
EDUCAÇÃO FÍSICA

REBECA MENDES SOARES

**EFEITO DA PLATAFORMA VIBRATÓRIA
NA RECUPERAÇÃO DA DENSIDADE
ÓSSEA DE RATAS OVARIECTOMIZADAS**

-

REBECA MENDES SOARES

**EFEITO DA PLATAFORMA VIBRATÓRIA
NA RECUPERAÇÃO DA DENSIDADE ÓSSEA
DE RATAS OVARIETOMIZADAS**

Orientador: Prof. Dr. CARLOS ALBERTO ANARUMA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

Rio Claro
2011

574.2 Soares, Rebeca Mendes
S676e Efeito da plataforma vibratória na recuperação da
densidade óssea de ratas ovariectomizadas. / Rebeca Mendes
Soares. - Rio Claro : [s.n.], 2011
47 f. : il., figs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação
Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biociências de Rio Claro
Orientador: Carlos Alberto Anaruma

1. Patologia. 2. Osteoporose. 3. Envelhecimento. 4. Osso.
I. Título.

Dedico este trabalho à minha mãe Bete, pois sem ela minha formação jamais teria sido possível. E à minha avó Ignês, que olha por nós e se orgulharia muito em ver sua neta formada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, que me apoiou nos momentos mais difíceis durante estes quatro anos e me encorajou a nunca desistir e sempre ter forças para continuar! Que me proporcionou poder estudar numa boa Universidade como esta e terminá-la vendo hoje que valeu a pena passar por tudo isso!!!

A minha amada família de Ubatuba, meu irmão Conrado, meu “pai” Manuel, que sempre me ajudaram e apoiaram nas minhas decisões, quaisquer que fossem. A minha avó Ignês, que sempre teve orgulho da neta! Queria muito que você pudesse estar aqui hoje e presenciar este momento tão feliz para todos nós!!!

Ao meu pai Paulo, por sempre ajudar da maneira que podia, caronas, conversas, máquina de lavar que foi essencial pra todas da Rep. durante todos estes anos!! rs! Ao meu irmão Enzo e a Vera por sempre me receberem com tanto carinho em sua casa!!

Rep. CAXA, desde a primeira formação até a última, Marina, Gabi, Fabi, Fer!! Sem vocês meus anos de faculdade não seriam os mesmos!! Amo vocês!!! Muito obrigada por toda a companhia em todos os momentos bons e ruins!! Saudade dos primeiros anos (Má, Gueb’s, Rê), nós aproveitamos horrooooores!!! rsrsrsrs!! Fabi, minha parceira de quarto e conselheira de dramas (rsrs), senti muito a sua falta neste último ano!!

A todas as pessoas que entraram e saíram da minha vida nestes 4 anos de UNESP, Turma 1 e BEF 2008. Todos vocês foram especiais e essenciais em seus momentos!! A todos que fizeram meu 1º ano ser inesquecível (Rep. Santa e Catota que me receberam tão bem!!). Ardiles, muito obrigado pela força sempre! Me empurrando toda hora pra fazer os trabalhos e estudar para as provas, e dizendo “Cola de mim que você passa de ano!!”, rsrs!!

A todos os professores e funcionários sempre essenciais para a nossa formação! Paulão!!! Obrigada por tudo!!

Ao meu orientador Anaruma! Que desde o primeiro ano me ajudou, com a bolsa e os ratos do laboratório e finalmente no terceiro ano me deu um TCC pra fazer!! Sem você eu estaria perdida! Rsrs!!

Lucas, muito obrigada por estar presente neste meu último ano e tornar tudo mais fácil e mais calmo! Você foi essencial para que eu saísse daqui feliz, realizada e agradecida pela formação que pude ter!!!

