

## Artigo de Revisão

# Ação do Exercício Físico na Densidade Mineral Óssea em Mulheres

Daniela Pagliarini  
Ronei Silveira Pinto

*Laboratório de Pesquisa do Exercício, Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil*

**Resumo:** O presente artigo traz uma revisão sobre os efeitos das atividades físicas no desenvolvimento e manutenção óssea em mulheres nas diferentes fases da vida, mostrando que a prática sistemática da atividade física pode aumentar a massa óssea na adolescência. É evidenciado também, que o exercício físico vigoroso e realizado durante longos períodos de tempo pode levar a um déficit na densidade, trazendo prejuízo à saúde óssea. A metodologia embasou-se em pesquisa bibliográfica, utilizando artigos atuais (publicados a partir de 2002) selecionados nas bases de dados *Pubmed* e *Sportdiscus*. A determinação de qual tipo de exercício físico traz melhores benefícios à saúde óssea é essencial para o incremento e/ou manutenção da DMO de mulheres, especialmente aquelas que se encontram em períodos de acelerada perda óssea (pós-menopáusicas). Conclui-se que exercícios que visam ao acréscimo de massa livre de gordura e força muscular apresentam os resultados mais positivos sobre a densidade óssea em mulheres adultas; o treinamento de força, sobretudo o de impacto (exercícios pliométricos), parece gerar resultados positivos sobre a densidade mineral óssea (DMO) de mulheres jovens e/ou mulheres pós-menopáusicas.

**Palavras-chave:** Saúde óssea. Menopausa. Atividade física. Osteoporose.

### *Action of the Physical Exercise on Bone Mineral Density in Women*

**Abstract:** This article makes a review about the effects of different physical activities in developing and maintaining bone in women with different life stages, showing that physical activity can increase bone mass during adolescence. Also, it evidences that vigorous exercise done for years can lead to a deficit in density, causing damage to bone health. Methodology was based in bibliographical research, using recent articles (published since 2002) selected in *Pubmed* and *Sportdiscus* databases. Determining which sort of exercises bring the best benefits to bone health is essential to increase and/or maintain women's BMD (bone mineral density), especially those who are in stages of accelerated bone loss (postmenopausal). It concludes that exercises which tend to increase muscular strength and fat free mass present the best results over bone density in adult women; strength training, chiefly impact exercises (plyometrics), seems to produce positive effects over young and postmenopausal women's BMD.

**Key Words:** Bone health. Menopause. Physical activity. Osteoporosis.

## Introdução

Sabe-se que os índices de densidade mineral óssea (DMO) em mulheres saudáveis são alterados por aspectos como idade, composição corporal e outros ligados à história reprodutiva e alimentar ([BABAROUTSI](#) et al., 2005). A saúde óssea geral e as alterações decorrentes da osteoporose estão associadas a diversos fatores, entre os quais figuram como principais a nutrição, a genética e o estilo de vida ([BRUNNER](#) et al., 2008). Porém, este tecido tem a capacidade de responder ao exercício físico ([UUSI-RASI](#) et al., 2008), mas na ausência de intervenção desta natureza, a menopausa e a idade avançada, associada ao sedentarismo ([RYAN](#) et al., 2004), resultam em perda de densidade óssea e de massa magra, com acréscimo de gordura corporal ([ROSARIO](#) et al., 2003). Assim sendo, a

prevenção da osteoporose começa com a maximização do pico de massa óssea, retardando a perda mineral em fases mais avançadas da vida ([NICHOLS](#) et al., 2007). A diminuição na densidade óssea, que é acelerada com a menopausa e o envelhecimento, parece ser um processo complexo e difícil de ser alcançado, o que implica na necessidade da utilização de diferentes tipos de estratégias que visam maximizar o acúmulo mineral ([WARREN](#) et al., 2008).

Normalmente a massa óssea permanece constante com a intensidade de deposição e de absorção iguais entre si, sendo esta remodelagem contínua importante para ajustar o tecido ósseo aos diferentes padrões de estresse a que é submetido; assim sendo, ossos de atletas

ficam mais densos que de não-atletas ([GUYTON; HALL](#), 2002).

