Antes		P	Após		P
		Pilates	Controle		Pilates	Controle	
Gordura Corporal Total	X±DP	45,1±4,4	44,8±3,7	0,877	44,8±5,2	45±3,3	0,886
	Min	38,1	38,7		36,9	40	
	Max	52,5	49,6		53,7	50	
Gordura Andróide	X	51,1±4,4	51,3±5,1	0,927	50±5,9	51,9±5,2	0,439
	Min	44,3	42,9		41,9	43,7	
	Max	56,1	57,5		57,1	58,1	
Gordura Ginóide	X	50,5±3,5	50,0±3,1	0,759	49,9±4,5	50,3±2,5	0,805
	Min	46,4	45,3		44,1	46,5	
	Max	56,8	54,7		59,1	54,1	

X±DP=média ±desvio padrão; Min=valor mínimo; Max=valor máximo; P= valor de p segundo o teste *T de Student* para amostras independentes.

Tabela 4. Descrição do conteúdo mineral ósseo (g) por grupos antes e após o programa de Pilates.

Período	Grupo	Antes		P	Após		P
		Pilates	Controle		Pilates	Controle	
Total Corporal		2200±300	2230±200	0,824	2230±300	2300±200	0,586
Segmento L1-L4		55,34±11,1	56,28±12,2	0,586	52,04±11,4	56,70±11,6	0,382
Colo femoral		4,18±0,54	4,16±0,57	0,666	4,30±0,64	4,40±0,54	0,367
Fêmur Total		29,02±3,62	29,33±3,7	0,631	30,19±6,3	29,84±5,1	0,809

Dados expressos em média±desvio padrão; P= valor de p segundo o teste *T de Student* para amostras independentes.

8 DISCUSSÃO

O presente estudo analisou uma população homogênea quanto às características sócio demográficas e físicas, seguindo critérios pré-estabelecidos, permitindo a comparação em momentos de pré e pós-intervenção.

O objetivo principal deste estudo foi o de verificar os efeitos de um programa de exercícios do método Pilates nas variáveis relacionadas à massa óssea e foram encontrados na literatura científica recente somente três estudos envolvendo Pilates e DMO, ambos publicados no segundo semestre de 2015. Destes, dois utilizaram DXA como instrumento de avaliação da densidade mineral óssea de coluna e fêmur, concordando com a bibliografia que cita a DXA como uma técnica padrão-ouro para avaliação da composição corporal (MACIEL; 2012, SPIRDUSO; 2005).

Angin, Erden e Can (2015) avaliaram os efeitos de um programa de exercícios de Pilates sobre a DMO da coluna lombar em 41 mulheres (58,23±5,46 anos) pós-menopausa diagnosticadas com osteoporose, divididas em grupo controle e Pilates. As idosas do grupo Pilates realizaram seis meses de treinamento, com frequência de 3 vezes por semana. Os resultados encontraram no grupo Pilates um aumento significativo ($p=0,002$) nos valores da DMO e uma diminuição significativa da DMO ($p=0,031$) no grupo controle. Estes achados não corroboram com os encontrados neste estudo, no qual não houve mudança significativa na DMO das regiões analisadas.

Entretanto, assim como este estudo, Pumpa et al (2015) também não encontraram diferenças significativas na DMO da coluna lombar e houve apenas uma tendência de aumento da DMO de colo do fêmur ($=0,05$) em 18 adultos investigados (31±12 anos) divididos em grupo controle e Pilates, que realizaram 3 meses de treinamento com frequência de uma vez por semana. Estes autores explicam que não houve alteração na massa óssea provavelmente devido à carga limitada de impacto na coluna lombar que os exercícios de Pilates proporcionam. Pinheiro et al. (2014) estudaram um grupo de mulheres entre 60 e 80 anos que após 12 sessões de Pilates apresentaram melhora significativa na estabilização e força muscular lombar, o que pode sugerir uma diminuição da compressão lombar e dos distúrbios mecânicos

relacionados. Fato este, que pode dar uma possível explicação para elucidar a pequena diminuição da DMO da coluna lombar no GP encontrada neste estudo.

Um terceiro estudo envolvendo Pilates e massa óssea foi o de Mikalacki et al. (2015) que avaliaram, após seis meses de prática, a densidade óssea do calcâneo através do ultrassom quantitativo (QUS) em 22 mulheres ($48 \pm 9,5$ anos); os achados parcialmente apoiam os deste estudo, pois os autores não encontraram mudança significativa da densidade óssea, mas, houve um melhor nível de resistência óssea no grupo praticante de Pilates.

Embora ainda não seja claro qual método de exercício é mais vantajoso para aumentar a DMO, a maioria das evidências científicas sugerem exercícios de levantamento de peso com impacto aumentado, mas sabe-se também as divergências quanto à sua utilização na população idosa que tenha disfunções articulares, como por exemplo a degeneração da cartilagem hialina; neste contexto os exercícios de Pilates tornam-se seguros na sua aplicabilidade (PUMPA et al., 20015). Kopitzke (2007) cita um estudo de caso, onde uma idosa diagnosticada com osteoporose há 3 anos, apresentava T-score -2.2 e -3.2 na lombar e colo do fêmur respectivamente. Esta idosa foi tratada com medicamentos e exercícios de Pilates e após 1 ano apresentou um T-score -1.3 na lombar e -2.4 no colo do fêmur e seu diagnóstico passou para osteopenia. O mesmo autor comenta “Pilates é efetivo porque é um sistema de reabilitação extremamente flexível. Os exercícios podem ser modificados baseados nas necessidades e adaptados aos pacientes com osteoporose”.