Consegui!!!! =)

RESUMO

As mudanças demográficas decorrentes do envelhecimento populacional têm contribuído substancialmente para o aumento de doenças crônicas não transmissíveis relacionadas à idade, dentre elas está a osteoporose, considerada um dos principais problemas de saúde pública, por sua prevalência crescente e pela associação a fraturas em diversas áreas do corpo, com graves repercussões clínicas e sociais. Com isso vem se buscando cada vez mais alternativas de exercício físico válidas para o combate e prevenção a estas doenças ósseas. Como possível alternativa têm se estudado os efeitos e benefícios dos treinamentos realizados em Plataformas Vibratórias, equipamento que através de baixa amplitude e alta frequência pode vir a influenciar positivamente nas capacidades físicas. Portanto, devido à escassez de informações acerca dos efeitos do exercício na plataforma vibratória sobre a microarquitetura dos ossos em indivíduos idosos e já acometidos pela osteoporose, o objetivo deste estudo foi, com um modelo animal, descrever através de imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), a reação do tecido ósseo de ratas idosas ovariectomizadas ao exercício em Plataforma Vibratória. Para execução deste estudo foram utilizadas 20 ratas Wistar (*Rattus Norvegicus Albinus Wistar*), separadas em 4 grupos: Sedentário Controle (S), Sedentário Ovariectomizado (SO), Treinado Controle (T) e Treinado Ovariectomizado (TO). Como protocolo de treinamento a plataforma vibratória foi regulada com frequência de 35 Hz e amplitude baixa (1 a 2 mm) e consistiu de uma fase de adaptação ao exercício e à vibração e após este período uma fase de treinamento. Para análise a região do osso selecionada foi o terço proximal da diáfise do fêmur. Como resultado, obtivemos que para o grupo SO a indução à osteoporose foi positiva quando comparada ao grupo S, que não apresentou tanta porosidade, porém havia ausência de espículas. Já para o grupo TO as espículas eram mais evidentes, demonstrando que houve uma reação positiva à vibração, enquanto no grupo T a reação foi mais evidente e exuberante, com um trabeculado quase normal. Desta forma podemos concluir que o treinamento em Plataformas Vibratórias para tratamento da osteoporose já instalada tem efeitos positivos sobre a microarquitetura óssea.

Palavras chave: Plataforma Vibratória, Osteoporose, Envelhecimento, Osso.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	3
3 OBJETIVO.....	4
4 REVISÃO DE LITERATURA	5
4.1 Tecido ósseo: tipos, histogênese e remodelação.....	5
4.2 Mecanismo de regulação: cálcio, vitamina D e PTH	8
4.3 Cálcio	8
4.4 Vitamina D.....	10
4.5 Osteoporose.....	10
4.6 Menopausa e osteoporose	12
4.7 Atividade Física e osteoporose	14
4.8 Treinamento vibratório.....	16
5 MATERIAL E MÉTODO	17
5.1 Animais e seu tratamento.....	17
5.2 Grupos experimentais.	17
5.3 Castração das ratas	18
5.4 Protocolo de treinamento.....	18
5.5 Sacrifício e coleta do material	20
5.6 Análise qualitativa e morfológica	20
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
7 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS.....	32
9 ANEXOS	38
9.1 ANEXO I – Índice de figuras.....	38
9.2 ANEXO II – Comitê de ética.....	40

1 INTRODUÇÃO

As mudanças demográficas decorrentes do envelhecimento populacional têm contribuído substancialmente para o aumento do aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis relacionadas à idade, dentre elas está a osteoporose, considerada um dos principais problemas de saúde pública, por sua prevalência crescente e pela associação a fraturas em diversas áreas do corpo, com graves repercussões clínicas e sociais.

De acordo com diversos estudos a atividade física desde as primeiras décadas de vida e prolongando-se até a terceira idade, surge como uma das formas preventivas e terapêuticas de combate a osteoporose, oferecendo melhor qualidade de vida às pessoas idosas e reduzindo o risco de quedas e fraturas, uma das principais causas de morbidade e mortalidade nesta população devido à suas complicações.

Com isso vem se buscando cada vez mais alternativas de exercício físico válidas para o combate e prevenção a estas doenças ósseas, que tanto acometem a população idosa. Esta prevenção visa buscar e melhorar a independência funcional destes indivíduos através de métodos que minimizem o efeito da dor pós treino e da fadiga, muitas vezes motivos pelo qual os idosos não prosseguem com o exercício físico devido ao desconforto causado por estes sintomas.