O exercício físico tem demonstrado prevenir alguns dos efeitos da menopausa, como a perda óssea, o risco de doença coronariana e as doenças crônicas, como o diabetes ([KEMMLER et al.](#), 2004a). Há evidências que idade e gênero não limitam a resposta óssea decorrente do treinamento de força, e que o incremento de força e massa muscular sejam eficazes na otimização do pico mineral ósseo, reduzindo assim, os riscos de fraturas nos anos posteriores ([RYAN et al.](#), 2004).

É sabido que a atividade física beneficia o sistema osteomuscular ([SCHÖFFL et al.](#), 2008), pois durante o exercício ocorre suporte de peso em regiões ósseas específicas gerando tensão ou deformação como estímulo externo, tendo um efeito osteogênico ([BABAROUTSI et al.](#), 2005). Treinamento de força e resistência muscular são parâmetros centrais da aptidão física, que influenciam na saúde geral, na independência e na qualidade de vida, sendo estes os objetivos principais de um programa de exercícios ([KEMMLER et al.](#), 2004a).

Por outro lado, exercícios de alta intensidade aeróbia e impactos repetitivos por longos períodos, geram maior suscetibilidade a fraturas por estresse, pois resultam em acelerada remodelação óssea, podendo desta maneira, comprometer a resistência em locais propensos a lesões, devido à demora em atingir a plena mineralização nas matrizes recém formadas ([EVANS et al.](#), 2008).

É também descrito na literatura que, dentre as adolescentes que praticam corridas há um índice aumentado de baixa DMO, principalmente naquelas que apresentam transtornos alimentares, como restrição dietética associado a irregularidades menstruais e baixo índice de massa corporal (IMC) ([BARRACK et al.](#), 2008a; [BARRACK et al.](#), 2008b; [NICHOLS et al.](#), 2007), podendo ser definido como a tríade da mulher atleta, que consiste em uma condição crônica de baixa disponibilidade energética, amenorréia funcional e osteopenia ou osteoporose ([NATTIV et al.](#), 2007).

### Metodologia

Para a realização desta revisão, foram pesquisadas referências atuais sobre o tema a ser abordado, sendo que os artigos foram

selecionados nas bases de dados *Pubmed* e *Sportdiscus*. Foram utilizados artigos atuais datados a partir do ano de 2002, de pesquisadores renomados no assunto e publicados em revistas internacionais. Para esta busca, foram utilizadas como palavras-chaves: bone mineral density, menopause, physical activity, osteoporosis, women, bem como expressões equivalentes na língua portuguesa.

### Atividade Física e DMO em Adolescentes do Sexo Feminino

A massa óssea, representada pelo conteúdo mineral ósseo (CMO) e densidade mineral óssea (DMO), é determinada pelo genótipo, porém sofre evidentes modificações determinadas pelo estilo de vida e pela prática de atividade física, principalmente no caso de atividades com impacto. Sendo assim, um estilo de vida ativo e a prática regular de exercícios físicos, sobretudo os de impacto (pliométricos), parecem incrementar a massa e estrutura óssea em crianças, adolescentes e adultos jovens ([LAZCANO-PONCE et al.](#), 2003).

*Treino de Força e Impacto sobre a DMO:*

[Sardinha et al.](#) (2008), em seus trabalhos com crianças de ambos os sexos e média de idade de nove anos, observaram que o tempo gasto em atividade física de intensidade vigorosa é positivamente associado à DMO e ao CMO, independente do gênero. Segundo [Wang et al.](#) (2007), os exercícios com impacto mostram afetar positivamente a massa óssea, e referem que o aumento da força muscular não necessariamente é acompanhado por mudanças na força no osso. Já a carga derivada do impacto seria mais efetiva na indução de adaptações ósseas, sugerindo que exercícios combinando força e impacto, durante o período de crescimento, podem resultar em uma resposta óssea maior do que qualquer um deles isolados. Em adição, [Kato et al.](#) (2006) treinaram dezoito jovens, num programa composto por dez saltos verticais três vezes por semana, durante 6 meses e obtiveram aumentos significativos na DMO do colo do fêmur e da coluna lombar, quando comparado com um grupo controle não treinado. Estes investigadores salientam o efeito osteogênico decorrente de programas de exercícios pliométricos realizados por jovens e reforçam a importância deste tipo de exercício para a saúde óssea ([KATO et al.](#), 2006). Em ginastas, ocorre uma adaptação no esqueleto axial e periférico de forma a torná-lo mais eficaz

no suporte das cargas impostas durante os elevados níveis de treinamento ([WARD et al., 2005](#)). Estes investigadores compararam as dimensões e densidade dos ossos entre um grupo de ginastas e um grupo controle, verificando que há maior massa óssea na coluna lombar, além de maior geometria óssea na tíbia e no rádio no grupo de ginastas.

