

Lorena Rodrigues de Pársia

**IMPACTO DO EXERCÍCIO RESISTIDO E VIBRATÓRIO  
SOBRE A DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DO QUADRIL EM  
INDIVÍDUOS ACIMA DE 50 ANOS**

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG  
2011

Lorena Rodrigues de Pársia

**IMPACTO DO EXERCÍCIO RESISTIDO E VIBRATÓRIO  
SOBRE A DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DO QUADRIL EM  
INDIVÍDUOS ACIMA DE 50 ANOS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Geriatria e Gerontologia.

Orientadora: Prof. Dra. Leani Souza Máximo Pereira

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG  
2011

P266i Pársia, Lorena Rodrigues de

2011 Impacto do exercício resistido e vibratório sobre a densidade mineral óssea do quadril em indivíduos acima de 50 anos. [manuscrito] / Lorena Rodrigues de Pársia – 2011.

35 f., enc.:il.

Orientador: Leani Souza M. Pereira

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 30-35

1. Idosos. 2. Musculação. 3. Osteoporose. 4. Quadril. I. Leani Souza M. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 615.825

**Ficha catalográfica elaborada pela equipe de bibliotecários da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.**

## RESUMO

**Introdução:** a osteoporose é um grave problema de saúde pública no Brasil, relacionado a um elevado índice de morbidades e incapacidades, causado principalmente por quedas. Dessa forma, é de extrema relevância se analisar a eficácia de intervenções que visem sua prevenção e tratamento. **Objetivo Geral:** realizar uma revisão sistemática de literatura para avaliar os impactos das duas modalidades, ainda pouco praticadas pelos indivíduos com mais de 50 anos em nossa sociedade: exercícios resistidos (ER) e exercício vibratório (EV), feito em plataforma vibratória, sobre a densidade mineral óssea (DMO) do quadril total, ou colo de fêmur, ou trocânter de indivíduos dessa faixa etária. **Métodos:** Foi realizada uma busca nas bases de dados Medline, Bireme e PEDro, no período de setembro a outubro de 2011, por trabalhos publicados nos últimos 10 anos que documentassem os impactos das referidas modalidades em indivíduos de ambos os sexos e com mais de 50 anos. Dados foram extraídos de forma padronizada de cada estudo, e a qualidade metodológica foi avaliada utilizando-se a escala PEDro. **Resultados:** Para ER foram selecionados 6 estudos totalizando 545 participantes, sendo 63% mulheres. Em relação à avaliação da qualidade da evidência dos trabalhos, as pontuações variaram entre 4/10 a 7/10 na escala PEDro. Já sobre EV foram selecionados 4 estudos, num total de 265 participantes do sexo feminino. E quanto as evidências dos trabalhos, as pontuações variaram entre 4/10 a 10/10 na escala PEDro. Apesar da diversidade de protocolos e características de participantes terem impedido o agrupamento dos resultados, a síntese em níveis de evidência demonstrou que há forte evidência de efeitos positivos de ambas as intervenções sobre a densidade mineral óssea no quadril de indivíduos acima de 50 anos, principalmente do sexo feminino. Nenhum dos estudos analisados relatou lesões de qualquer tipo nos participantes, evidenciando a segurança de tais intervenções. **Conclusão:** Não foi possível concluir qual modalidade de exercício, resistido ou vibratório, foi mais eficaz, sobre a DMO do quadril em indivíduos acima de 50 anos. A heterogeneidade metodológica e escassez de estudos que comparem as duas intervenções contribuíram para esses resultados. Estudos futuros sobre o tema devem ser estimulados para fundamentar a abordagem terapêutica.

**Palavras-chave:** exercício de força; exercício de resistência; treino de vibração corporal total; densidade mineral óssea de quadril;

## ABSTRAT

**Introduction:** Osteoporosis is a serious public health problem in Brazil, related to a high rate of morbidity and disability, caused mainly by falls. Therefore, it is extremely important to analyze the effectiveness of interventions aimed on its prevention and treatment. **General purpose:** Realize a systematic review of the literature to assess the impacts of the two modalities that are still not very much practiced by people over 50 years old in our society: resistance exercise (ER) and vibration exercise (VE), that are made on a vibrating platform, on the bone mineral density (BMD) of the total hip, or femoral neck, or trochanter in individuals of this age group. **Methods:** It was realized a research in a data base of Medline, Bireme and PEDro, in the period of September to October of 2011, looking for studies published in the last 10 years documenting the impacts of those referred interventions in individuals of both sex and over 50 years old. Data were extracted in a standardized manner of each study, and a methodological quality was assessed using the PEDro scale. **Results:** For the RE were selected six studies totalizing 545 participants, in which 63% were women. Regarding the assessment of the quality of evidence of the studies, the scores ranged from 4/10 to 7/10 on the PEDro scale. Now, about the VE, four studies were selected, in a total of 265 female participants. Concerning the evidences of the studies, the scores ranged from 4/10 to 10/10 on the PEDro scale. Despite the diversity of protocols and characteristics of the participants prevented a pooling of results, the synthesis levels of evidence demonstrated that there is a strong evidence of positive effects of both interventions on the hip bone mineral density of individuals over 50 years old, especially in females. None of the analyzed studies reported injury of any kind in the participants, demonstrating the safety of such interventions. **Conclusion:** It was not possible to conclude what kind of exercise, resistance or vibration, was more effective on the BMD of the hip in patients over 50 years old. The methodological heterogeneity and lack of studies that compares both interventions contributed to these results. Future studies on this subject should be encouraged to support the therapeutic approach.

**Keywords:** strength training; resistance exercise; whole-body vibration training; hip bone mineral density.

## **LISTA DE QUADROS E TABELAS**

1. QUADRO 1- Estudos sobre ER excluídos.....	16
2. QUADRO 2- Estudos sobre EV excluídos.....	16
3. TABELA 1 - Estudos incluídos sobre ER .....	19
4. TABELA 2 - Estudos incluídos sobre EV .....	22

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAL	-	Ácido alfa-linolênico
DMO	-	Densidade Mineral Óssea
EA	-	Exercício Aeróbico
ER	-	Exercício Resistido
EV	-	Exercício Vibratório
FC	-	Frequência Cardíaca
GC	-	Grupo Controle
IL-6	-	Interleucina-6
PTH	-	Paratormônio
RM	-	Resistência Máxima
TRH	-	Terapia de Reposição Hormonal

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	7
2 METODOLOGIA .....	14
3 RESULTADOS.....	16
Resultados dos artigos científicos referentes a intervenção com exercícios resistidos na densidade mineral óssea.....	17
3.1.1 Desenhos dos estudos analisados .....	17
3.1.2 Características gerais dos participantes dos estudos analisados .....	17
3.1.3 Características gerais dos programas de intervenção com exercícios resistidos.....	17
Resultados dos artigos científicos referentes a intervenção com exercícios vibratórios na densidade mineral óssea .....	20
3.2.1 Desenhos dos estudos analisados .....	20
3.2.2 Características gerais dos participantes dos estudos analisados .....	20
3.2.3 Características gerais dos programas de intervenção com exercícios resistidos.....	20
4 DISCUSSÃO .....	23
5 CONCLUSÃO .....	29
BIBLIOGRAFIA .....	30

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo o Consenso Brasileiro de Osteoporose, a osteoporose é definida como um distúrbio osteometabólico que se caracteriza pela diminuição da densidade mineral óssea (DMO) com deterioração da microarquitetura do tecido (PINTO-NETO *et al.* 2002). Esse processo leva a um aumento da fragilidade esquelética e do risco de fraturas causadas, principalmente, por quedas. De maneira geral, observa-se, nestes casos, que os sítios de fraturas mais comuns são: os de vértebras, fêmur e antebraço, locais nos quais se têm uma predominância de osso trabecular ou esponjoso.

A osteoporose tem sido referida como uma “doença silenciosa”, não causa dor e as primeiras manifestações radiológicas surgem quando já houve perda de 30 a 40% da massa óssea (DANOWSKI, 1996). Nos Estados Unidos a repercussão econômica da osteoporose se traduz em custos extremamente elevados para o sistema de saúde, foram gastos direta ou indiretamente, cerca de 14 bilhões de dólares anuais com a essa doença, sendo que em 2004 essas despesas triplicaram (FERNANDES *et al.* 2000).

A osteoporose atinge homens e mulheres, entretanto apresenta uma predominância para o sexo feminino. Usualmente é classificada em osteoporose primária (Tipo 1 osteoporose pós-menopausa; e Tipo 2 osteoporose senil). A osteoporose secundária seria em decorrência de doenças e disfunções associadas (câncer, gastrostomias, etc). A literatura relata que mulheres pós-menopausa apresentam um risco maior de desenvolver osteoporose devido a diminuição do hormônio estrogênio que promove uma proteção óssea. No entanto, os homens também acabam desenvolvendo-a, por motivos secundários, tais como o uso de glicocorticóide, hipogonadismo e o alcoolismo (PINTO-NETO *et al.*, 2002). Desta forma, a atenção e cuidados a população masculina frente à osteoporose também se faz de extrema relevância.

A fratura por osteoporose tem elevada prevalência e representa importante problema de saúde pública no Brasil, especialmente a de quadril, cuja incidência aumenta com a idade e está associada à deterioração da qualidade de vida e à maior mortalidade (PINHEIRO *et al.* 2010). As fraturas de quadril reduzem o tempo de vida em 36% para homens e 21% para mulheres, ocorrendo a morte nos primeiros seis meses depois da fratura de colo do fêmur. Em

pacientes com desordens psiquiátricas, a taxa de mortalidade chega a 50% após a fratura (CARVALHO *et al.* 2004).

Segundo o *Brazilian Osteoporosis Study* (BRAZOS), primeiro estudo epidemiológico em uma amostragem representativa da população brasileira adulta, publicado em 2010, a prevalência de osteoporose no Brasil foi de 6%, porém os autores suspeitam de uma taxa mais elevada visto que os dados foram coletados através de um questionário e não através do exame de densitometria óssea. Fraturas por baixo impacto (definida como da própria altura ou menos) foram referidas por 15,1% das mulheres e 12,8% dos homens, sendo os principais locais de fratura: antebraço distal (30%), fêmur (12%), úmero (8%), costelas (6%) e vértebra (4%). Esse estudo relata ainda que na amostragem nacional estudada, não foi observada a diferença estatisticamente significativa com relação à cor da pele dos indivíduos, diferentemente dos estudos internacionais. De acordo com os autores desse estudo, esse aspecto pode ser explicado pelo elevado grau de miscigenação do país. Outro resultado desse estudo refere-se a alguns dos principais fatores de risco relatados, dentre eles, o sedentarismo e o tabagismo que se associaram significativamente a uma maior chance de fraturas por baixo impacto em mulheres e homens. Esses dados ressaltaram que à prática de exercícios físicos e a cessação do fumo podem ser medidas simples, relevantes e de baixo custo para a prevenção de fraturas em nossa população (PINHEIRO *et al.* 2010).