Como possível alternativa têm se estudado os efeitos e benefícios dos treinamentos realizados em Plataformas Vibratórias. O equipamento vem sendo muito utilizado em clínicas de reabilitação como alternativa para o tratamento de lesões ou cirurgias, esclerose múltipla e terapia pós acidente vascular cerebral por exemplo, além de ser muito utilizado também em clínicas de estética como promessa de combate a celulite, melhora da flexibilidade, tônus muscular, dentre outros aspectos, produzindo benefícios para o organismo como um todo.

A Plataforma Vibratória surgiu há cerca de 25 anos na antiga União Soviética (atual Rússia), como alternativa para conter a deterioração óssea em

astronautas nas estações espaciais, já que em gravidade zero o enfraquecimento do esqueleto é inevitável, devido à falta de peso gerada pela gravidade e pela falta de estímulo de compressão, tração e torção exercida pelos músculos sobre os ossos, que causa uma fricção responsável também pela renovação óssea (efeito piezoelétrico).

De forma simples o princípio da Plataforma Vibratória pode ser explicado da seguinte maneira: a máquina começa a vibrar sob o peso do paciente e este instintivamente contrai todos os músculos do corpo, como é gerado um forte atrito entre as articulações, ossos e músculos, para reparar o dano, o organismo, então, aumenta a produção de células de reconstrução óssea, fazendo com que o esqueleto se fortaleça contra possíveis novas agressões, entre elas a osteoporose.

Come se trata de um equipamento lançado no mercado recentemente poucos dados sobre a sua eficácia na osteoporose estão publicados o que torna este tema um assunto importante pelo resultado positivo que pode causar no tratamento e prevenção de uma doença que atinge milhões de idosos.

2 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

As informações acerca dos efeitos do exercício na plataforma vibratória sobre a microarquitetura dos ossos em indivíduos idosos e já acometidos pela osteoporose, principalmente após a menopausa são muito escassas. Pode ser que a condição de osteoporose do indivíduo seja um fator limitante ao uso deste equipamento pelo risco iminente de fraturas, por outro lado, pode ser que o estímulo de tração, compressão e torção que a plataforma vibratória produz sobre o osso seja de fundamental importância para a sua recuperação. Assim este trabalho pretende descrever, em um modelo animal, através de imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), a reação do tecido ósseo de ratas idosas submetidas a um estado de menopausa induzida cirurgicamente pela ovariectomia ao exercício em Plataforma Vibratória.

3 OBJETIVO

Descrever, utilizando-se Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), se ocorrem alterações na microarquitetura do fêmur de ratas idosas ovariectomizadas quando submetidas a exercício em Plataforma Vibratória.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Tecido Ósseo: Tipos, Histogênese e Remodelação

O tecido ósseo é um dos mais resistentes e rígidos do corpo humano. Apesar de sua resistência às pressões e de sua dureza, é muito plástico, sendo capaz de remodelar sua estrutura interna em resposta a modificações nas forças a que está submetido normalmente (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004).

O osso é o esqueleto estrutural básico de sustentação e proteção dos órgãos do corpo, incluindo o encéfalo e medula, bem como das estruturas da cavidade torácica, os pulmões e coração. Eles servem também como alavancas para os músculos presos a eles, multiplicando desta maneira, as forças destes, para assim chegar ao movimento e a locomoção (GARTNER; HIATT, 2003). Atuam também como reservatório metabólico dos sais minerais (STEVENS; LOWE, 2001), presentes em sua matriz óssea, responsável pela sua rigidez e resistência.