### *Atividades Aeróbias e a DMO*

Atividades físicas contínuas, como a dança, podem fornecer um estímulo osteogênico ideal na região do quadril, devido à quantidade de pequenos saltos que tipicamente ela oferece, transmitindo alta carga de impacto ao corpo, sendo possível maximizar o pico de massa óssea durante a puberdade e, desta maneira, reduzir o risco de fraturas osteoporóticas ao longo da vida ([MATTHEWS et al., 2006](#)).

Durante a infância e adolescência, meninas ativas geralmente acumulam mais conteúdo mineral ósseo que aquelas menos ativas ([MATTHEWS et al., 2006](#)). Foi verificado por [Duncan et al. \(2002\)](#), que adolescentes praticantes de atividades físicas com sobrecarga axial sobre os ossos (no caso corrida) apresentam DMO total superior àquelas que praticam esportes com menor grau de sobrecarga (no caso, natação e ciclismo) mostrando, assim, o efeito positivo de exercícios com compressão axial sobre os ossos na DMO de adolescentes do sexo feminino sem alterações hormonais. Os autores ainda ressaltam que as forças de reação ao solo e compressão óssea são mais importantes na determinação da DMO do que a força muscular.

No entanto, se ocorrer algum tipo de distúrbio alimentar, ainda que mantida a prática de atividade física, será observada forte associação entre restrição dietética e baixa massa óssea, conforme relatado por [Barrack et al. \(2008a\)](#). Em outro trabalho, o autor sugere que a prática de corrida e a demanda energética inadequada, relacionada ao volume dos treinos, pode determinar um risco no desenvolvimento ósseo das adolescentes, potencialmente irreversível no que diz respeito densidade óssea. No entanto, fica pouco claro, se a baixa DMO é resultado de perda óssea ou de um inadequado acúmulo mineral ([BARRACK et al., 2008b](#)).

Assim, parece claro que a atividade física é benéfica para a adequada mineralização óssea

durante a adolescência, sendo importante ressaltar que o treinamento em excesso, principalmente de *endurance*, associado à baixa ingesta calórica, pode tornar-se prejudicial no desenvolvimento ósseo de adolescentes do sexo feminino.

### **Atividade Física e DMO em Adultas Jovens**

Há evidências na literatura de que o treinamento físico, na idade adulta, tem como principal efeito a preservação do tecido ósseo ao invés do aumento na DMO ([UUSI-RASI et al., 2008](#)).

### *Treino de Força e Impacto sobre a DMO*

[Ryan et al. \(2004\)](#) analisando os valores de DMO e CMO de homens e mulheres após um programa de treinamento de força, verificaram que após 6 meses de treinamento não houve diferenças nos ganhos entre os gêneros e que este treino foi capaz de aumentar a densidade óssea da região femoral em adultos jovens.

Exercícios de alta intensidade, concêntricos ou excêntricos, são igualmente eficazes para melhorar a massa óssea em mulheres jovens ([NICKOLS-RICHARDSON et al., 2007](#)). [Miller et al. \(2007\)](#) observaram que após treinar um grupo de mulheres com exercícios concêntricos de alta intensidade e outro grupo com exercícios excêntricos durante 20 semanas, constataram não haver diferenças entre os grupos no ganho de DMO, embora o grupo excêntrico tenha apresentado maior ganho de força muscular. Em outro estudo [Miller et al. \(2004\)](#) relacionaram DMO e composição corporal com treino de força e observaram que a maximização da massa livre de gordura pode desempenhar um efeito positivo na otimização do pico ósseo, independente do tecido adiposo e, ainda, que a atividade física pode modular o tecido muscular e a massa adiposa muito mais rapidamente que o tecido ósseo.