A perda óssea é uma consequência inevitável do envelhecimento. A partir de 40 anos, tanto na mulher quanto no homem, o processo de reabsorção óssea começa a preponderar sobre o processo de formação, levando à diminuição fisiológica deste mineral. Quando esse processo se torna intenso, pode resultar no aparecimento da doença osteoporose (FORWOOD & LARSEN, 2000). Atuando nessas etapas de formação e reabsorção, estão as células responsáveis pela formação (osteoblastos) e reabsorção óssea (osteoclastos). Os osteoblastos, sistema de células fixas, derivam da linhagem das células de revestimento (células da matriz mesenquimal) e são responsáveis por preencher as lacunas de reabsorção com a síntese da matriz colagenótica, enquanto os osteoclastos, sistema de células móveis não próprias do tecido, provêm de unidades formadoras comuns de granulócitos e macrófagos da medula, e são atraídas à superfície óssea para dar início ao processo reabsortivo (OLIVEIRA, 2000). Os tratamentos indicados para a osteoporose atuam exatamente sobre a atuação dessas células responsáveis pelo processo de remodelação óssea. Existe o tratamento medicamentoso e o não-medicamentoso, no qual se inclui a atividade física. Vale ressaltar que ambos os tratamentos não revertem a osteoporose, visando apenas evitar a progressão da doença. Será

apresentada uma breve revisão sobre o tratamento medicamentoso, para posteriormente ser abordada a outra parte do tratamento: a atividades físicas. Segundo GUARNIERO e OLIVEIRA (2004), a reversão da osteoporose estabelecida não é possível até o momento. Entretanto, a intervenção clínica precoce poderá prevenir a doença na maior parte dos indivíduos, já a abordagem clínica tardia poderá alterar a progressão do quadro osteoporótico já estabelecido. A ingestão de cálcio e a administração suplementar de vitamina D devem fazer parte de qualquer regime terapêutico para a osteoporose. Todos os pacientes com perda óssea, ou em potencial de risco para perda, devem ser aconselhados a ingerir cálcio e vitamina D, ou a usar suplementos equivalentes. A terapia de reposição hormonal (TRH) com estrogênio na pós-menopausa, por sua vez, está associada a redução de 40% a 50% no risco de fraturas do quadril relacionadas à doença. Cumpre salientar que essa reposição hormonal também é aprovada como método de prevenção da osteoporose. Alguns estudos demonstraram aumento de densidade mineral óssea com TRH, porém os dados não são consistentes em todos os trabalhos (RACER *et al.* 1999). A terapia de reposição hormonal é útil para o tratamento das alterações da mulher na menopausa, mas não está indicada para o tratamento da osteoporose isoladamente. É uma opção que deve ter seus riscos e benefícios discutidos entre a paciente e o seu médico ginecologista.

Outra opção quanto ao tratamento medicamentoso a literatura descreve duas classes de drogas: os agentes anti-reabsorção do tecido ósseo e os agentes estimuladores da formação óssea. Os agentes anti-reabsorção são drogas que inibem a atividade osteoclástica e são especialmente úteis para os pacientes nas fases de rápida remodelação óssea da doença. São exemplos: estrogênios, calcitonina e bisfosfonatos. Os estimuladores da formação óssea (ou agentes anabólicos), cujos representantes atuais são o fluoreto de sódio e o paratormônio (PTH), são drogas capazes de estimular a formação, causando assim aumento importante na massa óssea, em detrimento da reabsorção do tecido ósseo. (OLIVEIRA, 2002) Os resultados dos estudos clínicos com a administração de fluoreto são conflitantes (DE PAULA, 2000). A esperança de um tratamento adequado com esse tipo de medicação reside na administração do PTH atualmente disponível para o uso com os pacientes portadores de osteoporose. O PTH, quando administrado de forma intermitente e em baixas doses, é um potente estimulador da formação osteoblástica do tecido ósseo. A principal indicação do paratormônio é para o paciente com osteoporose grave e que apresente fratura osteoporótica. Os estudos atuais recomendam o uso durante um ano e meio a dois anos, sendo em seguida a terapia continuada com os bisfosfonatos (GUARNIERO & OLIVEIRA, 2004). Quando a osteoporose é do tipo secundário, o tratamento específico da doença de base será necessário (OLIVEIRA, 2002).

Serão incluídos, portanto, nessa revisão estudos nos quais os participantes faziam uso de algumas dessas substâncias que influenciam o remodelamento ósseo e, apesar de se saber que o efeito da intervenção (ER ou EV) não estaria sendo avaliado isoladamente, entende-se que dessa maneira os participantes da pesquisa estariam em condições mais próximas possíveis da população real que um diria poderia vir a se beneficiar de tais intervenções.

Antes de se discorrer sobre o tratamento não-medicamentoso é importante que se entenda um pouco melhor os mecanismos fisiológicos que ocorrem ao osso submetido a um estresse mecânico gerado pelo exercício físico. Os mecanismos pelos quais o esqueleto responde à atividade física ainda não estão totalmente esclarecidos, porém já em 1892, Wolff sugeriu que o stress mecânico aplicado aos ossos causaria uma mudança estrutural, a atualmente chamada remodelação óssea (Lei de Wolff (GOULD, 1993). BANKOFF *et al.* (1998) relatam em seus trabalhos que o exercício físico promove benefício sobre a densidade mineral óssea, através do efeito piezoelétrico, no qual os ossos se fortalecem de acordo com a maneira e a região estimulada. Ou seja, no momento da compressão mecânica do osso ocasionado pela contração muscular há o surgimento de cargas negativas nesse local e cargas positivas em outras áreas estiradas. Segundo DRIUSSO *et al.* (2000), os osteoblastos são estimulados pelo potencial negativo, migrando para essas áreas e lá depositando maior quantidade de massa óssea, aumentando a espessura e a resistência do osso. Já os osteoclastos migram para as regiões com potencial positivo atuando na reabsorção óssea local. A atividade osteoclástica libera o fator de crescimento ósseo, que estimula a atividade osteoblástica e, portanto, a formação óssea (MATSUDO & MATSUDO, 1992) Também pode ocorrer micro-fraturas que estimulariam as atividades osteoclástica e osteoblástica.

Portanto, a anatomia do osso vivo não é uma condição estática e resolvida, mas sim, modificada por toda a vida do indivíduo. E nesse contexto surge a atividade física como recurso que pode interferir tanto no processo de formação (LANYON, 1996) quanto no de reabsorção óssea (RUBIN, 2000). O exercício físico exerce estresse mecânico sobre o esqueleto humano, e isto favorece a mudança estrutural local, ou como citada anteriormente, a remodelação óssea (MARCHAND, 2001). Destaca-se assim, a importância da atividade física na integridade óssea, pois a prática de exercícios pode trazer benefícios para pessoas osteoporóticas, como o ganho de massa óssea em indivíduos em fase de desenvolvimento, ou a redução da perda em indivíduos mais senis (NAVEGA *et al.* 2003).

O exercício resistido (ER) é uma das atividades de maior competência para fornecer ao osso a carga mecânica necessária para seu remodelamento. O exercício resistido também conhecido como exercícios contra resistência, exercícios de sobrecarga, exercício de

fortalecimento muscular, e mais popularmente, musculação, é definido como contrações musculares realizadas contra resistências graduais e progressivas, no qual a resistência mais comum são os pesos. A sobrecarga é a base do treinamento físico porque o organismo se adapta em forma e função às sobrecargas que lhes são impostas, sendo necessário sempre sua progressão. As sobrecargas musculoesqueléticas dos exercícios físicos são, basicamente, a tensão, a compressão, a tração, a torção, e a repetição dos movimentos. Nos exercícios resistidos a compressão óssea ocorre pela ação da resistência aos movimentos, geralmente pesos, e não há impacto. A segurança musculoesquelética e segurança cardiovascular dos exercícios resistidos também têm sido demonstradas, mesmo diante de co-morbidades (GRAVES, 2001). Porém, sua prática apesar de altamente indicada ainda não tem completa aceitação pela população de indivíduos idosos.

Outra modalidade de atividade física que recentemente começou a ser apontada como benéfica no processo de remodelamento ósseo foi o exercício vibratório (EV) feito através de equipamentos de plataformas vibratórias. A vibração pode ser entendida como um movimento de característica oscilatória que se repete em torno de uma posição de referência. Os aparelhos de vibração confeccionados para o treinamento e reabilitação física produzem vibrações constantes e com ondas simétricas, e em razão disso, é possível quantificar a intensidade da vibração produzida. Esta vibração varia de acordo com a frequência, amplitude e magnitude do movimento gerado. A frequência (Hz) de vibração se refere à taxa de repetições dos deslocamentos em um segundo. A amplitude (mm) é a extensão do deslocamento (d em mm) da base vibratória, normalmente, ela é calculada nas plataformas vibratórias como a metade da diferença entre o maior e o menor valor do deslocamento ocorrido durante a oscilação. Além disso, a magnitude do movimento oscilatório é representada pela aceleração (a), reportada em “m.s<sup>-2</sup>” ou em “g” em relação ao número de vezes que supera a aceleração gravitacional (CARDINALE & BOSCO, 2003; JORDAN *et al.* 2005).

É importante esclarecer que existem dois diferentes tipos de plataformas vibratórias: a “plataforma vibratória verticalizada” no qual a direção do movimento se dá nos 3 eixos de movimento (X,Y,Z) e a resultante desses três vetores é para cima (sentido vertical), e a “plataforma vibratória oscilatória” que possui um pivô central, no qual a plataforma oscila em torno deste único eixo (CARDINALE & BOSCO, 2003). Nas plataformas vibratórias verticalizadas pode se alterar as variáveis: frequência da vibração, tempo de duração do exercício, e amplitude. Já nas oscilatórias trabalha-se somente com as variáveis: frequência da

vibração e tempo, a medida da amplitude da oscilação, neste casos, muda. Devido ao movimento oscilatório, encontramos na mesma superfície da plataforma diferentes pontos nos quais a amplitude é diferente. Neste tipo de plataformas, dependendo da posição em que colocar os pés, poderá trabalhar com uma maior ou menor amplitude do movimento, pés mais juntos representam uma amplitude menor, e pés mais afastados, uma maior amplitude. Serão incluídos nessa revisão os dois tipos.