A matriz óssea é formada por componentes orgânicos e inorgânicos, sendo que os orgânicos correspondem a aproximadamente 35% do peso seco do osso e é composto principalmente por fibras quase exclusivamente de colágeno tipo I e os componentes inorgânicos correspondem a 65% de seu peso seco, compostos principalmente por cálcio e fósforo, juntamente com outros componentes como bicarbonato, magnésio, sódio e potássio. O cálcio e o fósforo existem principalmente sob a forma de cristais de hidroxiapatita e sua associação com o colágeno tipo I é o que dá força e dureza ao osso (GARTNER; HIATT, 2003).

O tecido ósseo é formado por um processo chamado ossificação intramembranosa, que ocorre no centro de uma membrana conjuntiva, ou por outro processo chamado ossificação endocondral, que se inicia sobre uma peça de cartilagem hialina de forma semelhante ao osso a ser formado. As diferenças destes dois processos aparecem morfológicamente pela estrutura física do osso, ou seja,

os ossos formados a partir de membranas são achatados como os ossos do crânio e maxilares, chamados de esponjoso. Já os formados a partir de cartilagens, são principalmente os ossos curtos e longos, nomeados como osso compacto (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004).

Já de acordo com a classificação microscópica do osso, definida por Gartner; Hiatt (2003), estes são classificados como osso primário, ou imaturo, ou osteóide e osso secundário, ou maduro, ou lamelar.

O osso primário é imaturo, sendo o primeiro a se formar seja no desenvolvimento embrionário ou em caso de reparação óssea, é rico em osteócitos e em feixes de colágeno que posteriormente são substituídos por osso secundário. Já o osso secundário é maduro e diferencia-se do tecido primário por apresentar uma melhor organização da matriz óssea, suas fibras de colágeno são encontradas em lamelas (conjunto de fibras paralelas) e os osteócitos nas lacunas encontram-se distribuídos em intervalos regulares entre as lamelas. Sua matriz óssea é mais calcificada se comparada ao do osso primário, o que torna este tipo de tecido mais forte, permitindo a distribuição das forças que agem sobre o tecido ósseo (GARTNER; HIATT, 2003).

O tecido ósseo, exceto nas articulações sinoviais, é revestido externamente por um tecido conjuntivo denso e fibroso denominado perióstio. Quando localizado internamente, é chamado endóstio. Este é mais celular e vascular, constituído praticamente apenas por células osteoprogenitoras e osteoblastos, garantindo a nutrição do perióstio, além de servir também como uma barreira física que separa a superfície óssea da medula óssea. As fibras de Sharpey (fibras colágenas do tecido ósseo) unem firmemente o perióstio ao tecido ósseo. Sua região externa é comparativamente espessa sendo denominada camada fibrosa, enquanto sua região mais interna é menos definida e chamada camada osteogênica, devido à presença de células osteoprogenitoras. As células do perióstio diferenciam-se facilmente em osteoblastos e têm papel importante no crescimento e reparo ósseo (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004).

O perióstio e o endóstio são responsáveis por nutrir o tecido ósseo e fornecer novos osteoblastos para crescimento e recuperação do osso.

Segundo Stevenson; Marsh (1992) existem três tipos principais de células ósseas: osteoblastos, osteoclastos e osteócitos. Já Stevens; Lowe (2001)

classificam estas células como: células de secreção (osteoblastos e osteócitos) e células remodeladoras (osteoclastos).

Os osteoblastos derivam de células ósseas de origem medular e são responsáveis pelo depósito da matriz orgânica extracelular e sua mineralização. Dividem-se em osteoblastos mais volumosos que estão ativos na formação óssea e em outros mais achatados e inativos (em descanso), que formam as células que revestem a superfície do osso. Em contraste, os osteoclastos são responsáveis pela reabsorção óssea e cartilagens calcificadas e promovem a secreção de proteases que dissolvem o colágeno dentro da matriz orgânica e desligam os minerais do tecido ósseo (STEVENSON; MARSH, 1992).

Segundo Ocarino; Sekarides (2006), à medida que a matriz óssea é sintetizada, os osteoblastos ficam envoltos por ela e passam a ser chamados de osteócitos. Estas células têm como função manter a viabilidade do tecido ósseo e reabsorver a matriz e os minerais do osso pela osteólise osteocítica, mecanismo de reabsorção profunda, essencial para manter constantes os níveis de cálcio extracelulares.