Quando avaliados os efeitos do treinamento de força durante a aplicação de uma dieta com restrição calórica sobre a massa óssea, durante quatorze semanas, não foram encontrados resultados significativos na DMO total, sugerindo que a perda de massa adiposa não é refletida em perda de massa óssea quando adicionados exercícios de fortalecimento muscular ([NATAKA et al., 2008](#)). Relacionando ingesta de cálcio e

atividade física, [Uusi-Rasi et al.](#) (2008) relatam os efeitos benéficos desta combinação sobre a massa e força do osso, gerando assim acréscimo e manutenção da condição óssea e reduzindo as perdas na DMO que ocorrem com o aumento da idade.

No entanto, [Singh et al.](#) (2009) mostram que após um treinamento de força, não houve alteração significativa na DMO total e regional em mulheres adultas, sugerindo que nove meses seja um período muito curto para verificar alterações ósseas em resposta ao treino.

### **Atividades Aeróbias sobre a DMO**

Na investigação de [Hind et al.](#) (2006), com homens e mulheres que praticavam corrida há mais de três anos, foram encontrados baixos valores na DMO da coluna lombar em ambos os sexos quando comparados aos valores de referência, e dentre a amostra feminina, as que apresentaram menores valores de DMO foram aquelas que relataram distúrbios menstruais e faziam uso de contraceptivo oral. Associações entre corrida e massa óssea mostram ocorrer uma correlação negativa entre distância percorrida por semana e DMO da coluna lombar e fêmur, assim como ocorre uma associação positiva entre a massa corporal e a DMO em mulheres jovens ([BURROWS et al.](#), 2003).

É consensual que os treinamentos baseados no acréscimo da massa muscular agem de forma a manter ou acrescentar a massa óssea, porém não há consenso sobre qual é a estratégia de treino mais adequada para maximizar o pico de mineralização óssea, fato este que possibilitaria que mulheres jovens conseguissem a partir do exercício físico, uma condição óssea ótima, evitando ou retardando a osteoporose.

### **Atividade Física e DMO em Mulheres Pós-Menopáusicas**

A atividade física decorre na manutenção óssea, força muscular e equilíbrio após a menopausa, porém a eficácia do exercício para manter a DMO é dependente da disponibilidade adequada de cálcio e vitamina D na dieta ([BRUNNER et al.](#), 2008). A combinação de cálcio e exercício demonstra ser mais eficaz no aumento da massa óssea, ou pelo menos na redução da perda, do que somente o uso de cálcio em mulheres após a menopausa ([UUSI-RASI et al.](#), 2008).

### **Treino de Força e Impacto sobre a DMO**

Para evitar o acelerado catabolismo ósseo dos primeiros anos da menopausa, não basta aumentar as atividades habituais ou exercícios inespecíficos com baixos níveis de impacto. [Kemmler et al.](#) (2004b) recomendam que são necessários programas específicos para reduzir os riscos associados à perda óssea. Em apoio, [Maïmoun et al.](#) (2005) mostram que, em idosos ativos submetidos a uma única sessão de exercício extenuante, ocorrem alterações no metabolismo do cálcio, com diminuição do cálcio e vitamina D séricos e aumento nos níveis de PTH, porém sem nenhuma alteração nos marcadores bioquímicos de *turnover* ósseo, mostrando assim, que com apenas uma única sessão de exercício é possível modificar a homeostase do cálcio. O exercício extenuante perturba a homeostase do cálcio independentemente de sexo, idade ou nível de aptidão física, porém sem efeito ósseo imediato ([MAÏMOUN et al.](#), 2009).