A prevalência de osteopenia e osteoporose lombar encontrada neste estudo foi mais baixa do que a encontrada na literatura. Silva et al. (2015) encontraram em 1871 mulheres submetidas ao exame de densitometria óssea no Brasil uma prevalência de 36,5% de exames dentro da normalidade, 49,8% de osteopenia e 13,7% de osteoporose. Marinho et al. (2014) realizaram uma revisão comparando publicações que descreveram a prevalência de osteoporose na América Latina e Brasil. Na região lombar a prevalência estimada de osteoporose em mulheres com mais de 50 anos ficou entre 12 e 17,6% na América Latina, já no Brasil a prevalência variou de 6 a 33% dependendo da população e variáveis avaliadas. Também a WHO cita que 34-

50% das mulheres acima de 50 anos são diagnosticadas com osteopenia e 17-20% com osteoporose (ANGIN, ERDEN, CAN; 20115).

A grande diferença de prevalência nos estudos brasileiros pode ser explicada por vários fatores; o Brasil possui uma distribuição heterogênea sócio-demográfica (raça, etnia, distribuição de renda, entre outros) e ambiental aliada a uma grande extensão territorial. Estas características implicam diferentes fatores de risco para osteoporose; além disso, o acesso à DMO é essencial para a detecção e intervenção; porém as barreiras como falta de equipamentos disponíveis e alto custo para os pacientes limitam os estudos de prevalência no país (BUTTROS et al., 2011, MARINHO et al., (2014). Sabe-se que a osteoporose é uma doença com etiologia multifatorial, como (1) falta de estresse físico sobre os ossos em função da inatividade; (2) desnutrição em grau suficiente a ponto de impedir a formação da matriz proteica; (3) deficiência de vitamina C necessária para a secreção de substâncias intercelulares por todas as células, inclusive para a formação de osteoide pelos osteoblastos; (4) falta de secreção do estrogênio no período pós-menopausa, já que esses hormônios diminuem o número e a atividade dos osteoclastos; (5) idade avançada com redução notável do hormônio do crescimento e de outros fatores de crescimento, somado ao fato de que muitas das funções anabólicas proteicas também se deterioram com a idade, impossibilitando o depósito satisfatório da matriz óssea entre outras (GUYTON, 2011).

O envelhecimento desencadeia modificações na composição corporal do ser humano, observando-se um aumento da massa gorda (MG) e uma diminuição da massa livre de gordura (MLG) (CARNEIRO et al., 2015, BARBOSA et al., 2001).

Atualmente, estima-se que um bilhão de adultos esteja com sobrepeso no mundo e cerca de 475 milhões sejam obesos. Na população brasileira, uma pesquisa realizada pelo Ministério da Saúde, aponta que 51% está acima do peso e 17% obesos, sendo que o excesso de peso também vem acometendo a população idosa (BRASIL, 2013).

Apesar de este estudo ter encontrado diferenças não significativas nas características relacionadas à composição corporal, o GP obteve melhores resultados, como a diminuição da porcentagem de gordura corporal total e do IMC e aumento na MLG, o tecido magro; enquanto o GC teve aumento da

gordura corporal, IMC e diminuição da MLG. Os resultados obtidos no presente estudo são parcialmente suportados por García Pastor e Aznar Laín (2011), Kloubec (2010) que também não encontraram alteração significativa no IMC, mas ao contrário, encontraram resultados significativos na porcentagem de gordura corporal. Pumpa et al. (2015) também avaliaram através da DXA as variáveis da composição corporal e não encontraram alterações significativas na porcentagem de gordura corporal, TLG e IMC, sugerindo que os achados foram devido ao grande número de variáveis que influenciam a composição do corpo do indivíduo e portanto, assim como este estudo, não houve controle destas variáveis como ingestão e gasto energético, por exemplo.

No entanto, Fourie et al. (2013), que estudou 50 mulheres (66,12±4,7 anos) divididas em grupo controle e grupo Pilates que realizaram sessões de Pilates durante 8 semanas com frequência de 3 vezes por semana, encontrou no grupo Pilates diminuição significativa ($p=0,016$) da porcentagem de gordura corporal e aumento significativo da MLG ($p=0,006$) e não houve mudança significativa no peso ($p=0,97$) e IMC ($p=0,99$), porém o grupo controle não apresentou nenhuma mudança significativa nas variáveis.

Quando comparados com os demais estudos sobre os efeitos de outras modalidades de exercícios físicos na composição corporal de idosos também são encontradas divergências nos resultados. Mynarski et al. (2014) concluíram que 35 sessões de exercícios de musculação, treinamento funcional e ginástica, praticados 2 vezes por semana não foram suficientes para promover mudanças significativas nas medidas antropométricas, como massa corporal, circunferência da cintura e IMC em 40 idosas com osteoporose. Entretanto, Bocalini et al. (2012) avaliaram o impacto de 36 sessões de treinamento funcional, com uma frequência de três vezes por semana durante 12 semanas na composição corporal de idosas eutróficas, com sobrepeso e obesas. Os autores verificaram que o impacto do treinamento foi significante na redução da gordura corporal relativa e no IMC, com maior magnitude nas idosas com sobrepeso e obesidade.