O tecido ósseo constantemente passa por um processo de remodelação, envolvendo reabsorção, realizada pelos osteoclastos, e formação de osso novo, pelos osteoblastos (LIAN; STEIN, 1999).

A remodelação óssea é um processo normal que mantém a estrutura do esqueleto, sendo essencial para a homeostase do cálcio e fósforo, permitindo a remoção do osso velho e troca por osso novo (SZEJNFELD, 2000). O processo de remodelação ocorre em unidades de remodelação óssea, caracterizando-se pelo acoplamento das funções dos osteoblastos e osteoclastos. A seqüência de eventos dentro da unidade de remodelação ocorre basicamente em três eventos clássicos: ativação, reabsorção e formação. Durante a fase de ativação, células precursoras dos osteoclastos concentram-se sobre determinada região da superfície óssea que será reabsorvida, e por meio de sinais físicos e hormonais, transformam-se em osteoclastos multinucleados. Estes osteoclastos ativados dão início ao processo de reabsorção, formando uma lacuna. Terminada esta fase, os pré-osteoblastos migram para a cavidade, diferenciam-se em osteoblastos e iniciam a formação da matriz óssea (SZEJNFELD, 2000).

Segundo Borba et al. (2003), o remodelamento ósseo é um processo fisiológico que permite a manutenção da resistência óssea através de sua “auto-modelagem”, de acordo com solicitações mecânicas a que o osso é submetido. O remodelamento é um processo contínuo que possibilita a substituição de um osso envelhecido e danificado por um tecido novo.

Amadei et al. (2006) acrescentam que a remodelação óssea é um processo no qual a formação óssea é correspondente à reabsorção, sendo regulada por diversos fatores, como mecanismos reguladores intracelulares, influência hormonal, além de fatores locais e externos.

4.2 Mecanismo de Regulação: Cálcio, Vitamina D e PTH

A biodisponibilidade de cálcio dietético é um determinante crítico da sua homeostase, que é mantida pela integridade entre o aparelho digestório e renal, e tecido ósseo (BROADUS, 1999).

O sistema regulatório central da homeostase do cálcio se faz principalmente pelo paratormônio (PTH), e a forma ativa da vitamina D [1,25 (OH) 2D3] também denominada calcitriol, além da ingestão de cálcio. A diminuição do cálcio plasmático resulta na secreção do PTH (BROADUS, 1999). Esse, por sua vez, estimula a reabsorção óssea, liberando íons cálcio para a circulação, e elevando a reabsorção tubular desse íon nos rins. Adicionalmente, o PTH estimula a síntese da 1,25 (OH) 2D3 renal. O calcitriol estimula o transporte transepitelial de cálcio no intestino, mobiliza cálcio do osso para a circulação e regula a síntese e secreção do PTH. (LIAN; STEIN, 1999; SAHOTA, 2000), inibindo desta forma o processo de reabsorção óssea.

4.3 Cálcio

Aproximadamente 99% do cálcio corporal encontra-se no osso e o restante distribuído nos dentes, tecidos moles, plasma e fluido extracelular (NORDIN, 1997).

Seu armazenamento no osso se dá sob a forma de cristais de hidroxiapatita, o 1% restante precisa estar disponível para ser mobilizado do osso em prazo muito curto para o sangue. Estes íons de cálcio removidos do osso para manutenção dos níveis de cálcio sanguíneo provêm de ósteons novos e jovens, no qual a mineralização é incompleta. Como a remodelação óssea é constante, novos ósteons estão sempre se formando (GARTNER; HIATT, 2003).

A mineralização óssea ocorre ao redor de ninhos de cristalização de hidroxiapatita, à medida que estes centros progridem, eles se expandem e se incorporam entre si. Dessa forma uma região cada vez mais larga da matriz é calcificada (GARTNER; HIATT, 1997).