Ao analisar a fundamentação fisiológica da vibração corporal total, entende-se que a vibração sobre os músculos, e, conseqüentemente sobre os tendões, atua sobre dois tipos de receptores sensoriais. A vibração provoca pequenas e rápidas mudanças na medida das unidades motoras, e estas rápidas mudanças de comprimento são detectadas pelos proprioceptores, principalmente pelos fusos musculares. Lembrando que o fuso muscular é responsável pela detecção inconsciente do grau de alongamento muscular a estimulação desse receptor produz um efeito excitatório sobre os motoneurônios alfa da medula. Estes, por sua vez, enviam comandos motores para que a contração muscular ocorra, reduzindo, desta forma, o comprimento do músculo estirado e a seqüência de descarga do receptor fusar (reflexo de estiramento ou monossináptico/ reflexo miotático). O encurtamento do músculo como um todo alivia o estiramento dos fusos musculares, removendo o estímulo dos receptores. O outro receptor sensorial estimulado pela vibração e envolvido nesse processo é órgão tendinoso de golgi, acredita-se que ele fornece o feedback da tensão na regulação reflexa da contração muscular. Os impulsos emitidos por ele excitam os interneurônios inibitórios da medula que, por sua vez, inibem os neurônios motores alfa do músculo homônimo, o qual se relaxa, aliviando tensões excessivas (reflexo de estiramento inverso ou tendinoso). Tal reflexo é considerado como um mecanismo de proteção respondendo, ao excesso de tração exercido contra o tecido muscular, com relaxamento para impedir lesões. (HASAN & STUART, 1988)

Um ponto relevante é necessário esclarecer sobre essas duas intervenções (ER e EV). Elas se diferem para trabalhar aumento de força muscular. Pensando na conhecida 2ª Lei de Newton:  $\text{Força} = \text{massa} \times \text{aceleração}$ , para se aumentar a força muscular, os treinamentos de força convencionais utilizam-se maior peso, já que a aceleração da gravidade é constante. Já nos treinamentos com vibração corporal total, a massa corporal é constante e para se aumentar a força aumenta-se a aceleração, isto é, aumenta-se a amplitude e a frequência de oscilações da plataforma vibratória (CARDINALE & WAKELING, 2005).

Como ainda tais modalidades de intervenções não são praticadas pela grande maioria de indivíduos com mais de 50 anos em nosso país e são escassos os trabalhos científicos sobre o tema, o objetivo geral do presente estudo foi realizar uma revisão sistemática de literatura para verificar os impactos das duas modalidades: exercícios resistidos e exercício vibratório, feito através de plataformas vibratórias, sobre a densidade mineral óssea do quadril total, ou colo de fêmur, ou trocânter de indivíduos acima de 50 anos. Os objetivos específicos foram: a) Verificar os relatos de lesão nos participantes, uma vez que se trata de exercícios que utilizam uma “sobrecarga” a mais (seja ela peso ou aceleração); b) Verificar se existem evidências sobre a eficiência de uma modalidade sobre outra; c) Observar se homens e mulheres respondem de maneira similar às intervenções.

## 2 METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão sistemática para identificar ensaios clínicos relevantes de acordo com os objetivos propostos. As seguintes bases de dados eletrônicas foram pesquisadas: MEDLINE, BIREME e PEDro. Uma estratégia específica de busca em cada base de busca foi usada para se identificar os estudos.

Para se pesquisar sobre “exercício resistido” no MEDLINE, as palavras-chaves utilizadas foram: (*strength training OR resistance exercise*) and (*hip BMD OR hip bone mineral density*). No BIREME: “*strength training*” e “*hip bone mineral density*” e “*older adults*”. E no PEDro: “*hip bone mineral density*”, terapia: *strength training*; e subdisciplina: *gerontology*, publicados desde 2001;

Já para se pesquisar sobre “exercício vibratório” no MEDLINE, as palavras-chaves utilizadas foram: (*whole-body vibration training OR whole-body vibration OR acceleration training*) and (*hip BMD OR hip bone mineral density*). No BIREME: “*whole-body vibration training*” e “*hip bone mineral density*”. E no PEDro: “*whole body vibration*”, terapia: *strength training*; e subdisciplina: *gerontology*, publicados desde 2001;

Os critérios de inclusão para os estudos foram: (1) revisões; (2) metanálises; (3) ensaios clínicos aleatorizados; (3) não-aleatorizados; (4) publicados nos últimos 10 anos; (5) nas línguas: inglês, português e espanhol; (6) indivíduos com mais de 50 anos; (7) exercícios resistido realizados através de pesos ou aparelhos de musculação; (8) exercício vibratório feito sobre plataformas vibratórias sendo ela oscilatória ou verticalizada; (9) exame de densitometria óssea realizados sobre quadril total, colo de fêmur e trocânter; (10) foram incluídos estudos de indivíduos em uso de substâncias que interferem na remodelação óssea como: terapia de reposição hormonal, suplementos de Cálcio e Vitamina D, ácido alfa-linolênico e bifosfonatos.

Os critérios de exclusão foram: (1) mulheres com câncer de mama; (2) Protocolos que realizassem uma combinação de intervenções. (como: exercício resistido ou exercício vibratório associado a caminhadas, esteiras, bicicletas, subir e descer escadas, jumping, exercícios de equilíbrio; ou associassem exercício resistido e vibratório); (3) treino de exercícios usando somente o peso do próprio corpo, sem sobrecarga adicional; (4) indivíduos que já tivessem sofrido fratura de quadril; (5) estudos que não deixassem amplamente explicado o tipo de exercício utilizado, carga, frequência, duração; (6) adultos obesos; (7)

indivíduos que já tivessem participado de um grupo de intervenção antes ou que já praticassem outra atividade física.

Os estudos foram submetidos a uma avaliação da qualidade metodológica, utilizando-se a escala PEDro. Essa escala é composta de 11 itens, sendo que cada item contribui com 1 ponto (com exceção do item 1 que não é pontuado). O escore total varia de 0 (zero) a 10 (dez). Dois autores avaliaram independentemente cada artigo com relação à presença ou ausência dos indicadores de qualidade da escala. Níveis moderados de confiabilidade entre examinadores (ICC= 0,68; IC95%= 0,57-0,76) têm sido demonstrados pela escala PEDro. Para a classificação final dos artigos, as divergências eram discutidas até atingir um consenso entre os autores.

### 3 RESULTADOS

Foram pré-selecionados 32 trabalhos pelo título e resumo, sendo 22 referentes ao tema ER e 10 referentes à EV.

Após a leitura dos estudos, foi feita a seleção de 16 artigos de ER, dos quais 10 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão, conforme apresentado no QUADRO 1.

QUADRO 1 - Estudos sobre ER excluídos

Identificação do Estudo	Razão para sua exclusão
1. JESSUP <i>et al.</i> 2003	Combinação de intervenções: ER+ caminhada+subir e descer escadas+ exercícios de equilíbrio
2. VILAREAL <i>et al.</i> 2003	Combinação de intervenções: exercícios de equilíbrio + exercícios de força+ exercícios de resistência
3. STENGEL <i>et al.</i> 2005	Combinação de intervenções: ER+corrida+"jump"
4. STEWART <i>et al.</i> 2005	Combinação de intervenções: ER+ esteira+ bicicleta estacionária+ subir e descer escadas
5. STENGEL <i>et al.</i> 2007	Participantes já haviam participado de um grupo de intervenção de exercícios
6. HOURIGAN <i>et al.</i> 2008	Não treinaram ER. Peso do corpo e gravidade sendo usados como resistência.
7. PARK <i>et al.</i> 2008	Combinação de intervenções: ER associado a exercícios de impacto (como caminhada, corrida, "jump", "step") sem especificar
8. KUKULJAN <i>et al.</i> 2009	Combinação de intervenções: ER+ "step" + "jump"
9. SCHMITT <i>et al.</i> 2009	Não dava detalhes sobre o protocolo de exercício
10. KORPELAINEN <i>et al.</i> 2010	Combinação de intervenções: ER+ caminhada+subir e descer escadas+ exercícios de equilíbrio+dança

Já para EV, após a leitura dos estudos foi feita a seleção de cinco artigos, dos quais um foi excluído por não atender aos critérios de inclusão, conforme apresentado no QUADRO 2.

QUADRO 2- Estudo sobre EV excluídos

Identificação do Estudo	Razão para sua exclusão
SLATKOVSKA <i>et al.</i> 2010	Revisão sistemática e metanálise: dos 8 estudos incluídos, um observou adultos jovens (Torvinen <i>et al.</i> 2003), outros dois crianças e adolescentes (Ward <i>et al.</i> 2004; Gilsanz <i>et al.</i> 2006) e 5 observaram mulheres após a menopausa (RUSSO <i>et al.</i> 2003; VERSCHUEREN <i>et al.</i> 2004; RUBIN <i>et al.</i> 2004; IWAMOTO <i>et al.</i> 2005; GUSI <i>et al.</i> 2006). Dentre esses últimos, IWAMOTO <i>et al.</i> 2005 observava o efeito do EV sobre a coluna e RUSSO <i>et al.</i> 2003 sobre a tibia dos participantes; e os outros três estudos já haviam sido incluídos.

Para a análise final foram incluídos 10 artigos científicos, sendo seis deles sobre ER, e quatro sobre EV. A Tabela 1 apresenta os dados extraídos dos artigos sobre ER, e a Tabela 2 os dados extraídos dos artigos sobre EV.

## **Resultados dos artigos científicos referentes a intervenção com exercícios resistidos na densidade mineral óssea**

### **3.1.1 Desenhos dos estudos analisados**

Cinco ensaios clínicos aleatorizados (CORNISH & CHILIBECK 2009; KERR *et al.* 2001; LIU-AMBROSE *et al.* 2004; MARQUES *et al.* 2011; WHITEFORD *et al.* 2010;), e um não-aleatorizado (BEMBEN & BEMBEN, 2011).