Em adição, os estudos de [Cusler et al.](#) (2005), em que foi avaliado o efeito da interação de um programa de força associado à ingestão de cálcio durante quatro anos, apontam que, a longo prazo, esta combinação traz efeitos positivos na preservação ou aumento da DMO, prevenindo assim a osteoporose. Na visão de [Schöffl et al.](#) (2008), um regime de exercícios de força, que promove tensão muscular, deve ser utilizado para atingir efeitos positivos sobre o osso. Atividades físicas de alto impacto e alta intensidade são também recomendadas para melhoria e manutenção da saúde óssea ([SHERK et al.](#), 2009). [Engelke et al.](#) (2006) mostram efeitos aditivos de um protocolo composto por alto impacto aeróbico, baixo volume e alta carga de força para manutenção da DMO em mulheres nos primeiros anos da menopausa. O treinamento de força parece ser benéfico para mulheres, mesmo no início da menopausa, podendo assim, inverter o acelerado catabolismo ósseo dos primeiros anos dessa fase ([MILLER et al.](#), 2004). [Verschueren et al.](#) (2004), comparando o treino de força convencional com o treino em plataforma vibratória de alta frequência, obtiveram resultados positivos sobre a DMO do quadril, força muscular e equilíbrio, com maior relevância nas mulheres que treinaram na plataforma vibratória, embora ambos os grupos tenham apresentado benefício ao longo do tempo. A partir do pressuposto que o treino de potência gera resultados diferentes do

treino de força, [Stengel et al. \(2005\)](#) compararam um grupo de mulheres submetidas a um treinamento constituído principalmente por exercício de potência (com alta velocidade de execução) com mulheres submetidas a um treinamento de força convencional, com baixa velocidade de execução. Após 12 meses observaram que o treino de potência resultou em maiores alterações na DMO da coluna lombar e fêmur. Estes autores ressaltaram que treinos com ênfase na potência são mais adequados para a redução da perda óssea em mulheres osteopênicas, do que treinos com ênfase na força.

[Karinkanta et al. \(2009\)](#), verificaram que um programa de treinamento combinando exercícios de equilíbrio, de agilidade e de fortalecimento progressivo, durante 12 meses, induz melhoras no equilíbrio dinâmico e na força óssea da tíbia de mulheres pós-menopáusicas e que a manutenção destes efeitos é parcial após 1 ano do término do treinamento, indicando que para manter os ganhos de força óssea e condicionamento físico parece ser necessária a continuação do programa de exercícios físicos. Além de gerar resultados satisfatórios sobre a DMO da coluna lombar e fêmur, um programa constituído de exercícios intensos com ênfase na saúde óssea melhoram a aptidão física, diminuem as dores na coluna e o risco de doenças associadas ao envelhecimento ([KEMMLER et al., 2004a](#)).

### **Atividades Aeróbicas sobre a DMO**

[Tomkinson et al. \(2003\)](#) sugerem que mulheres pós-menopáusicas que praticam corridas e fazem terapia de reposição hormonal perdem menos massa óssea, principalmente na coluna lombar e no colo do fêmur, do que mulheres que não o fazem. [Evans et al. \(2007\)](#), em seu estudo avaliaram os efeitos da ingestão de proteína de soja associado com exercício aeróbico de intensidade moderada durante nove meses, e observaram que, aparentemente, não houve benefício desta combinação sobre os marcadores de remodelação óssea e a DMO de mulheres pós-menopáusicas.

Fica evidenciado que o exercício físico, principalmente o treinamento de força associado a diferentes níveis de impacto, mostra-se eficiente na manutenção da massa óssea, e se, adicionado ao treinamento uma suplementação

adequada de cálcio e vitamina D na dieta, as perdas ósseas são reduzidas, havendo, desta forma, um acréscimo na qualidade de vida em mulheres após a menopausa.

### **Conclusões**

Os trabalhos supracitados evidenciam que a atividade física age de forma benéfica na massa óssea, podendo ter um efeito osteogênico ao otimizar o pico de massa óssea desde a adolescência e possibilitar a manutenção da saúde óssea mesmo após a menopausa.

Fica evidente que exercícios que visam o acréscimo de massa livre de gordura e força muscular apresentam os resultados mais positivos sobre a densidade óssea em mulheres adultas. É válido ainda salientar que as atividades físicas devem ser incentivadas desde a infância, possibilitando que durante a adolescência haja o melhor desenvolvimento ósseo possível. Deve-se dar atenção quanto à ingestão alimentar adequada, sobretudo de alimentos ricos em cálcio e vitamina D, e às alterações hormonais, as quais podem tornar-se determinantes nas atividades físicas mais extenuantes.

É notório que treino envolvendo elevado impacto, por exemplo, treino pliométrico, gera respostas ósseas mais específicas e eficazes do que as modalidades de *endurance*, sendo ainda importante salientar que para uma melhor preservação da saúde óssea parece que o mais indicado seria a combinação de treinos de fortalecimento muscular associados a exercícios que gerem maior sobrecarga corporal (exercícios pliométricos).