A literatura tem promovido constante debate acerca dos efeitos de diferentes programas de exercícios físicos nas alterações da composição corporal de idosos, mas ainda parece distante o consenso quanto à

modalidade mais eficiente, bem como a intensidade e o volume mais adequado (BOCALINI et al., 2012, MYNARSKI et al., 2014).

Este estudo encontrou diferença significativa $p=(0,03)$ na redução da circunferência abdominal do GP, isto é de particular importância, pois sugere que os exercícios do método Pilates podem minimizar algumas das mais graves consequências do envelhecimento associadas ao acúmulo de gordura visceral com distribuição central ou abdominal; quanto maior a gordura intra-abdominal, maior o risco de cardiopatia, síndrome metabólica, diabetes e câncer. (GUCCIONE; WONG e AVERS, 2013).

Junges, Jacondino e Gottlieb (2015) revisaram sete ensaios clínicos que investigaram os efeitos do método Pilates em fatores de risco para doenças cardiometabólicas e concluíram que o Pilates está se consolidando como um método de exercício eficaz na redução da porcentagem de gordura corporal, relação cintura/quadril e da pressão arterial em indivíduos de diferentes faixas etárias. Esses benefícios, principalmente na redução da relação cintura/quadril e pressão arterial, têm um impacto clinicamente relevante na morbimortalidade por doenças cardiovasculares e cerebrovasculares.

Quando correlacionadas algumas variáveis da composição corporal com a massa óssea, os achados corroboram com a literatura; Silva et al. (2015) também demonstraram relação entre IMC e DMO, sugerindo que o baixo peso nos idosos acarreta um maior risco de osteoporose, também acompanhada de perda de massa muscular.

O presente estudo avaliou a possível alteração da massa óssea utilizando o método Pilates, porém não levou em consideração outras variáveis que talvez pudessem ter tido influência nos resultados finais, tais como dieta, medicamentos, além do fator climático (excesso de chuva e frio durante os meses de intervenção) que pode ter contribuído para a perda amostral de quatro participantes. Desta forma, estudos futuros complementares podem contribuir para elucidar estas questões.

Apesar deste estudo não ter encontrado apoio estatístico para inferência, o método Pilates possui aplicação clínica na geriatria como uma ferramenta segura e importante nas disfunções musculoesqueléticas da senescência. As evidências científicas apontam excelentes resultados, no entanto ainda se faz presente a necessidade de investigar a uniformidade

quanto ao tempo de intervenção e a frequência das sessões adaptadas à população idosa.

9 CONCLUSÕES

O presente estudo, que avaliou a influência de um programa de exercícios do método Pilates na massa óssea de idosas sedentárias, realizado duas vezes por semana durante seis meses, obteve resultados que concluíram que:

- Não ocorreu diferença significativa na DMO da lombar, colo do fêmur e fêmur total em ambos os grupos;
- As variáveis peso, tecido gordo e conteúdo mineral ósseo não apresentaram modificações significativas;
- Houve pequena melhora das variáveis: tecido magro, IMC e porcentagem de gordura corporal das idosas do grupo Pilates;
- Houve redução significativa da circunferência abdominal das idosas do grupo Pilates;
- Houve correlação diretamente proporcional entre IMC e DMO das participantes.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aladro-Gonzalvo AR et al. The effect of Pilates exercises on body composition: a systematic review. **J Body Mov Ther.** 2012 Jan; 16(1):109-14.

Anderson BD, Spector A. A Introduction to Pilates – based rehabilitation. **Orthop Phys Ther Clin N Am.** 2000; 9:385-410.

Angin E, Erden Z, Can F. The effects of Clinical Pilates Exercises on bone mineral density (BMD), physical performance and quality of life of women with postmenopausal osteoporosis. **J Back Musculoskelet Rehabil.** 2015 Dec 2;28(4):849-58. doi: 10.3233/BMR-150604.

Atlas do corpo humano. **Editora Abril.** São Paulo: Abril, 2008.

Baim S, Charles W, Lewiecki EM, Luckey MM, DownsJr RW, Lentle BC. Precision Assessment and Radiation Safety for Dual energy Xray Absorptiometry (DXA). **JCD.** 2005; 8: 371-8.

Barbetta PA. Estatística Aplicada às Ciências Sociais. **6. ed.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.

Barbosa AR, Santarém JM, Filho WJ, Meirelles ES, Marucci MFN. Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA. **Arch Latino Am Nutr.** 2001; 51(1):49-56.

Barret KE, Barman SM, Boitano S, Brooks HL. Fisiologia médica de ganong. **24. ed.** Porto Alegre: AMGH, 2013, 768p.

Bassey EJ. Exercise for prevention of osteoporotic fracture. **Age Aging.** 2001. 30(S\$):29-31.

Benedetti TRB. Atividade Física: uma perspectiva de promoção da saúde do idoso no município de Florianópolis. 255p. **Tese (Doutorado em Enfermagem)**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC. 2004.