### **3.1.2 Características gerais dos participantes dos estudos analisados**

Somando todos os participantes que completaram os estudos incluídos na revisão de ER, tem-se um total de 545 participantes, sendo 344 mulheres, ou seja, 63% do total de indivíduos analisados. E as idades variaram de 55 a 95 anos. Dois estudos (BEMBEN & BEMBEN, 2011; CORNISH & CHILIBECK, 2009) analisaram homens e mulheres, três estudos (MARQUES *et al.* 2011; KERR *et al.* 2001; LIU-AMBROSE *et al.* 2004 ) foram realizados somente com mulheres, e um (WHITEFORD *et al.* 2010) tinha uma amostra exclusivamente de homens. Três estudos analisaram indivíduos que utilizavam substância que auxiliavam na remodelação óssea, sendo eles: terapia de reposição hormonal (BEMBEN & BEMBEN, 2011), uso de bifosfonatos, suplementação de Cálcio e Vitamina D (LIU-AMBROSE *et al.* 2004) e ácido alfa-linolênico (CORNISH & CHILIBECK, 2009)

### **3.1.3 Características gerais dos programas de intervenção com exercícios resistidos**

A duração das intervenções variou de 12 semanas (CORNISH & CHILIBECK, 2009) a 2 anos (KERR *et al.* 2001). A frequência da maior parte dos estudos foi de 3 vezes /semana (MARQUES *et al.* 2011; WHITEFORD *et al.* 2010; KERR *et al.* 2001; CORNISH & CHILIBECK, 2009), sendo que um estudo (BEMBEN & BEMBEN, 2011 ) procurou estabelecer relação entre intensidade e frequência de ER, analisando frequência de 2 ou 3 vezes/semana, e um único estudo (LIU-AMBROSE *et al.* 2004) adotou frequência de 2 vezes/semana. Todos os estudos realizaram 1 hora de atividade a cada sessão, exceto um (LIU-AMBROSE *et al.* 2004) que realizou 50 minutos. Dois estudos (BEMBEN &

BEMBEN, 2011; WHITEFORD *et al.* 2010; KERR *et al.* 2001) realizaram 3 séries de 8 repetições, e dois (MARQUES *et al.* 2011; LIU-AMBROSE *et al.* 2004) realizaram 2 séries de 6-8 repetições. Já o estudo que analisou relação entre frequência e intensidades (BEMBEN & BEMBEN, 2011) utilizou para o grupo de baixa intensidade 3 séries de 8 repetições, e para o de alta: 3 séries de 16 repetições. E um único estudo (CORNISH & CHILIBECK, 2009) tinha um protocolo variável no que diz respeito a intensidade das sessões de acordo com a progressão da carga, conforme apresentado na Tabela 1. A maior parte dos estudos (MARQUES *et al.* 2011; WHITEFORD *et al.* 2010; KERR *et al.* 2001; LIU-AMBROSE *et al.* 2004) trabalhou com cargas altas: variando de 75% de 1RM até séries de todas as repetições com cargas máximas (3 séries de 8 repetições máximas). BEMBEN & BEMBEN (2011) escolheram carga 40% RM para o grupo de baixa intensidade e 80%RM para o de alta. E por fim, CORNISH & CHILIBECK (2009) tinham como desenho de estudo cargas diferentes com o evoluir da intervenção.

A maior parte dos estudos comparou o efeito do ER com outros tipos de intervenção como: exercício aeróbico (MARQUES *et al.* 2010; KERR *et al.* 2001), exercícios de agilidade (LIU-AMBROSE *et al.* 2004) ou caminhada (WHITEFORD *et al.* 2010). E dois outros estudos analisaram apenas o ER, associado ou não a outras variáveis, como: suplementação de ácido alfa-linolênico (CORNISH & CHILIBECK, 2009) e a intensidade e frequência do exercício (BEMBEN & BEMBEN, 2011).

TABELA 1 - ESTUDOS INCLUÍDOS SOBRE ER

Autor Ano, País	Escala PEDro	Participantes	Idade	Intervenções	Resultados	Conclusão
1. KERR <i>et al.</i> 2001, Austrália	4/10	Completaram:90 mulheres Grupo de exercício resistido (ER): 24; Grupo de exercício aeróbico(EA): 30; Grupo controle (GC): 36 Perdas e exclusões: 36	(ER):60±5 (EA):59±5 (GC):62±6	Duração: 2 anos Frequência: 3X/semana (1h por dia) <b>Grupo ER:</b> Intensidade: 3 séries de 8 repetições máximas Exercícios-Ext punho, rosca invertida, rosca direta, triceps, pulley, flex/ext de quadril, panturrilha <b>Grupo EA: (ER+EA)</b> Fez o mesmo ER que o grupo anterior, porém a carga foi o "menor peso" possível (e não foi aumentado) e foi adicio- nado uma bicicleta estacionária moderada intensidade(FC<150 batimentos/segundo) Os exercícios foram executados em cir- cuito sendo 40 segundo tempo de execu- ção e 10 segundos repouso.	Aumento significativo na DMO de quadril total e região intertrocanterica no grupo ER. Os maiores ganhos de DMO do grupo ER foram obtidos durante os primeiros 6 meses de intervenção e mantidos até o final do estudo.	Estudo mostrou efeito significativo do treino de força na DMO de quadril total e região intertrocanterica em mu- lheres pós-menopausa. Porém, não se observa efeito adicional do treino aeróbico em circuito sobre a DMO.
1. LIU-AMBROSE <i>et al.</i> 2004, Canadá	6/10	Completaram: 98 mulheres Grupo de exercício resisti- do (ER): 32; Grupo de exercí- cios de agilidade (AG): 34; Grupo de alongamento(A):32 Perdas e exclusões: (ER):2; (AG):2; (A):2  *Existia participantes que usavam bifosfonatos, e suplementação de cálcio e vitamina D	(ER):79.6 (2.1) (AG):78.9 (2.8) (A):79.5 (3.2)	Duração: 25 semanas Frequência: 2X/semana (50min por dia) <b>Grupo ER:</b> Intensidade: 2 séries de 6-8 repetições 75-85% RM Exercícios: rosca direta, triceps, remada sentada, pulley, mini-agachamento, agachamento avanço, banco flexor, pantur- rilla, extensão de quadril <b>Grupo AG:</b> Protocolo para desafiar coordenação, equi- líbrio e tempo de reação. Exercícios: atividades com bola, corrida de revezamento, movimentos de dança e per- curso com obstáculos <b>Grupo A:</b> Alongamentos gerais e técnicas de relaxa- mento.	Nenhuma diferença entre DMO de quadril foi observada entre os grupos, através da DXA. Porém, o grupo AG aumentou significativamente densidade óssea cortical em $0,5 \pm 0,2\%$ (SE) no eixo da tíbia em comparação com um perda de $0,4 \pm$ $0,3\%$ no grupo A. O grupo de treinamento de resistência	Exercícios de resistência e agilidade promovem alterações na estrutura óssea cortical nas regiões de tíbia e râdioem mulheres idosas com baixa DMO (medido através de tomografia compu- tadorizada quantitativa periférica-pQCT) Quanto a DMO de quadril medido pela DXA, não há diferenças entre os grupos
3. CORNISH & CHILIBECK 2009, Canadá	7/10	Completaram: 51 Grupo exercício resistido+ ácido alfa-linolenico (ER+AAL): 25 (14 homens e 11 mulheres) Grupo exercício resistido+ placebo (ER):26 (14 homens e 12 mulheres) Perdas e exclusões: 9	(ER+AAL): H:63±7 M:67±7  (ER): H:67±7 M:65±7	Duração: 12 semanas Frequência: 3X/semana <b>Grupo ER+AAL:</b> Intensidade: 1) 6 sessões, 2-3 séries de 10-12 repetições 60-65% RM 2) 6 sessões, 4 séries de 10-12 repetições 65-70% RM 3) 12 sessões, 3-4 séries de 6-10 repetições 70-85% RM 4) 12 sessões, 3 séries de 10-12 repetições 65-80% RM Exercícios: supino, desenvolvimento de ombro, rosca direta, triceps, extensão de coluna, flex/ext/ abdução/adução quadril, ext/flex joelho e leg press <b>Grupo ER:</b> Mesmos exercícios +placebo	Homens que receberam suplementação de AAL diminuíram as concentrações de IL-6, e não foram observadas outras alterações em citocinas inflamatórias. DMO quadril aumentou significativamente em ambos os treinamentos.	Suplementação de AAL diminuiu as concentrações de IL-6 em homens idosos, mas não em mulheres. E tem um efeito mínimo no aumento de massa muscular e força durante um treino de resistência.
4. WHITEFORD <i>et al.</i> 2010, Austrália	6/10	Completaram: 128 homens Grupo de exercício resistido (ER): 62; Grupo controle (GC): 66 Perdas e exclusões: (ER): 11; (GC):4	(ER): 64±6 (GC): 64±6	Duração: 1 ano Frequência: 3X/semana (1h por dia) <b>Grupo ER:</b> Intensidade: 3 séries de 8 repetições máximas Exercícios: flex/ext e abdução de qua- dril, panturrilha, triceps, flex/ext de punho, rosca direta, pronação/supinação de antebraço <b>Grupo controle ativo:</b> 30 minutos de caminhada 3X/semana	Aumento significativo na DMO de quadril total nos 2 grupos, e esse aumento não foi maior no grupo de ER.	Em homens idosos, um programa de ER não é melhor do que caminhar 3X/semana para se aumentar DMO de quadril.
5. BEMBEN & BEMBEN 2011, EUA	4/10	Completaram: 124 45 homens e 79 mulheres Perdas e exclusões:36 (1)Alta intensidade (80% de 1RM) 2X/semana (2A): 31; (2)Baixa intensidade(40% de 1RM) 2X/semana (2B):34; (3)Alta intensidade (80% de 1RM) 3X/semana (3A):24; Baixa intensidade(40% de 1RM) 3X/semana (3B):35 *75% das mulheres faziam uso de terapia de reposição hormonal	Homens:65.2±0.5 Mulheres:63.8±0.4	Duração: 40 semanas. (1h por dia) Intensidade e Frequência: <b>Grupo 2H1 e 3H1: (80%RM)</b> 3 séries de 8 repetições 5 exercícios para mms- rosca direta, tri- ceps, desenvolvimento de ombros, pulley, remada; 7 exercícios para mmil-flex/ext joe- lho, 2-leg press, flex/ext/abdução/adução quadril <b>Grupo 2B1 e 3B1:(40%RM)</b> 3 séries de 16 repetições Os mesmos exercícios do grupo anterior	Foram encontrados resultados significativos (p<0.05) após a intervenção soba DMO de coluna vertebral, trocater e quadril total. Trocater, quadril total e colo de femur tiveram aumentos significativos de DMO após o treinamento (p=0.05, p<0.01, p=0.05, respectivamente) sendo na região do trocater o local de aumento mais consistente (0.5% no 2L1.5% no 3L1)	Intensidade e frequência de treinamento não interferem na DMO. Apesar disso, o treino de ER é eficaz no aumento da DMO de femur proximale coluna lombor. Homens e mulheres mostraram melhoras semelhantes na DMO de trocater equadril, mas na coluna essa melhora se mostrou maior nos homens do que nas mulheres.
6. MARQUES <i>et al.</i> 2011, Portugal	6/10	Completaram: 54 mulheres Grupo de exercício resistido (ER):15; Grupo de exercício aeróbico(EA): 19; Grupo controle(GC): 20 Perdas e exclusões: (ER): 8; (EA): 5; (C): 4	(ER): 67.3±5.2 (EA): 70.3±5.5 (GC): 67.9±5.9	Duração: 32 semanas. Frequência: 3X/semana (1h por dia) <b>Grupo de ER:</b> Intensidade:2 séries de 6-8 repetições 75-85% RM Exercícios: leg press, banco extensor, banco flexor, banco abductor, supino, elevação lateral (ombro), desenvolvimento de ombros, abdominais <b>Grupo EA:</b> Intensidade: 65-85% Frequência Cardí- aca de Reserva Exercícios "step", pular corda, cami- nhada, dança. Obs.: nas primeiras 6 se- manas, foram executados 10 min de exercícios de força para: flex/ext e abductor d quadril; flex/ext joelho; e dorsiflexão e flexão plantar <b>Grupo Controle:</b> sem intervenção (lista de espera)	Somente o grupo de treino resistido apresentou melhora na DMO de trocater e quadril total e melhoraram a composição corporal	O estudo sugere que 8 meses de treino resistido parece ser mais eficiente do que treino aeróbico para induzir mudanças favoráveis na DMO de quadril