Uma das funções mais importantes do cálcio é de se combinar com os íons fosfato para formar os sais ósseos. Os íons cálcio (Ca^{++}), e fosfato (HPO_4^{-}), reagem entre si, formando o fosfato de cálcio (CaPO_4), um composto relativamente insolúvel (HARPER, 1971).

O nível de cálcio no sangue é regulado pelo hormônio da paratireóide, o paratormônio (PTH), que causa um aumento no número de osteoclastos (células responsáveis pela degradação óssea), com liberação de fosfato de cálcio e aumento da calcemia (nível de cálcio no sangue) e pelo hormônio calcitonina, que se opõe ao efeito do PTH. O cálcio pode ser retirado dos ossos para a manutenção de níveis sanguíneos normais durante períodos de privação de cálcio na alimentação (BURTON, 1979).

Uma ingestão ótima de cálcio se refere ao nível individual capaz de maximizar o pico de massa óssea, manter a massa óssea na idade adulta e minimizar a perda decorrente da idade (MATKOVIC et al., 1994). Assim, a necessidade de cálcio varia conforme a faixa etária, sendo maior em períodos de rápido crescimento como a infância e adolescência, decaindo levemente na idade adulta e elevando novamente em períodos onde a absorção intestinal de nutrientes encontra-se diminuída e a taxa de reabsorção óssea aumentada como na pós-menopausa.

Segundo o Consenso Brasileiro de Osteoporose (CBO, 2002), o cálcio assume um papel importante no desenvolvimento de uma maior e melhor massa óssea, sendo segundo Cobayashi (2004) um elemento fundamental ao organismo, não só na formação e manutenção da estrutura óssea, como também na sua mineralização.

4.4 Vitamina D

A vitamina D (colecalfiferol) é um hormônio que facilita a absorção intestinal de cálcio e sua incorporação no osso (SZEJNFELD et al., 2001).

Esta vitamina produzida pela síntese cutânea ou através da ingestão de alimentos que contenham este nutriente, precisa passar por duas hidroxilações para tornar-se funcional com seu papel biológico primário na homeostase do cálcio e fósforo. A primeira hidroxilação ocorre no fígado onde é metabolizada para 25(OH)D₃, que pode ser estocada ou liberada para a circulação. Quando a demanda fisiológica de cálcio e fósforo aumenta, a 25(OH)D₃ circulante é hidroxilada nos túbulos renais para sua forma ativa a 1,25(OH)₂D₃ (DELUCA, 2004; CALVO et al., 2005).

A exposição solar é responsável por 80 a 90% dos estoques de vitamina D (HOLICK, 1999). Quando há deficiência de vitamina D ou alteração no seu metabolismo, ocorre deficiência da absorção de cálcio, elevação da produção de PTH, e aumento na reabsorção óssea (HOLICK 1999; FESKANICH et al., 2003)

Com a idade, o estado da vitamina D pode ser comprometido em virtude da redução da capacidade da pele em sintetizar colecalfiferol e redução da habilidade do fígado e rim em hidroxilarem a vitamina D em sua forma ativa, além da diminuição da taxa de absorção intestinal da vitamina D (FESKANICH et al., 2003).

4.5 Osteoporose

De acordo com a Organização Mundial Da Saúde (OMS) (1994), a osteoporose é considerada uma doença sistêmica progressiva do esqueleto caracterizada por diminuição global da massa óssea, com deterioração e desorganização da microarquitetura trabecular, com um conseqüente aumento da fragilidade óssea e da suscetibilidade a fraturas. É a doença metabólica mais comum e a principal causa de fraturas por fragilidade esquelética, pelo que é mundialmente considerada um dos principais problemas de saúde pública, devido a repercussões individuais (mortalidade, morbidade, incapacidade funcional) e sociais

(diminuição da força de trabalho, aumento do risco de institucionalização, ônus econômico) (FELLER, 2000; CUMMINGS; MELTON, 2002).