Blum CL. Chiropratic and Pilates therapy for the treatment of adult scoliosis. **J Manipulative Physiol Ther.** 2002: 25(4):E3.

Bocalini DS et al. Effects of circuit-based exercise programs on the body composition of elderly obese women. **Clin Interv Aging.** 2012; 7:551-556.

Brahm H, Piehl-Aulin K, Ljunghall S. Net fluxes over working thigh of hormones, growth factors and biomarkers of bone metabolism during short dynamic exercise. **Calcif Tissue Int.** 1997, 60:175-80.

Brasil. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico. Brasília; 2013.

Brasil. Ministério da Saúde. **Secretaria de Atenção à Saúde**. Departamento de Atenção Básica. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa. Brasília. 2006. (Cadernos de Atenção Básica, n.19).

Buttros, D de A et al. Risk factors for osteoporosis in postmenopausal women from southeast Brazilian. **Rev Bras Ginecol Obstet**. 2011; 33(6):295-302.

Cakmakçi O. The effect of 8 week pilates exercises on body composition in obese women. **Coll Antropol**. 2011 Dec:35(4):1045-50.

Calais-Germain B. Pilates sem riscos: os riscos mais comuns e como evitá-los. **São Paulo**: Manole, 2012.

Carneiro J, Vilaça KHC, Pfrimer K, Ferriolli E. Composição corporal de jovens e idosas eutróficas e com sobrepeso avaliada pelo método óxido de deutério e diferentes equações antropométricas. **Rev. Nutr.**, Campinas, 28(5):465-473, set./out., 2015.

Ciosak SI, Braz E, Costa MFBN et al. Senescência e senilidade: novo paradigma na Atenção Básica de Saúde. **Rev Esc Enferm USP**. 2011; 45(Esp.2):1763-8.

COFFITO – **Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional**. Disponível em: <http://www.coffito.org.br/> Acesso 15/02/14.

CONFED – **Conselho Federal de Educação Física**. Disponível em: <http://www.confef.org.br/> Acesso 15/02/14.

Craig C. Pilates com bola. **São Paulo**: Phorte, 2005.

Cruz IBM et al. Prevalência de obesidade em idosos longevos e sua associação com fatores de risco e morbidades cardiovasculares. **Rev Assoc Med Bras**, v.50, n.2,p.172-7, 2004.

Davis CM. Fisioterapia e Reabilitação Terapias Complementares. **Rio de Janeiro**: Guanabara Koogan, 2006.

Doherty TJ. Invited Review: Anging and sarcopenia. **J Appl Physiol**; 95:1717-1727, 2003.

Dourado CM. Densidade mineral óssea em idosos e presença de fatores de risco nutricionais para osteoporose. **Dissertação (Mestrado)**. Porto Alegre: PUCRS, 2012.

Fourie M et al. Effects of a Mat Pilates Programme on Body Composition in Elderly Women. **West Indian Med J** 2013; 62(6):524-528.

Frazão P, Naveira M. Fatores associados à baixa densidade mineral óssea em mulheres brancas. **Rev Saúde pública**; 2007; 41(5):740-48.

Freitas EV, Py L. Tratado de Geriatria e Gerontologia. **Rio de Janeiro**: Guanabara Koogan, 2012.

Freitas GG. O Esquema Corporal, A Imagem Corporal, A Consciência Corporal e A Corporeidade. **Ijuí**: Unijuí, 2004.

Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross sectional study of muscle strength and mass in 45-to-78-yr-old-men and women. **J Appl Phys**. 1991 Aug; 71(2):644-50.

García P T, Aznar L S. Práctica del método Pilates: câmbios em composición corporal y flexibilidade em adultos sanos. **Apunts Med esport**. 2011; 46(169):17-22.

Guccione AA, Wong RA, Avers D. Fisioterapia Geriátrica. 3. ed. **Rio de Janeiro**: Guanabara Koogan, 2013.

Guyton AC, Hall JE. Tratado de Fisiologia Médica.12. ed. **Rio de Janeiro**: Elsevier, 2011, 1216p.

Henderson NK, White CP, Eisman JA. The roles of exercise and fall risk reduction in the prevention of osteoporosis. **Endocrinol Metab Clin North Am** 1998; 27:369-87.

Hulley SB, Cummings SR, Browner WS et al. Delineando a Pesquisa Clínica. 3 ed. **Porto Alegre**: Artmed, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Distribuição relativa por faixa etária da população de Lages**. 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>

Jacob Filho W. Envelhecimento e atendimento domiciliário. In: Duarte YAO, Diogo MJD'E. Atendimento domiciliar: um enfoque gerontológico. **São Paulo**: Atheneu; 2000. P.19-26.

Jago R et al. Effect of 4 week of Pilates on the body composition of young girls. **Prev Med**. 2006 Mar: 42(3):177-80.

Jovine MS, Buchalla CM, Santarém EMM et al. Efeito do treinamento resistido sobre a osteoporose após a menopausa: estudo de atualização. **Rev Bras Epidemiol**; 9(4):493-505, dez.2006.

Junges S, Gottlieb MG, Babbista RR, quadros CB, Resende TL, Gomes I. Effectiveness of pilates method for the posture and flexibility of women with hyperkyphosis. **R Bras Ci e Mov** 2012; 20(1):21-33.