## **Resultados dos artigos científicos referentes a intervenção com exercícios vibratórios na densidade mineral óssea**

### **3.2.1 Desenhos dos estudos analisados**

Quatro ensaios clínicos controlados e aleatorizados (GUSI *et al.* 2006; VERSCHUEREN *et al.* 2004; VERSCHUEREN *et al.* 2011; RUBIN *et al.* 2004)

### **3.2.2 Características gerais dos participantes dos estudos analisados**

Um total de 265 participantes, completaram os estudos incluídos na revisão de EV, sendo que 100% dos indivíduos analisados foram do sexo feminino, com idades que variaram de 50 a 80 anos. Em somente um dos estudos os indivíduos analisados utilizavam substância que auxiliavam na remodelação óssea, sendo ela: suplementação de vitamina D (VERSCHUEREN *et al.* 2011).

### **3.2.3 Características gerais dos programas de intervenção com exercícios resistidos**

A maior parte das plataformas vibratórias utilizadas pelos estudos eram verticalizadas, com exceção do estudo de GUSI *et al.* (2006) que observou a intervenção de plataformas vibratórias oscilatórias.

A duração das intervenções variou de 6 meses (VERSCHUEREN *et al.* 2011; VERSCHUEREN *et al.* 2004) a 1 ano (RUBIN *et al.* 2004), e na maior parte dos estudos a frequência das mesmas foi de 3 vezes/semana (VERSCHUEREN *et al.* 2011; VERSCHUEREN *et al.* 2004; GUSI *et al.* 2006), com o tempo de cada sessão variando de 15 (VERSCHUEREN *et al.* 2011) a 30 minutos (GUSI *et al.* 2006; VERSCHUEREN *et al.* 2004). Porém, um único estudo RUBIN *et al.* (2004) apresentou uma frequência de intervenção bem maior do que os demais. Neste, a intervenção foi de 2 vezes/dia com duração de 10 minutos cada, sendo que as sessões eram realizadas na casa do paciente, e isso só foi possível uma vez que cada indivíduo foi suprido de seu próprio equipamento de plataforma vibratória.

Nos estudos que tinham plataformas vibratórias verticalizadas: todos utilizaram frequências altas: 30 Hz (RUBIN *et al.* 2004), 35-40Hz (VERSCHUEREN *et al.* 2004), e 40 Hz (VERSCHUEREN *et al.* 2011). Quanto a magnitude da vibração, ou seja, aceleração (g): VERSCHUEREN *et al.* (2004) e (2011) utilizaram protocolos de 2,2g e 2,28g-5,09g. E um estudo (RUBIN *et al.* 2004) utilizou uma magnitude muito baixa: 0,2g. No único estudo no qual a plataforma utilizada foi a oscilatória (GUSI *et al.* 2006) o protocolo utilizado foi de uma frequência baixa: 12.5Hz e a maior magnitude de 1,91g.

Nos trabalhos de VERSCHUEREN *et al.* (2011) e GUSI *et al.* (2006) o tempo de duração de cada exercício era de 60 segundo. No estudo que apresenta a intervenção mais

intensa (RUBIN *et al.* 2004), os indivíduos ficavam de pé sobre a plataforma por 10 minutos consecutivos. Já VERSCHUEREN *et al.* (2004), não apresentou essa informação no protocolo de intervenção.

Dos estudos incluídos três deles compararam o treino vibratório a outros tipos de variáveis, sendo, outras intervenções como: exercícios resistidos (VERSCHUEREN *et al.* 2004) e caminhada (GUSI *et al.* 2006).E dosagem alta ou convencional de vitamina D (VERSCHUEREN *et al.* 2011). O estudo de RUBIN *et al.* (2004) tinha um grupo controle placebo, indivíduos que acreditavam estar recebendo tratamento, aumentando a credibilidade dos resultados encontrados neste caso.

TABELA 2 - ESTUDOS INCLUIDOS SOBRE EV

Autor Ano, País	Nota PEDro	Plataforma Utilizada	Participantes	Idade	Intervenções	Resultados	Conclusão
1. RUBIN <i>et al.</i> , 2004, EUA	10/10	Plataforma Verticalizada Modelo: LA18-18	Completaram: 56 mulheres, Grupo de exercício vibratório(EV); 28; e placebo(GC): 28	(EV): 57,34 (SD 64) (GC): 57,33 (47-64)	Duração: 1 ano Frequência: 2X/dia em casa Frequência da Vibração: 30Hz Magnitude da vibração (a): 0,2g Tempo de duração de um exercício: 10 min <b>Grupo EV:</b> Manutenção da postura ortostática sob a plataforma vibratória <b>GC Placebo:</b> Manutenção da postura ortostática sob a plataforma vibratória, mas a mesma não vibrava somente emitia um som audível de baixa frequência exatamente igual ao som produzido pelas plataformas do grupo intervenção. Duração: 6 meses Frequência: 3X/semana <b>Grupo EV:</b> 30 min por dia Frequência da vibração: 35-40 Hz Magnitude da vibração (a) 2,28-5,09g (A=1,5- 2,5mm) Exercícios isométricos e isotônicos- agachamento, agachamento avanço, agachamento com rotação externa de quadril, agachamento unilateral, agachamento a fundo <b>Grupo ER:</b> (1 hora por dia) 20 min aquecimento intensidade: 60-80% FC de reserva, treino ER: 2X(10-15) RM +1X 8RM Exercícios: banco extensor e leg press GC: sem intervenção	Participantes do grupo placebo perderam 2,13% de DMO de colo de femur após 1 ano, enquanto o grupo EV está associado a um ganho de 0,04%, indicando 2,17% de benefício relativo do tratamento.	Esses resultados indicam a possibilidade de uma intervenção mecânica e não invasiva para a osteoporose. Essa abordagem não-farmacológica tem como base fisiológica inibir o declínio da DMO que ocorre após a menopausa
2. VERSCHUEREN <i>et al.</i> , 2004, Bélgica	5/10	Plataforma Verticalizada Modelo: PowerPlate	Completaram: 70 mulheres Grupo de exercício vibratório (EV); 25; Grupo de exercício resistido (ER); 22; Grupo controle (GC); 23	(EV): 64,6 ± 3,3 (ER): 63,90 ± 3,8 (GC): 64,2 ± 3,1	Duração: 8 meses Frequência: 3X/semana (30 min por dia) Frequência da vibração: 12,6 Hz Magnitude da vibração (a): 1,91g (A=3mm) Tempo de duração de um exercício: 60 seg Exercícios realizados em plataforma vibratória oscilatória com indivíduo em pé. Mais detalhes sobre os tipos de exercícios não foram dados. <b>GC ativo:</b> Frequência: 3X/semana (1h por dia) Caminhada ao ar livre.	Não foram relatados efeitos colaterais provenientes da vibração e o treino vibratório melhorou significativamente a DMO de quadril. Não foram observadas mudanças significativas na DMO de quadril de mulheres participantes do grupo ER, nem do GC.	O treino de EV pode ser viável e efetiva forma para modificar os conectivos fatores de risco para quedas e fraturas em mulheres idosas
2. GUSI <i>et al.</i> , 2006, Espanha	5/10	Plataforma Oscilatória Modelo: Galileo 2000	Completaram: 28 mulheres Grupo de exercício vibratório (EV); 14; Grupo controle ativo (GC); 16	(EV); 66 (6) (GC): 66 (4)	Duração: 6 meses Frequência: 3X/semana (15 min por dia) Frequência da vibração: 12,6 Hz Magnitude da vibração (a): 1,91g (A=3mm) Tempo de duração de um exercício: 60 seg Exercícios realizados em plataforma vibratória oscilatória com indivíduo em pé. Mais detalhes sobre os tipos de exercícios não foram dados. <b>GC ativo:</b> Frequência: 3X/semana (1h por dia) Caminhada ao ar livre.	Após 8 meses, observou-se melhores resultados para DMO de colo de femur para os indivíduos do grupo EV do que no grupo de caminhada.	O treino de 8 meses de exercício usou do plataforma vibratória oscilatória, é viável e mais eficaz do que caminhada para melhorar um dos determinantes principais de fratura óssea: DMO de quadril
4. VERSCHUEREN <i>et al.</i> , 2011, Bélgica	6/10	Plataforma Verticalizada Modelo: PowerPlate	Completaram: 111 mulheres (Grupo de exercício vibratório e dosagem convencional (880 IU/dia) de vitamina D (EV-C); 28; (2) Grupo de exercício vibratório e alta dosagem (1600 IU/dia) de vitamina D (EV-A); 26; (3) Grupo controle e dosagem convencional de vitamina D (GC-C); 28; (4) Grupo controle e alta dosagem de vitamina D (GC-A); 29; *Todos os grupos receberam também suplementação de Cálcio 1000mg/dia	(EV-C): 79,8 (SD 5,3) (EV-A): 80,3 (SD 5,3) (GC-C): 79,6 (SD 5,2) (GC-A): 78,7 (SD 5,6)	Duração: 6 meses Frequência: 3X/semana (15 min por dia) <b>Grupos (1) e (2) EV:</b> Frequência da vibração: 40 Hz Magnitude da vibração (a): 2,2 g Tempo de duração de um exercício: 60 seg Exercícios isométricos e isotônicos- agachamento, agachamento unilateral, agachamento avanço, agachamento com rotação externa de quadril, agachamento anterior na ponta dos pés Tempo de repouso: 5 segundos <b>GC (3) e (4):</b> sem intervenção	DMO quadril melhorou significativamente em todos os grupos. E quando comparado com GC, o grupo EV não apresenta ganhos maiores.	O EV testado nesse protocolo não é mais eficiente para aumento de DMO quadril do que apenas suplementação de vitamina D