Cabe ressaltar que a atividade física, além de agir sobre a massa óssea, constitui-se numa importante estratégia para a manutenção da saúde geral, evitando a diminuição da massa livre de gordura e o desenvolvimento de doenças crônicas associadas ao envelhecimento e ao sedentarismo. Desta forma, a atividade física age melhorando a qualidade de vida de mulheres em idade avançada.

Assim, percebe-se que a atividade física age de maneira benéfica sobre a saúde óssea nas diferentes fases da vida das mulheres, sendo aliada à otimização do acúmulo mineral ósseo e à manutenção da massa óssea e, portanto, constitui-se numa estratégia adequada para a prevenção da osteoporose.

## Referências

- BABAROUTSI, E; MAGKOS, F; SIDOSSIS, Y.M. Lifestyle Factors Affecting Heel Ultrasound in Greek Females Across Different Life Stages. **Osteoporosis International**, London, v.16, p.552–561, 2005. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/9ee6q6unbw077vnr/>. Acesso em 12 dez. 2008.
- BARRACK, M.T.; et al. Dietary Restraint and Low Bone Mass in Female Adolescent Endurance Runners. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.87, p.36–43, 2008a. Disponível em: <http://www.ajcn.org/cgi/content/abstract/87/1/36>. Acesso em 20 jan. 2009.
- BARRACK, M.T.; RAUH, J; NICHOLS, J.F. Prevalence of and Traits Associated with Low BMD among Female Adolescent Runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.40, n.12, p.2015–2021, 2008b. Disponível em: <http://www.medscape.com/viewarticle/584101>. Acesso em 25 jan.2009.
- BRUNNER, R.L; et al. Calcium, Vitamin D Supplementation, and Physical Function in the Women's Health Initiative. **Journal of the American Dietetic Association**, v.108, p.1472–1479, 2008. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18755319>. Acesso em 10 jan. 2009.
- BURROWS, M; et al. Physiological Factors Associated with Low Bone Mineral Density in Female Endurance Runners. **British Journal of Sports Medicine**, v.37, p.67–71, 2003. Disponível em: <http://bjsm.bmj.com/cgi/content/abstract/37/1/67>. Acesso em 02 fev. 2009.
- CUSLLER, E.C; et al. Exercise Frequency and Calcium Intake Predict 4-year Bone Changes in Postmenopausal Women. **Osteoporosis International**, v.16, p.2129–2141, 2005. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16283062>. Acesso em 18 fev.2009.
- DUNCAN, C.S; et al. Bone Mineral Density in Adolescent Female Athletes: Relationship to Exercise Type and Muscle Strength. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.34, n.2, p.286–294, 2002. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11828239>. Acesso em 10 jan. 2009.
- ENGELKE, K; et al. Exercise Maintains Bone Density at Spine and Hip EFOPS: a 3-year Longitudinal Study in Early Postmenopausal Women. **Osteoporosis International**, v.17, p.133–142, 2006. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16096715>. Acesso em 15 fev.2009.
- EVANS, E.M; et al. Effects of Soy Protein Isolate and Moderate Exercise on Bone Turnover and Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. **Menopause**, v.14, n.3, p.481–488, 2007. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17213752>. Acesso em 15 fev.2009.
- EVANS, R.K; et al. Effects of a 4-Month Recruit Training Program on Markers of Bone Metabolism. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.40, n.11, p.660–667, 2008. Disponível em: <http://journals.lww.com/acsm-msse/pages/toc.aspx?year=2008&issue=11001>. Acesso em 21 jan. 2009.
- GUYTON, A.C; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 10ª ed., 2002.
- HIND, K; TRUSCOTT, J.G; EVANS, J.A. Low Lumbar Spine Bone Mineral Density in both Male and Female Endurance Runners. **Bone**, v.39, p.880–885, 2006. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16682267>. Acesso em 20 fev.2009.
- KARINKANTA, S; et al. Maintenance of Exercise-Induced Benefits in Physical Functioning and Bone Among Elderly Women. **Osteoporosis International**, London, v.20, n.4, p.665–674, 2009. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/4h71px82318h3763/>. Acesso em 13 maio.2009.
- KATO, T; et al. Effect of Low-repetition Jump Training on Bone Mineral Density in Young Women. **Journal of Applied Physiology**, v.100, p.839–843, 2006. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/content/abstract/100/3/839%20>. Acesso em 05 jan. 2009.
- KEMMLER, W; et al. Benefits of 2 Years of Intense Exercise on Bone Density, Physical Fitness, and Blood Lipids in Early Postmenopausal Osteopenic Women Results of the Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study (EFOPS) **Archives of Internal Medicine**, v.164, p.1084–1091, 2004a. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15159265>. Acesso em 22 dez.2008.
- KEMMLER, W; et al. The Effect of Habitual Physical Activity, Non-athletic Exercise, Muscle Strength, and VO<sub>2</sub>max on Bone Mineral Density is Rather Low in Early Postmenopausal Osteopenic Women. **Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions**, v.4, n.3, p.325–334, 2004b. Disponível em:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15615501>.