Junges S, Jacondino CB, Gottlieb MG. Efeito do método Pilates em fatores de risco para doenças cardiometabólicas: uma revisão sistemática. **Sci Med**. 2015;25(1):ID19839.

Junges s. Eficácia do método Pilates no tratamento de mulheres com cifose. **Dissertação (Mestrado)**. Porto Alegre: PUCRS, 2010.

Junges S. Método Pilates: paixão & ciência. **Porto Alegre:AGE**, 2014.

Kaesler DS, Mellinfont RB, Swete K, Taaffe DR. A novel balance exercise program for postural stability in older adults: a pilot study. **J Bodyw Mov Ther**. 2007; 11(1):37-43.

Kaji H. Interaction between muscle and bone. **J Bone Metab** 2014; 21:29-40.

Kim CS, Kim JY, Kim HJ. The affects of a single bout pilates exercise on nRNA expression of bone metabolic cytokines in osteopenia women. **J Exerc Nutr Biochem**. 2014;18 (1):69-78.

Kim NJ, Lee BH, Monn HW, Choi CG. Effects of pilates exercise on BMD and body composition in working women. **Korean J Sports Science**. 2011. 20(2):773-780.

Kloubec JA. Pilates for improvement of muscle endurance, flexibility, balance, and posture. **J Srength Con Res**. 2010 Mar:24(3):661-7.

Kolyniak IEG, Cavalcanti SMB. Avaliação isocinética da musculatura envolvida na flexão e extensão do tronco: efeito do Método Pilates. **Rev Bras Med Esporte**, v.10, n. 6, p. 487-490, 2004.

Kopitzki R. Pilates: a fitness tool thal transcends the ages. 2007. July. **The Interdisciplinary Journal of Rehabilitation**. Disponível em: rehabpub.com

Latey P. The Pilates Method: History and Philosophy. **J Bodyw Mov Ther**. 5(4): 275-82, 2001.

Leite LEA, Resende TL, Nogueira GM, Cruz IBM, Schneider RH, Gottlieb MG. Envelhecimento, estresse oxidativo e sarcopenia: uma abordagem sistêmica. **Rev Bras Geriatr Gerontol**, Rio de Janeiro, 2012; 15(2):365-380.

Liposcki DB, Rosa Neto F. Proposta de Intervenção e Reeducação Motora para Idosos. In: Rosa Neto F. **Manual de Avaliação Motora para Terceira Idade**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

Liposcki DB. A influência de um programa de intervenção psicomotora na aptidão motora de idosos longevos. **Dissertação (Pós-graduação Stricto Sensu em Ciências do Movimento Humano)**. Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2007.

Lopes SAS. Envelhecimento Bem-Estar Subjetivo e Prática Desportiva Um Estudo realizado em adultos praticantes de natação e hidroginástica. **Dissertação (Mestrado)**. Porto: U.Porto, 2009.

Maciel MJC. Tomografia computadorizada quantitativa no diagnóstico da osteoporose. (**Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica**). Portugal, Universidade do Minho, 2012; 168p.

Marconi MA, Lakatos EM. Metodologia do Trabalho Científico.4. ed. **São Paulo**: Atlas, 1992.

Marinho, BCG et al. The burden of osteoporosis in Brazil. **Arq Bras Endocrinol Metab.** 2014; 58 (5):434-443.

Marques EA, Mota J, Viana JL, Tuna D, Figueiredo P, Guimarães JT, carvalho J. Response of bone mineral density, inflammatory cytokines, and biochemical bone markers to a 32-week combined loading exercise programme in older men and women. **Arch Gerontol Geriatr.** 2013 :226-233.

Mazo GZ, Lopes MA, Benedetti TB. Atividade Física e o Idoso: concepção gerontológica. 3. ed. **Porto Alegre**: Sulina, 2009.

Mazzeo RS, Cavanagh P, Evans WJ et al. Exercício e atividade física para pessoas idosas. Posicionamento oficial do Colégio Americano de Medicina do Esporte. Tradução Wagner Raso e Sandra Matsudo. **Rev Bras Ativ Fís e Saúde**, 1998. (3) 1: 48-78.

Mikalacki M, Cokorilo N, Obradovic B, Marijanac A, Ruiz-Montero PJ. Effects of Pilates – interventional program on calcaneus-bone density parameters of adult women. **Int J. Morphol.**, 33(4):1220-1224, 2015.

Molnar M. Osteoporosis: exercise protocols. **Awareness & Prevention of Osteoporosis using The Method Pilates**. New York: PhysicalMind Institute, 2012. 78p.

Muscolino JE, Cipriani S. Pilates and “the powerhouse”. **J Bodyw Mov Ther.** 2004; 8(10):15-24.

Mynarski J et al., Efeitos de diferentes programas de exercícios físicos sobre a composição corporal e autonomia funcional de idosas com risco de fratura. **Rev Educ Fís/UEM.** 2014; 25(4):609-618.

Nahas MV. Atividade física, saúde e qualidade de vida: conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo. 5 ed. **Londrina**: Midiograf, 2010.

Ocarino NM, Serakides R. Efeito da atividade física no osso normal e na prevenção e tratamento da osteoporose. **Rev Bras Med Esporte.** Vol.12. n 3. Mai/Jun, 2006.