## 4 DISCUSSÃO

A maior parte dos estudos (MARQUES *et al.* 2011; KERR *et al.* 2001; CORNISH & CHILIBECK, 2009; BEMBEN & BEMBEN, 2011) sobre ER selecionados por essa revisão apresentaram resultados que demonstraram a eficácia dessa modalidade terapêutica em induzir mudanças favoráveis na DMO de quadril total, colo de fêmur, ou trocânter de indivíduos acima de 50 anos.

Dos quatro estudos que apresentaram resultados positivos, MARQUES *et al.* (2011) e KERR *et al.* (2001) desenvolveram os estudos somente com indivíduos do sexo feminino, sendo que 54 participaram do primeiro estudo, e 90 do segundo estudo. Ambos compararam ER com exercício aeróbico (EA) e foram realizados 3 vezes/semana, durante 1 hora cada sessão. O primeiro estudo, a duração da intervenção foi de 32 semanas, e tinha um grupo de ER e outro de EA. Somente o grupo de ER apresentou melhora de DMO de trocânter e quadril total. Já no segundo estudo, de 2 anos de intervenção, tinha um grupo de ER e outro de ER(sem progressão de carga) associado a EA. Observaram aumento significativo na DMO de quadril total e região intertrocântérica nos grupos, e não se observou efeito adicional do incremento do EA associado ao treino de resistência. Segundo o Consenso Brasileiro de Osteoporose (2002), estudos tem demonstrado cada vez mais que os exercícios com carga apresentam melhores efeitos sobre os ossos, apresentando vantagem sobre os exercícios aeróbios em idosos, por promover paralelamente o aumento da massa muscular, aumento do efeito piezoelétrico e estimulação no remodelamento ósseo (PINTO-NETO *et al.* 2002). Embora os exercícios aeróbicos sejam importantes para manter corpo, mente e ossos saudáveis, os exercícios resistidos parecem exercer um papel mais importante na densidade óssea (LAYNE & NELSON, 1999). Neste sentido, os exercícios de caráter aeróbio (que não envolve o uso de pesos), acabam por não exercer efeitos tão significativos sobre a densidade óssea quanto atividades de curta duração e alta intensidade (SANTARÉM, 2001).

CORNISH & CHILIBECK (2009), propuseram um protocolo de intervenção em 28 homens e 23 mulheres de 3vezes/semana com uma duração total menor do que os demais, apenas 12 semanas, e ainda assim conseguiram encontrar aumento de DMO quadril dentre os participantes. Este protocolo de intervenção mais minucioso no que diz respeito a carga utilizada, com a intensidade das sessões aumentando progressivamente de acordo com a progressão das cargas, provavelmente poderia explicar a maior eficácia dessa intervenção, conseguindo demonstrar ganhos mesmo após um curto intervalo de tempo. Outro ponto a ser

discutido a respeito desse estudo é sobre a suplementação de ácido alfa-linolênico (AAL). O AAL é um membro do grupo de ácidos graxos essenciais, portanto, não produzidos pelo nosso organismo, chamados ômega 3, e que são fundamentais para o funcionamento adequado do nosso corpo. São encontrados principalmente em peixes de águas frias e profundas, como o salmão, atum, anchova, sardinha e também no óleo da semente de linhaça, que foi utilizado pelo estudo em questão (DOBRYNIEWSKI *et al.* 2007 ). Tal substância vem sendo utilizada para diminuir o processo inflamatório associado a diversas doenças crônicas (SIMOPOULOS, 1999). E, CORNISH & CHILIBECK (2009) pesquisaram se o AAL conseguiria diminuir a inflamação crônica de baixo grau associada ao envelhecimento resultando, assim, em maiores aumentos de DMO. O que se observou foi uma diminuição das concentrações de IL-6 e somente em homens, e nenhum efeito adicional sobre a DMO. Desta forma, neste estudo, o AAL não apresentou um incremento no resultado do grupo em que ele estava associado ao ER, comparado ao grupo que fazia somente ER. Ambos os grupos tiveram aumentos significativos e semelhantes de DMO de quadril, sendo, portanto, excluído sua influência nesse caso. Estudos semelhantes devem ser feitos para que os resultados desse estudo possam ser confirmados.

E por último BEMBEN & BEMBEN (2011) desenvolveram um estudo em 45 homens e 79 mulheres de 1 hora por dia durante 40 semanas, e apesar de terem tido bons resultados no que diz respeito ao efeito do ER sobre DMO de trocânter e quadril dos participantes, não conseguiram concluir com qual frequência (2 ou 3 vezes/semana) e intensidade (40 ou 80% de 1RM) de treinamento seria mais eficiente para se aumentar a DMO. Segundo a metanálise de JOVINE *et al.* (2006) que buscava revisar o efeito do treinamento resistido sobre a osteoporose após a menopausa, os estudos analisados referiram de maneira muito heterogênea sobre os fatores que influenciavam a efetividade do exercício terapêutico, como: frequência e aderência ao programa, tipo de exercício, duração de cada sessão e intensidade dos exercícios, número de sessões semanais e duração dos programas de exercícios. Essa meta análise também não foi conclusiva quanto ao protocolo específico que induziria a alterações mais favoráveis de DMO, apresentando essa heterogeneidade de protocolos como limitações do referido estudo, mesmo diante de resultados positivos. Dessa forma, esse ainda é um ponto inconclusivo, no qual mais pesquisas devem ser feitas.

Somente dois estudos não apresentaram relação positiva entre ER e aumento da DMO: LIU-AMBROSE *et al.* (2004) analisaram 98 mulheres em uso de bifosfanatos, e suplementação de cálcio e vitamina D por 25 semanas, 2 vezes/semana , 50 minutos por dia,

em três grupos distintos: um grupo de ER, outro de exercícios de agilidade (protocolo que desafiava coordenação, equilíbrio e tempo de reação), e um grupo de exercícios de alongamento. Não foram observadas diferenças significativas quanto a DMO de quadril entre os grupos no final do estudo. Conforme comentado no parágrafo anterior, ainda não foi esclarecido qual seria a frequência ideal dos exercícios. Realizando uma comparação com os protocolos de intervenção dos outros estudos incluídos nessa revisão e que apresentaram resultados nos quais os grupos de ER estimularam uma maior DMO de quadril, observa-se que os programas de exercícios propostos foram de 3 vezes/semana com 1 hora de duração por dia. Assim, pode se inferir que talvez essa seja uma frequência e duração mais provável para se observar resultados favoráveis na DMO. Além disso, o período de intervenção de 25 semanas também parece ser curto demais quando comparado com os outros estudos. O único estudo que apresentou uma intervenção menor do que isso e, mesmo assim, aumento de DMO quadril dos participantes foi o de CORNISH & CHILIBECK (2009) que durou apenas 12 semanas, mas que, no entanto, teve um protocolo de intervenção muito mais elaborado conforme comentado anteriormente. Além disso, a maior parte das participantes do estudo fazia uso de bifosfonatos, e segundo VIEIRA (2002) essas são drogas que inibem a reabsorção óssea, parando o processo reabsortivo, mas não estimulam a outra parte do processo de remodelamento ósseo: o da formação, ou seja, seu mecanismo de ação não permite que se obtenham ganhos de massa óssea significativos. Considerando os exercícios físicos como a única variável que atuaria no processo de formação óssea propriamente dita, mais tempo de intervenção seria realmente necessário. O outro estudo que também não apresentou resultados positivos foi o realizado por WHITEFORD *et al.* (2010). Foram analisados 128 homens no qual, um grupo praticou ER 3 vezes/semana, 1 hora por dia, durante 1 ano, e outro grupo caminhada 3 vezes/semana, 30 minutos por dia, durante o mesmo período. Os autores concluíram que em homens idosos, um programa de ER não foi melhor do que a caminhada 3 vezes/semana para se aumentar DMO de quadril. Esse recente estudo foi o único realizado somente com homens, o que nos mostra como ainda é escassa as pesquisas realizadas somente com indivíduos do sexo masculino e o pouco que ainda se sabe sobre esse processo de remodelamento ósseo entre essa população específica. Poderia se pensar em uma possível diferença entre gêneros nesse processo, mas qualquer suposição é imatura frente a escassez de estudos. Desta forma, não se pode inferir muito a respeito, somente evidencia-se que mais pesquisas deveriam ser feitas nesse sentido para se entender qual tipo de intervenção, e com qual frequência, seria mais benéfica para os homens uma vez

que eles também são acometidos pela osteoporose com a ressalva de que nesse gênero esta doença se apresenta ainda com maior mortalidade.