A Fundação Internacional de Osteoporose (IOF) define a osteoporose, que literalmente significa “osso poroso”, como uma doença onde a densidade e qualidade do osso ficam reduzidas. Em consequência dos ossos se tornarem mais porosos e frágeis, o risco de fraturas aumenta. A perda óssea é “silenciosa” e progressiva, geralmente não existem sintomas até que ocorra a primeira fratura.

Segundo Tavares; Silva (2008) a osteoporose é a mais comum de todas as doenças ósseas do adulto, sobretudo na velhice, mas pode também ocorrer em adultos novos e de meia-idade. A OMS (1994) refere que a doença é três vezes mais comum nas mulheres do que nos homens e que não há nenhuma cura para a mesma.

Para Schawartz et al. (1999), a prevalência de osteoporose e incidência de fraturas varia de acordo com o gênero e a raça. As mulheres brancas na pós-menopausa apresentam maior incidência de fraturas. A partir dos 50 anos, 30% das mulheres e 13% dos homens poderão sofrer algum tipo de fratura por osteoporose ao longo da vida.

Diferentes estudos na América Latina mostram, em concordância com dados do resto do mundo, que 1 em cada 3 mulheres maiores de 50 anos sofrem de osteoporose. Dados recentes do Estudio LAVOS (Latin American Vertebral Osteoporosis Study) analisaram a prevalência de fraturas vertebrais em 5 países da Latino América (Brasil, Colômbia, Argentina, México Porto Rico) com dados similares a outras regiões do mundo. A prevalência total é de 15% aumentando com a idade.

Entre a população idosa, as fraturas por osteoporose e as suas complicações são a principal causa de morbidade e mortalidade (CUMMINGS; MELTON, 2002; JOHNELL; KANIS, 2005) e uma vez instituída, o tratamento da doença envolve medicamentos e mudanças significativas no estilo de vida.

Devido ao aumento da longevidade, o número de pessoas idosas (aquelas com mais de 65 anos) triplicou nos últimos 50 anos, sendo expectável que este número seja novamente triplicado nos próximos 50 anos. Tem sido estimado que em 2050, uma em cada cinco pessoas fará parte da população idosa e uma em cada

cinco, fará parte da população muito idosa (com mais de 80 anos de idade) (BOONEN, 2007).

Dados como este levam autores como Ferrari (2005) a afirmar que as mudanças demográficas decorrentes do envelhecimento populacional contribuíram para o aumento da prevalência de doenças crônicas não transmissíveis relacionadas à idade, como é o caso da osteoporose.

Segundo a Sociedade Brasileira de Osteoporose (2004) há atualmente no Brasil, cerca de 10 milhões de pessoas com osteoporose, dos quais, apenas 20% recebem alguma forma de tratamento. Cerca de 2,4 milhões de indivíduos apresentam algum tipo de fratura anualmente, desses 200.000 morrerão por fatores que são resultados direto de fraturas. Do total de fraturas quase 100.000 são de fêmur e a mortalidade após um ano do ocorrido, está em torno de 20 a 24%. Estima-se que nos próximos 50 anos, o número de fraturas de fêmur, para ambos os sexos, dobrará e uma em cada quatro no mundo, ocorrerá na América Latina.

De acordo com a pesquisa BRAZOS (Brazilian Osteoporosis Study) realizada no Brasil no ano de 2007, cerca de 6% dos entrevistados referiram ter osteoporose. A prevalência de fratura por baixo impacto foi de 15,1% entre as mulheres e 12,8% entre os homens. A região sudeste apresentou maior prevalência de osteoporose, já a prevalência de fraturas foi semelhante em todas as regiões (PINHEIRO et al., 2009).

4.6 Menopausa e Osteoporose

A perda de massa óssea começa, no homem entre 50 – 60 anos de idade, com taxa de 0,3% ao ano, e na mulher a uma taxa de 1% dos 45 aos 75 anos. Uma mulher com 70 anos têm diminuição de 20% de sua densidade mineral óssea, enquanto no homem este valor é de apenas 3%. Essa perda está relacionada também, além do envelhecimento, à genética, estado hormonal, nutricional e nível da atividade física do indivíduo (MATSUDO, 2000).