Ocarino NM. Atividade física no tratamento da osteoporose: histofotometria do esqueleto axial e appendicular de ratas. (**Dissertação, Mestrado em Medicina Veterinária**). Belo Horizonte, Escola de Veterinária, UFMG, 2004; 78p.

Organização das Nações Unidas. World Assembly on Ageng. **Regional plans of action on aging** A/Conf 113/26 de 01 de junho de 1982. Viena, Austria, 1982b.

Ozaki GAT, Koike TE, Castoldi C, Garçon AAB, Kodama FY, Watanabe AY, Job AE, Louzada FY, Camargo RCT, Filho JCSC. Efeitos da remobilização por meio de exercício físico sobre a densidade óssea de ratos adultos e idosos. **Motricidade**. 2014, vol.10, n.3, p.71-78.

Panelli C, De Marco A. Método pilates de condicionamento do corpo: um programa para toda vida. **São Paulo**: Phorte, 2006.

Pereira Fernando Borges, Leite André Ferreira, Paula Ana Patrícia de. Relationship between pre-sarcopenia, sarcopenia and bone mineral density in elderly men. **Arch. Endocrinol. Metab.** 2015; 59(1): 59-65.

Pilates JH. A obra completa de Joseph Pilates: Sua Saúde e O retorno à vida pela Contrologia. **São Paulo**: Phorte, 2010.

Pinheiro, KRG et al. Influence of pilates exercises on soil stabilization in lumbar muscles in older adults. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum** 2014, 16(6):648-657.

Pumpa KL, Dzialdowski K, Stiffle M, Gavran L. Pilates: effective developing core stability, but limited sessions have limited global benefits. **J Fitness Research**. 2015; volume 4 (2) August:34-42.

Raab DM, Smith EL, Crenshaw TD, Thomas DP. Bone mechanical properties after exercise training in young and old rats. **J Appl Physiol**, 1990, 68, 130-134.

Rebelatto JR et al. Influência de um programa de atividade física de longa duração sobre a força muscular manual e flexibilidade corporal em mulheres idosas. **Rev Bras Fisioter**, v.10 n.1 São Carlos, 2006.

Reyneke D. Pilates moderno: a perfeita forma física ao seu alcance. **São Paulo**: Manole, 2009.

Robinson L, Napper H. Exercícios inteligentes com Pilates e Yoga. **São Paulo**: Pensamento, 2002.

Rosa HL, Lima JRP. Correlação entre Flexibilidade e Lombalgia em Praticantes de Pilates. **Rev Min. Educ. Fís.**, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 64-73.2009.

Schlatter AZ, Schuster C, Puhan MA, Siekierka E, Steures J. Efficacy of motor imagery in post-stroke rehabilitation: a systematic review. **J Neuroeng Rehabil**, 5:8, 2008.

Schroder Jm, Crussemeyer JÁ, Newton SJ. Flexibility and heart rate response to na acute Pilates reformer session. **Med Sci Sports Exerc.** 2002; 34(5):52-8.

Schuchmann RT. Avaliação dos fatores de risco para baixa massa óssea em mulheres pós-menopáusicas de um serviço de diagnóstico. **Dissertação (Mestrado)**. Porto Alegre: PUCRS, 2012.

Segal NA, Hein J, Basford JR. The effects of Pilates training on flexibility and body composition: na observacional study. **Arch Phys Rehabil.** 2004; 85(12):1977-81.

Shephard RJ. Envelhecimento, Atividade Física e Saúde. **São Paulo, SP: Phorte, 2003.**

Silva ACG, Mannrich G. Pilates na Reabilitação. **Fisiot Mov;** v.22, n.3, p. 449-55. Curitiba,2009.

Silva, ACV et al. Fatores associados à osteopenia e osteoporose em mulheres submetidas à densitometria óssea. **Rev Bras Reumatol.** 2015; 55(3):223-228.

Sinaki M. Exercise and osteoporosis. **Arch Phys Med Rehabil** 1989; 70:220-9.

Siqueira Rodrigues BGS, Ali Cader S, Bento Torres NV, Oliveira EM, Martin Dantas EH. Pilates method in personal autonomy, static balance and quality of life of elderly females. **J Bodyw Mov Ther.** 2010 Apr:14(2):195-202.

Spirduso WW. Dimensões físicas do envelhecimento. **São Paulo: Manole, 2005.**

Tate MK, Adamson JR, Tami AE, Bauer TW. The osteocytes. **Int J Biochem Cell Bio.** 2004;36:1-8.

Teixeira AW. Perfil da massa óssea em médicos: estudo de acompanhamento. **Dissertação (Mestrado)**. Porto Alegre:PUCRS, 2013.

Tenório AS, Alves SB, Bezerra AL, Souza GML, Catanho MTJA, tashiro T, Galindo LCM, Moraes SRA. Efeito do treinamento físico sobre o tecido ósseo e a concentração sérica de cálcio em camundongos fêmeas ovariectomizadas. **Acta Cir Bras.** 2005 Jul-Ago;20(4):280-3.

Terrados N et al. New cardiovascular risk factors and physical activity. **Apunts Med Esport.** 2010. 45 (167):201-208.