Dos quatro estudos incluídos nessa revisão sobre EV três também apresentaram efeitos benéficos no aumento da DMO do quadril, colo de fêmur, ou trocânter dos participantes, exceto um (VERSCHUEREN *et al.* 2011) que não encontrou essa relação. RUBIN *et al.* (2004) estudo de qualidade metodológica superior analisou 56 mulheres durante 1 ano e com uma protocolo de intervenção extremamente intenso. Cada participante possuía sua própria plataforma, e elas a utilizavam 2 vezes/dia, durante 10 minutos, mantendo a postura ortostática. Um grupo era o que recebia intervenção e o outro o placebo, que também acreditava estar recebendo algum tratamento. O grupo placebo teve perda de DMO de colo de fêmur após o período analisado, e o grupo de EV teve um aumento significativo devido à intervenção. O estudo concluiu que esses resultados apontam para a utilização de uma nova forma intervenção mecânica e não invasiva para a osteoporose. Porém, o estudo trabalha com uma intervenção que dificilmente poderia ser repetida fora das condições de pesquisa, isto é, em condições reais os pacientes não teriam sua própria plataforma vibratória, devido a seu elevado custo e, por isso, não poderiam se exercitar nela duas vezes por dia.

Felizmente, outros estudos que observaram intervenções mais fáceis de serem reproduzidas na clínica, de 3 vezes/semana, também conseguiram encontrar resultados satisfatórios, inclusive em menos tempo, 6 e 8 meses: GUSI *et al.* (2006), VERSCHUEREN *et al.* (2004) e VERSCHUEREN *et al.* (2011). O primeiro observou 28 mulheres, 3 vezes/semana, durante 8 meses, no qual um grupo foi submetido ao treino vibratório em plataforma oscilatória por 30 minutos com indivíduo em pé (o estudo não forneceu maiores detalhes sobre as posições) e o outro grupo praticou caminhada ao ar livre por 1 hora, e concluíram que nas condições testadas, o treino de EV em plataforma oscilatória foi mais eficaz para aumentar a DMO de quadril do que a caminhada. Esses resultados apontaram que em mulheres a tensão provocada pela vibração sobre os ossos poderia exercer uma sobrecarga maior e mais eficaz para estimular o remodelamento ósseo, do que a tensão produzida pela musculatura durante a caminhada. Apesar da caminhada ser largamente indicada como exercício de escolha para aumento de DMO entre os idosos, existe poucas revisões sistemáticas que comprovem a eficácia da mesma como terapia que auxilie nessa remodelação óssea. Suportando essa afirmação, uma revisão sistemática e meta-análise de Martyn-St James & Carroll (2008) teve como objetivos avaliar os efeitos de programas de caminhada sobre a DMO de coluna lombar, colo de fêmur e quadril total em mulheres na pós-menopausa, medido

através de técnicas radiográficas. Os resultados desse estudo demonstraram que a caminhada regular não apresentou efeito significativo na preservação da DMO na coluna, em mulheres na pós-menopausa, entretanto são evidentes os efeitos positivos significativos no colo do fêmur. Porém, nos ensaios publicados que serviram de base para estas conclusões são visíveis as discrepâncias metodológicas e de relato. Mais pesquisas com o mesmo desenho de metodológico seriam necessárias para se confirmar que o EV seria mais benéfico para aumento de DMO de quadril de idosas do que a caminhada. Mas, sem sombra de dúvidas, a caminhada não deve ser indicada como principal intervenção de escolha, nem como intervenção isolada para esse fim.

VERSCHUEREN *et al.* (2004) também apresentaram resultados satisfatórios sobre o efeito do exercício vibratório, realizado durante 6 meses, 3 vezes/semana, com 70 mulheres, porém em plataformas verticalizadas, no qual existiam três grupos diferentes. O grupo EV: fazia 30 minutos de treino vibratório com exercícios isométricos e isotônicos usando vários tipos de agachamento, o grupo ER: fazia um período inicial de aquecimento seguido de banco extensor e leg press, e um GC sem intervenção. Não foram observadas mudanças significativas de DMO de quadril do grupo ER, nem do grupo controle, e aqueles que pertenciam ao grupo EV tiveram aumentos significativos de DMO. O fato do grupo ER não ter apresentado alterações significativas é discutível, pois este grupo realizou somente dois exercícios, sendo que apenas um deles é específico para a articulação do quadril. Partindo do princípio que a formação óssea é dependente do estresse e estiramento localizados aplicados ao osso (Lei de Wolff), entende-se que para se ter maior remodelamento ósseo em uma região específica deve-se realizar exercícios específicos para se contrair musculaturas dessa região que se quer atuar promovendo maior estresse direto sobre os ossos desse local. Desta forma, para se aumentar a DMO do quadril deve-se priorizar exercícios que estressem diretamente essa articulação, e foi o que se observou no protocolo realizado pelo grupo de EV, uma variedade de agachamentos: agachamento, agachamento avanço, agachamento com rotação externa de quadril, agachamento unilateral, e agachamento a fundo. Já o grupo de ER realizou somente leg press que exercia influencia direta na remodelação óssea de quadril. Apontando para uma limitação do estudo e que os resultados apresentados por ele devem ser cuidadosamente interpretados.

Por último, o único estudo incluído que não encontrou resultados favoráveis entre EV e aumento de DMO de quadril, VERSCHUEREN *et al.* (2011), realizou um estudo com 111

mulheres por 6 meses, 3 vezes/semana, 15 minutos por dia. Nesse estudo dois grupos realizaram treino vibratório sendo que um deles recebeu dosagem convencional de vitamina D e o outro grupo altas doses. Os dois outros grupos controles que não receberam nenhum tipo de treino, somente suplementação de vitamina D, um grupo dosagem convencional e outro alta. Além disso, todos os grupos recebiam 1000 mg / dia e cálcio. Observou-se que os quatro grupos apresentaram aumento de DMO de quadril. Assim, o EV não interferiu nos resultados, não conseguindo estimular um aumento maior de DMO de quadril no grupo em que estava sendo testado. O efeito piezoelétrico obtido através de estímulos mecânicos provocados pelos exercícios físicos parece ter contribuição inegável e indispensável na remodelação óssea, e a partir desse comentário é precoce dizer que somente a vitamina D associada ao cálcio já teria capacidade suficiente de estimular um crescimento ósseo efetivo, ela faz parte de um conjunto de esforços multidirecionais no tratamento da osteoporose. De acordo com Kamel (2006), garantir uma adequada ingestão de cálcio e vitamina D é a pedra angular de qualquer regime destinado a prevenir ou a tratar a osteoporose pós-menopáusicas. Porém, de acordo com Avenell *et al.* (2009), é improvável que a vitamina D sozinha previna por si só fraturas. Assim, assegurar a ingestão combinada de cálcio e vitamina D com as mudanças de estilo de vida ao nível de fatores de risco modificáveis, como sedentarismo, pode ajudar a prevenção e tratamento dessa doença. Um fato que parece ser mais coerente para se discutir os resultados apresentados por tal estudo é a curta duração das sessões de EV. Não se pode falar com clareza qual duração seria a ideal, mas os outros estudos que apontaram resultados favoráveis os participantes treinaram, no mínimo, 30 minutos por dia. Dessa forma, um protocolo mais intenso de intervenção deveria ser elaborado para se elucidar tal questão.

Sobre as variáveis: frequência, aceleração, e tempo de duração de cada exercício observa-se uma variedade nos protocolos. Nas plataformas verticalizadas, todos utilizaram altas frequências de vibração, porém com amplitudes de deslocamentos variáveis, apontando magnitudes de vibração variáveis. Já sobre os tempos de duração de cada exercício, não houve consenso. Nada se pode, portanto, concluir a respeito de um protocolo mais promissor para aumento de DMO quadril de indivíduos acima de 50 anos. Somente um estudo de plataforma oscilatória foi incluído, desta forma, quaisquer suposições sobre melhor protocolo seriam infundadas. Também nesta modalidade de intervenção os estudos feitos entre homens são extremamente escassos e nada foi possível inferir para eles, uma vez que 100% das participantes incluídas nessa revisão eram do sexo feminino, evidenciando novamente a necessidade, assim como para os estudos de ER, de se analisar também essa população.

## 5 CONCLUSÃO

Essa revisão mostrou que os exercícios resistidos e vibratórios foram capazes de promover alterações significativas sobre a DMO no quadril dos participantes, principalmente em indivíduos do sexo feminino. Nenhum dos estudos analisados relatou lesões de qualquer tipo nos participantes, evidenciando que os treinos são seguros e que podem ser executado sem problemas mesmo em uma população acima de 50 anos.

Não foi possível concluir sobre a eficácia de uma modalidade de intervenção (exercícios resistidos e vibratórios) sobre outra, devido a heterogeneidade metodológica e escassez de estudos que comparem as duas intervenções. Estudos futuros devem ser estimulados para a padronização da frequência, intensidade e duração dos exercícios e estabelecer parâmetros adequados para uma intervenção terapêutica mais efetiva.

## BIBLIOGRAFIA

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Osteoporosis and exercise. **Medicine and science in sports and exercise**. Madison, v. 27, n. 4, 1995.

BANKOFF, A. D.P. *et al.* A osteoporose nas mulheres pós menopausa e a influência da atividade física: “uma análise de literatura”. **Revista da Educação Física/UEM**. Maringá, v. 9, n. 1, p. 93-101, 1998.

BEMBEN, D.A; BEMBEN, M.G. Dose-response effect of 40 weeks of resistance training on bone mineral density in older adults. **Osteoporosis international**. Londres, v. 22, n.1, p. 179-186, 2011.

BERGSTRÖM, I. *et al.* Physical training preserves bone mineral density in postmenopausal women with forearm fractures and low bone mineral density. **Osteoporosis International**. Londres, v.19, n.2, p.177-183, Fevereiro, 2008.

CARDINALE, M; BOSCO, C. The use of vibration as an exercise intervention. **Exercise and Sport Science Reviews**, v. 31, p. 3-7, 2003.

CARDINALE M.; WAKELING J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? **British journal of sports medicine**. Loughborough, v. 39, n. 9, p. 585 – 589, 2005.

CARVALHO, C.M.R.G. *et al.* Educação para a saúde em osteoporose com idosos de um programa universitário: repercussões. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 719-726, 2004

CORNISH S.M; CHILIBECK P.D. Alpha-linolenic acid supplementation and resistance training in older adults. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**. Ottawa, v.34, n.1, p.49-59, 2009.

DANOWSKI, J.S. Osteoporose: conceito, classificação e clínica. **Ars Cvrandi**. São Paulo, v. 29, n. 3, p. 21, 1996.

DE PAULA, A.P. “Fluoreto de sódio”. In: SZEJNFELD V.L. **Osteoporose: Diagnóstico e Tratamento**. São Paulo: Sarvier, 2000. p. 375-380.

DOBRYNIEWSKI J. *et al.* Biology of essential fatty acids (EFA). **Przegl Lek**. v.64, n.2, p.91-9, 2007.