Acesso em 28 jan. 2009.

LAZCANO-PONCE, E; et al. Peak Bone Mineral Area Density and Determinants among Females aged 9 to 24 years in Mexico. **Osteoporosis International**, London, v.14, p.539-547, 2003.

Disponível em:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12844213>

Acesso em 22 dez. 2008.

MAÏMOUN, L; et al. Response of Bone Metabolism Related Hormones to a Single Session of Strenuous Exercise in Active Elderly Subjects. **British Journal of Sports Medicine**, v.39, p.497-502, 2005. Disponível em: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1725278>. Acesso em 29 jan. 2009.

MAÏMOUN, L; et al. Response of Calciotropic Hormones and Bone Turnover to Brisk Walking According to Age and Fitness Level. **Journal of Science and Medicine in Sports**, v.12, n.4, p.463-467, 2009. Disponível em:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18768364>.

Acesso em jul. 2009.

MATTHEWS, B.L; et al. Dancing for Bone Health: a 3-year Longitudinal Study of Bone Mineral Accrual Across Puberty in Female non-elite Dancers and Controls. **Osteoporosis International**, London, v.17, p.1043-1054, 2006.

Disponível em:

<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=17892048>. Acesso em 08 jan.2009.

MILLER, L.E; et al. Relationships Among Bone Mineral Density, Body Composition, and Isokinetic Strength in Young Women. **Calcified Tissue International**, New York, v.74, p.229-235, 2004.

Disponível em:

<http://www.springerlink.com/content/0150fpqy6nqaufh7/>. Acesso em 17 jan. 2009.

MILLER, L.E; et al. Isokinetic Training Increases Ulnar Bending Stiffness and Bone Mineral in Young Women. **Bone**, v.41, p.685-689, 2007.

Disponível em:

<http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/bon/article/PIIS8756328207005601/abstract..>

Acesso em 15 jan. 2009.

NATAKA, Y; et al. Effects of Additional Resistance Training during Diet-Induced Weight Loss on Bone Mineral Density in Overweight Premenopausal Women. **Journal of Bone and Mineral Metabolism**, Japan, v.26, p.172-177, 2008. Disponível em:

<http://www.springerlink.com/content/20nt70767550648m/>. Acesso em 17 jan.2009.

NATTIV, A; et al. American College of Sports Medicine Position Stand. The Female Athlete

Triad. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.39, n.10, p.1867-1882, 2007.

Disponível em:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17909417>.

Acesso em 22 jan. 2009.

NICHOLS, D.L; SANBORN, C.F; ESSERY, E.V. Bone Density and Young Athletic Women An Update. **Sports Medicine**, Auckland; v.37, n.11, p.1001-1014, 2007. Disponível em:

<http://www.ingentaconnect.com/content/adis/smd/2007/00000037/00000011/art00006>. Acesso em

15 jan. 2009.

NICKOLS-RICHARDSON, S.M; et al. Concentric and Eccentric Isokinetic Resistance Training Similarly Increases Muscular Strength, Fat-free Soft Tissue Mass, and Specific Bone Mineral Measurements in Young Women. **Osteoporosis International**, London, v.18, p.789-796, 2007.

Disponível em:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17264975>.

Acesso em 15 jan.2009.