The International Society for Clinical Densitometry (ISCD). **The 2007 I S C D Official Positions.** 2007.

Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico. 2011. **Ministério da Saúde.**

WHO - World Health Organization. Envelhecimento Ativo: uma política de saúde. Brasília: **Organização Pan-Americana da Saúde**, 2005.

World Health Organization. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. **Report of a WHO Study Group**. Geneva, 1994 (WHO Technical Report Series, no 843).

World Health Organization. Who scientific group on the assessment of osteoporosis at primary health care level. **Summary Meeting Report**. Brussels, Belgium, 5-7. May 2004.

Zhong S, Chen CN, Thompson LV. Sarcopenia of ageing: functional, structural and biochemical alterations. **Rev. Bras. Fisioter.** 2007 Apr; 11 (2): 91-97.

ANEXOS

ANEXO 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
 INSTITUTO DE GERIATRIA E GERONTOLOGIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GERONTOLOGIA BIOMÉDICA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

A Sra. está sendo convidada para participar da pesquisa intitulada “**INFLUÊNCIA DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS DO MÉTODO PILATES SOBRE A MASSA ÓSSEA DE IDOSAS SEDENTÁRIAS.** Esta pesquisa é para saber se um programa de exercícios do método Pilates aumenta a massa óssea de mulheres idosas e esta sendo desenvolvida pela pesquisadora **Daniela Branco Liposcki**, sob orientação do Professor **Dr. Rodolfo Herberto Schneider**.

A Sra. participará desta pesquisa, interagindo de forma individual na seguinte seqüência: a) avaliação inicial através de um questionário e realização de Densitometria Óssea; b) através de um sorteio entre as participantes, será definida a participação no programa de Pilates durante seis meses; c) reavaliação com os mesmos procedimentos. O programa de Pilates irá constar de dois atendimentos semanais, nas segundas e quartas-feiras ou nas terças e quintas-feiras.

Para sua participação haverá necessidade de a Sra. dispor de alguns minutos do seu tempo para a realização das sessões de Pilates e talvez aguardar na clínica de imagens radiológicas seu atendimento para realização do exame. Durante todas as sessões de Pilates a Sra. terá acompanhamento constante da pesquisadora que estará orientando e monitorando a execução dos exercícios, o que implicará em nenhum/mínimo risco de como por exemplo quedas, execução errada ou postura inadequada e todos os exercícios serão adequados a sua faixa etária.

Os benefícios da participação da Sra. na pesquisa serão a participação em sessões de Pilates e possibilidade de ter um diagnóstico sobre sua massa óssea. Os resultados dos testes serão utilizados com a finalidade de desenvolver a pesquisa citada e as informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e será mantido sigilo da sua participação. Os resultados serão divulgados de modo que não permitam a identificação da Sra. Asseguramos aos sujeitos que participarem da pesquisa toda a assistência habitual dispensada pela equipe de profissionais participantes da pesquisa.

A Sra. receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas a qualquer momento. Se a Sra. não quiser participar da pesquisa, não haverá nenhuma mudança no seu tratamento ou na sua relação com a pesquisador ou com a instituição. Mesmo que a Sra. aceite participar, estará livre para desistir a qualquer momento.

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo pode ligar para os pesquisadores responsáveis e também para o Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS situado à Av. Ipiranga, 6681 Prédio 40 Sala-505 Potro Alegre/RS. Telefone:(51)3320-3345. Horário de atendimento: segunda a sexta-feira das 8h30 às 12h e das 13h30 às 17h.

Atenciosamente,

Daniela Branco Liposcki
 Rua São Joaquim, 573 Lages– SC
 Fone: (49) 3222 5773

Rodolfo Herberto Schneider
 Av. Ipiranga, 6690 – Prédio 60
 3º andar Hospital São Lucas
 Porto Alegre– RS
 Fone: (51) 3336-8153

 Assinatura da pesquisadora

 Nome e assinatura da participante

ANEXO 2 - ENTREVISTA

1. Identificação:
 - 1.1 Nome: _____
 - 1.2 Endereço: _____
 - 1.3 Contato (telefone/e-mail): _____
2. Data de Nascimento: _____ Idade: _____
3. Cidade onde nasceu: _____ Tempo que reside em Lages: _____
4. Estado Conjugal: _____
5. Religião: _____
6. Cor da pele auto-referida: _____
7. Instrução/Escolaridade: _____
8. Situação econômica atual: _____
9. Remuneração mensal: _____
10. Com que reside: _____
11. Número de filhos: _____
12. Horas sentada por dia: _____
13. Horas deitada por dia: _____
14. Lazer: _____
15. Já praticou exercício físico: não () sim () Qual(is) _____
16. Há quanto tempo não pratica exercício físico: _____
17. Percepção situação de saúde: ótima () boa() regular() ruim()
18. Medicamentos: _____
19. Teve ocorrência de queda: não() sim() Há quanto tempo: _____
20. Teve lesões decorrentes da(s) queda(s): não() sim() Qual _____