DRIUSSO, P. *et al.* Efeitos de um programa de atividade física na qualidade de vida de mulheres com osteoporose. **Revista de Fisioterapia da Universidade São Paulo**. São Paulo, v. 7, n. 1/2, p. 1-9, 2000.

FERNANDES, C.E. *et al.* Osteoporose. **Revista Brasileira de Medicina**. São Paulo, v. 57, n. 12, p. 30-39, 2000.

FORWOOD, M.R.; LARSEN, J. A. Exercise recommendation for osteoporosis. **Australian Family Physician**. Jolimont, v. 29, n. 9, p. 761-764, 2000.

GOULD, J.A. **Fisioterapia em Ortopedia e Medicina do Esporte**. 2. ed. São Paulo: Manole, 1993.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 1998. 338 p.

GRAVES, J.E.; Franklin, B.A. **Resistance training for health and rehabilitation**. Champaign: Human Kinetics, 2001. Disponível em: [http://books.google.com.br/books?id=XgUT\\_7xIHeYC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.br/books?id=XgUT_7xIHeYC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 11 Out. 2011. ISBN: 0-7360-0178-6.

GUARNIERO, R.; OLIVEIRA, L.G. Osteoporose: atualização no diagnóstico e princípios básicos para o tratamento. **Revista Brasileira de Ortopedia**. Rio de Janeiro, v.39, n.9, p.477-485, setembro, 2004.

GUSI, N. *et al.* Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial **BMC Musculoskelet Disord**. Londres, v.7, 2006. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1471-2474/7/92>>. Acesso em: 05 out. 2011.

HASAN, Z; STUART, D.G. Animal Solutions to problems of movements control: the role of proprioceptors. **Annual Reviews of Neuroscience**. Palo Alto, v.11, p. 199-223, 1988.

HOURIGAN, S.R. *et al.* Positive effects of exercise on falls and fracture risk in osteopenic women. **Osteoporosis International**. Londres, v.19, n.7, p.1077-1086, Julho, 2008.

IIDA, I. **Ergonomia Projeto e Produção**. 9 ed. São Paulo: Edgardt Blücher Ltda., 2003. 465 p.

IWAMOTO, J. *et al.* Effect of whole-body vibration exercise on lumbar bone mineral density, bone turnover, and chronic back pain in postmenopausal osteoporotic women treated with alendronate. **Aging clinical and experimental research**. Milano, v.17, n.2, p. 157-163, 2005.

JORDAN, M. J. *et al.* Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. **Journal of Strength and Conditional Research**, v. 19, p. 459-466, 2005.

JESSUP, J.V. *et al.* Effects of exercise on bone density, balance, and self-efficacy in older women. **Biological research for nursing**. Thousand Oaks, v.4, n.3, p.171-180, Janeiro, 2003.

JOVINE, M. S. *et al.* Efeito do treinamento resistido sobre a osteoporose após a menopausa: estudo de atualização. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. São Paulo, v.9, n.4, p. 493-505, 2006.

KAMEL, H.K. Postmenopausal osteoporosis: etiology, current diagnostic strategies, and nonprescription interventions. **Journal of managed care pharmacy**. Alexandria, v.12, suplemento A, p. 26-28, Julho, 2006.

KERR, D. *et al.* Resistance Training over 2 Years Increases Bone Mass in Calcium-Replete Postmenopausal Women. **Journal of bone and mineral research**. New York, v.16, n.1, 2001.

KORPELAINEN, R. *et al.* Long-term outcomes of **exercise**: follow-up of a randomized trial in older women with osteopenia. **Archives of internal medicine**. Chicago, v.170, n.17, p.1548-1556, Setembro, 2010.

KUKULJAN, S. *et al.* Effects of a multi-component **exercise** program and calcium-vitamin-D3-fortified milk on bone mineral density in older men: a randomised controlled trial. **Osteoporosis International**. Londres, v.20, n.7, p.1241-1251, Julho, 2009.

LANYON, L.E. Using functional loading to influence bone mass and architecture: Objectives, mechanisms, and relationship with estrogen of the mechanically adaptive process in bone. **Bone**, New York, v. 18, p. 37-43, 1996.

LAYNE, J. E.; NELSON, M. E. The effects of progressive resistance training on bone density: a review. **Medicine and science in sports and exercise**. Madison, v.31, n.1, p.25-30, 1999.

LIU-AMBROSE, T. *et al.* Both Resistance and Agility Training Increase Cortical Bone Density in 75- to 85-Year-Old Women With Low Bone Mass: A 6-Month Randomized Controlled Trial. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 7, n. 4, p. 390–398, 2004.

MAHER C.G. *et al.* Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. **Physical therapy**. Nova York, v. 83, n.8, p. 713-21, 2003.

MARCHAND, E.A.A. Exercício e saúde óssea. **Revista Digital**. Buenos Aires, v. 6, n. 33, março, 2001.

MARQUES, E.A. *et al.* Effects of resistance and aerobic exercise on physical function, bone mineral density, OPG and RANKL in older women. **Experimental Gerontology**. Oxford, v.46, p.524–532, 2011.

MARTYN-ST JAMES M.; CARROLL S. A meta-analysis of impact exercise on postmenopausal bone loss: the case for mixed loading exercise programmes. **British journal of sports medicine**. Loughborough, v.43, n.12, p.898-908, Dezembro, 2009.

MATSUDO, S. M. *et al.* Exercício, densidade óssea e osteoporose. **Revista Brasileira de Ortopedia e Traumatologia**. Rio de Janeiro, v. 27, n. 10, p. 730-744, 1992.

NAVEGA, M. T. *et al.* Alongamento, caminhada e fortalecimento os músculos da coxa: um programa de atividade física para mulheres com osteoporose. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. São Paulo, v. 7, n. 3, p. 261-267, 2003.

OLIVEIRA, L.G. **Osteoporose: Guia para Diagnóstico, Prevenção e Tratamento**. 1. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2002. 431 p.

OLIVEIRA, S.A. Osteoporose: uma visão atual. **Revista Femina**. São Paulo, v. 28, n. 8, p. 407-418, 2000.

PARK, H. *et al.* Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women. **Journal of bone and mineral metabolism**. Tokyo, v. 26, n.3, p. 254-259, 2008.

PEDro **The Physiotherapy Evidence Database**. Sydney: School of Physiotherapy, University of Sydney. Disponível em: <<http://www.pedro.fhs.usyd.edu.au/index.html>>. Acesso em: 16 Out. 2011.

PINHEIRO, M.M. *et al.* O impacto da osteoporose no Brasil: dados regionais das fraturas em homens e mulheres adultos – *The Brazilian Osteoporosis Study (BRAZOS)*. **Revista Brasileira Reumatologia**. Campinas, v.50, n.2, p.113-127, 2010.

PINTO-NETO, A. M. *et al.* Consenso Brasileiro de Osteoporose. **Revista Brasileira de Reumatologia**. Campinas, v. 42, n.6, p.343-354, 2002.

RECER, R. The effect of low-dose continuous estrogen and progesterone therapy with calcium and vitamin D on bone in elderly women. **Annals of internal medicine**. Philadelphia, v. 130, p. 897-904, 1999.

RUBIN, C. *et al.* Prevention of Postmenopausal Bone Loss by a Low-Magnitude, High-Frequency Mechanical Stimuli: A Clinical Trial Assessing Compliance, Efficacy, and Safety. **Journal of bone and mineral research**. New York, v.19, n.3, 2004.

RUBIN, J. *et al.* Mechanical strain inhibits expression of osteoclast differentiation factor by murine stromal cells. **American journal of physiology: cell physiology**. Bethesda, v. 278, p.1126–1132, 1999.

RUSSO, C. *et al.* High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. **Archives of physical medicine and rehabilitation**. Chicago, v.84, n.12, p.1854–1857, 2003.

SANTARÉM, J. M. **Exercício Físico e Osteoporose**. Disponível em: <<http://www.saudetotal.com/santarem.htm>> . Acesso em: 06 Nov. 2011.

SCHMITT, N.M. The role of physical activity in the prevention of osteoporosis in postmenopausal women—An update. **Maturitas**. Limerick, v.63, p.34-38, 2009.

SILVA, M. *et al.* Efectos del entrenamiento con vibraciones mecánicas sobre la performance neuromuscular. **Apunts. Educación Física y Deportes**, v.84, p.39-47, 2006.

SIMOPOULOS, A.P. Essential fatty acids in health and chronic disease. **American journal of clinical nutrition**. Bethesda, v. 70, p. 560-569, 1999.

SLATKOVSKA, L. *et al.* Effect of whole-body vibration on BMD: a systematic review and meta-analysis. **Osteoporosis International**. Londres, v.21, n.12, p.1969-1980, Dezembro, 2010.

STENGEL S.V. *et al.* Differential effects of strength versus power training on bone mineral density in postmenopausal women: a 2-year longitudinal study. **British journal of sports medicine**. Loughborough, v.41, p. 649-655, 2007.

STENGEL, S.V. *et al.* Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women. **Journal of applied physiology**. Washington, v.99, n.1, p.181-188, Julho, 2005.

STEWART, K. J. *et al.* Exercise effects on bone mineral density relationships to changes in fitness and fatness. **American journal of preventive medicine**. New York, v.28, n.5, p.453-460, Junho, 2005.

VERSCHUEREN, S.M. *et al.* Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. **Journal of bone and mineral research**. New York, v.19, n.3, p. 352-359, 2004.

VERSCHUEREN, S.M. *et al.* The effects of whole-body vibration training and vitamin D supplementation on muscle strength, muscle mass, and bone density in institutionalized elderly women: a 6-month randomized, controlled trial. Source/Vol: **Journal of bone and mineral research**. New York, v.26, n.1, p.42-49, janeiro, 2011.

VIEIRA, J. G. H. Testemunho de Um Observador Eventual. Paratormônio no Tratamento da Osteoporose: da Controvérsia à Realidade. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**. São Paulo, v.46, n.3, Junho, 2002.

VILAREAL, D.T. *et al.* Effects of exercise training added to ongoing hormone replacement therapy on bone mineral density in frail elderly women. **Journal of the american geriatrics society**. New York, v.51, n.7, p.985-990, Julho, 2003.

WHITEFORD, J. *et al.* Effects of a 1-year randomized controlled trial of resistance training on lower limb bone and muscle structure and function in older men. **Osteoporosis International**. Londres, v.21, p.1529-1536, 2010.