RYAN, A.S; et al. Regional Bone Mineral Density after Resistive Training in Young and Older Men and Women. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v.14, p.16-23, 2004. Disponível em:

<http://www.ingentaconnect.com/content/mksg/sms/2004/00000014/00000001/art00003> Acesso em

18 dez. 2008.

ROSARIO, E.J; et al. Comparison of Strength-Training Adaptation in Early and Older Postmenopausal Women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v.11, p.143-155, 2003.

SARDINHA, L.B; BAPTISTA, F; EKELUND, U. Objectively Measured Physical Activity and Bone Strength in 9-Year-Old Boys and Girls. **Pediatrics**, v.122, p.e728-e736, 2008. Disponível em:

<http://pediatrics.aappublications.org/cgi/content/abstract/122/3/e728> Acesso em 23 jan.2009.

SCHÖFFL, I; et al. In Healthy Elderly Postmenopausal Women Variations in BMD and BMC at Various Skeletal Sites are Associated with Differences in Weight and Lean Body Mass Rather than by Variations in Habitual Physical Activity, Strength or VO2max. **Journal of Musculoskeletal Neuronal Interactions**, v.8, n.4, p.363-374, 2008. Disponível em:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19147974>

Acesso em 22 jan. 2009.

SHERK, V.D; et al. Relationships between Body Composition, Muscular Strength, and Bone Mineral Density in Estrogen-Deficient Postmenopausal Women. **Journal of Clinical Densitometry**, v.12, n.3, p.292-298, 2009. Disponível em:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19155180>. Acesso em jun. 2009.

SINGH, J.A. et al. Effect of Resistance Exercise on Bone Mineral Density in Premenopausal Women. **Joint Bone Spine**, v.76, n.3, p.273-280, 2009. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19217817>. Acesso em maio 2009.

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**, v.99, p.181-188, 2005. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/content/abstract/99/1/181>. Acesso em 10 fev. 2009.

TOMKINSON, A; et al. Changes in Bone Mineral Density in the Hip and Spine Before, During, and After the Menopause in Elite Runners. **Osteoporosis International**, London, v.14, p.462-468, 2003. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/y7lctfvvyafxdara/>. Acesso em 23 fev.2009.

UUSI-RASI, K; et al. Influence of Calcium Intake and Physical Activity on Proximal Femur Bone Mass and Structure Among Pre- and Postmenopausal Women. A 10-Year Prospective Study. **Calcified Tissue International**, New York, v. 82, p.171-181, 2008. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18270646>. Acesso em 12 jan. 2009.

VERSCHUEREN, S; 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**, Durham, v.19, p.352-359, 2004. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15040822>. Acesso em 29 jan. 2009.

WANG, Q; et al. Weight-bearing, Muscle Loading and Bone Mineral Accrual in Pubertal Girls. A 2-year Longitudinal Study. **Bone**, v.40, p.1196-1202, 2007. Disponível em: <http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/bon/article/PIIS8756328206009185/abstract>. Acesso em 28 dez.2008.

WARD, K.A; et al. Bone Geometry and Density in the Skeleton of Pre-pubertal Gymnasts and School Children. **Bone**, v.36, p.1012-1018, 2005. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15876561>. Acesso em 06 jan.2009.

WARREN, M.; et al. Strength Training Effects on Bone Mineral Content and Density in Premenopausal Women. **Medicine and Science**

**in Sports and Exercise**, v.40, p.1282-1288, 2008. Disponível em: [http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/2008/07000/Strength\\_Training\\_Effects\\_on\\_Bone\\_Mineral\\_Content.13.aspx](http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/2008/07000/Strength_Training_Effects_on_Bone_Mineral_Content.13.aspx). Acesso em 20 jan.2009.

Endereço:

Ronei Silveira Pinto  
LAPEX - Escola de Educação Física da UFRGS.  
Rua Felizardo, 750  
90690-200  
Porto Alegre RS Brasil  
Telefone: 55(51)330.85894  
Fax: 55(51)3308.5843.  
e-mail: [ronei.pinto@ufrgs.br](mailto:ronei.pinto@ufrgs.br)

Recebido em: 21 de agosto de 2009.

Aceito em: 11 de janeiro de 2010.



Motriz. Revista de Educação Física. UNESP, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1980-6574 - está licenciada sob [Licença Creative Commons](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/)