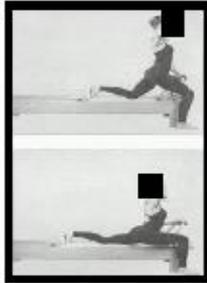
Muito Obrigada

ANEXO 3 – PROGRAMA DE PILATES

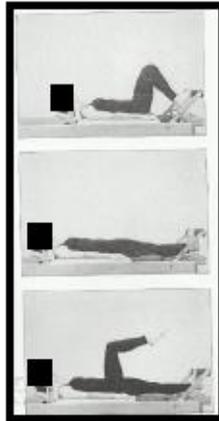
- Bicycle (adaptado)



- Eve's Lunge



- Footwork



- Footwork Heel Lowers and Lift



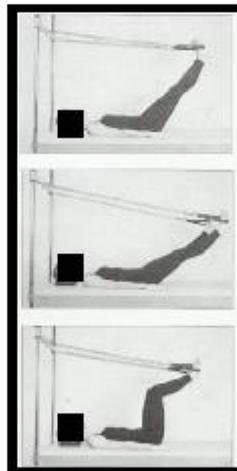
- Front Balance Lunges



- Jump Board Variations



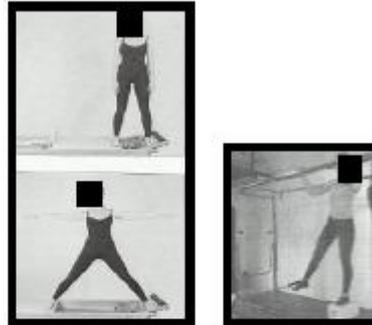
- Leg Springs Supine Variations



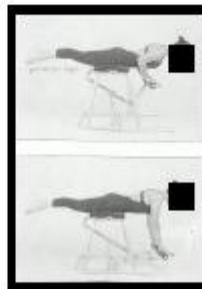
- Pelvic Lift



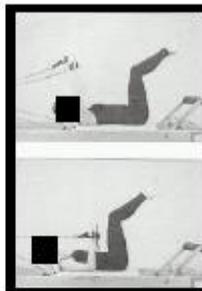
- Side Splits



- Swan



- The Hundred (adaptado)



- Walking



ANEXO 4 - APROVAÇÃO COMISSÃO CIENTÍFICA

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
INSTITUTO DE GERIATRIA E GERONTOLOGIA
COMISSÃO CIENTÍFICA

Porto Alegre, 02 de junho de 2014.

Senhor (a) Pesquisador (a) **Rodolfo Herberto Schneider**,

A Comissão Científica do IGG apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa **“EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS DO MÉTODO PILATES NA MASSA MUSCULAR E MASSA ÓSSEA EM IDOSAS SEDENTÁRIAS”**.

Solicitamos que providencie os documentos necessários para o encaminhamento do protocolo de pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS.

Salientamos que somente após a aprovação deste Comitê o projeto deverá ser iniciado.

Atenciosamente,

Profa. Carla Helena Schwanke

Coordenadora da CC/IGG

PUCRS

Campus Central
Av. Ipiranga, 6690 – P. 60 – CEP: 90.610-000
Fone: (51) 3336-8153 – Fax (51) 3320-3862
E-mail: igg@pucrs.br
www.pucrs.br/igg

ANEXO 5 - APROVAÇÃO CEP

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO GRANDE
DO SUL - PUC/RS

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Influência de um programa de exercícios do Método Pilates sobre a massa óssea de idosas sedentárias.

Pesquisador: Rodolfo Herberto Schneider

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 35761314.4.0000.5336

Instituição Proponente: UNIAO BRASILEIRA DE EDUCACAO E ASSISTENCIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 929.768

Data da Relatoria: 06/02/2015

Apresentação do Projeto:

Ver conclusões.

Objetivo da Pesquisa:

Ver conclusões.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Ver conclusões.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Ver conclusões.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Ver conclusões.

Recomendações:

Ver conclusões.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências foram sanadas adequadamente.

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Av. Ipiranga, 6681, prédio 40, sala 505

Bairro: Partenon

CEP: 90.619-900

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3320-3345

Fax: (51)3320-3345

E-mail: cep@puccrs.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO GRANDE
DO SUL - PUC/RS



Continuação do Parecer: 929.768

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

De acordo com o parecer do relator.

PORTO ALEGRE, 07 de Janeiro de 2015

Assinado por:

João Feliz Duarte de Moraes
(Coordenador)

Endereço: Av. Ipiranga, 6681, prédio 40, sala 505

Bairro: Partenon

CEP: 90.619-900

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3320-3345

Fax: (51)3320-3345

E-mail: cep@pucrs.br

ANEXO 6 - REGISTRO REBEC

Message sent by the site:

Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos

<http://www.ensaiosclinicos.gov.br>

Message:

Url do registro(trial url):<http://www.ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-22bpsb/>

Numero de Registro (Register Number):RBR-22bpsb

Prezado Registrante,

Temos o prazer de informar que seu estudo foi publicado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC).

Agradecemos por seu registro e colaboração e, desde já, nos colocamos à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir, seja em caso de atualização do registro ou, até mesmo, uma nova submissão.

Por favor, não hesite em contactar-nos.

Cordialmente,

ReBEC Staff - ReBEC/ICICT/LIS

Av. Brasil 4036 - Maré - sala 807

Rio de Janeiro RJ CEP: 21040-360

Tel: +55(21)3882-9227

www.ensaiosclinicos.gov.br