Com o avanço da idade, na mulher, por volta dos 45 anos, ocorre invariavelmente a falência dos ovários e o fim do seu ciclo reprodutivo, levando a queda dos hormônios femininos (estrógeno e progesterona) e causando assim,

possíveis transtornos emocionais e físicos, entre os físicos a osteoporose (WILLMORE; COSTILL, 2001).

Dependendo da massa óssea individual alcançada até cerca dos 25 anos, haverá maior ou menor risco de osteoporose ao longo do tempo. O decréscimo na produção de estrógeno (hormônio que tem ação protetora sobre o osso) na menopausa desarticula uma taxa mais rápida de perda da massa óssea nas mulheres (VANKRIEKEN; LUTHART, 2001).

Na ovariectomia, a parada no desenvolvimento folicular também resulta em déficit de estrógeno, levando os níveis deste hormônio a praticamente zero (HARRISON, 1996; SIMINOSKI; JOSSE, 1996)

Amadei et al. (2006) referem que os receptores de estrógeno estão localizados predominantemente em osteoblastos, fazendo com que o principal foco de atuação deste hormônio seja na inibição da reabsorção óssea e que sua insuficiência no metabolismo ósseo está intimamente relacionada com a osteoporose pós menopáusicas. O estrógeno aumenta a diferenciação das células osteoblásticas, estimulando a síntese e mineralização da matriz óssea.

Além disso, este hormônio melhora a absorção de cálcio no trato intestinal e diminui sua perda pela urina. Com seus níveis aumentados, a forma ativa de vitamina D na circulação é elevada. Além de estimular a produção de calcitonina, hormônio produzido pela glândula tireóide, que previne a remoção de cálcio do osso pelas células osteoclásticas (LINDSAY, 1989).

Esta baixa massa óssea atribuída à deficiência de estrógeno e a diminuição da densidade óssea com a idade também pode ser explicada, pelo menos parcialmente, pelo aumento de secreção do hormônio da paratireóide (CHAPUY, 1983; YOUNG, 1987) resultante da deficiência da vitamina D e da baixa absorção de cálcio. De acordo com Compston (2001) o estrógeno aumenta a expressão dos receptores de vitamina D, do hormônio do crescimento (GH) e da progesterona, além de modular as respostas das células osteoclásticas estimuladas pelo PTH.

Indivíduos obesos, com maior índice de massa corporal (IMC), apresentam maior densidade mineral óssea, o que resulta numa maior proteção contra a osteoporose. Em mulheres obesas no período de pós menopausa a manutenção da massa óssea é feita principalmente pela produção estrogênica proveniente do tecido

gorduroso, o que resulta na proteção do esqueleto contra os efeitos adversos da deficiência estrogênica (HEISS et al., 1995).

4.7 Atividade Física e Osteoporose

De acordo com o Consenso Brasileiro de Osteoporose (CBO, 2002), com a contração da musculatura durante a atividade física, ocorre deformação óssea, que é interpretada pelo osso como um estímulo à sua formação. Desta forma uma das maneiras de evitar a osteoporose é aumentando a massa óssea na infância e na adolescência, para que na vida adulta, principalmente após os 25 anos, período de estabilização do aumento da massa óssea, a perda seja mais lenta e menos impactante para os ossos. Já para a população idosa a prevenção busca além de minimizar a perda de massa óssea também evitar as quedas, que são os principais motivos de fraturas nesta faixa etária.

Os exercícios, nesta idade, têm também como objetivo a melhora do equilíbrio, do padrão da marcha, das reações de defesa e da propriocepção de uma maneira geral (CBO, 2002). Quando iniciada desde as primeiras décadas de vida e prolongando-se até a terceira idade, a atividade física surge como uma das formas preventivas e terapêuticas de combate à osteoporose, oferecendo melhor qualidade de vida às pessoas idosas e reduzindo o risco de quedas e fraturas (MILLER, 2006).

Ossos e músculos respondem bem ao estresse físico, tornando-se maiores e mais fortes, a resposta dos mesmos ao exercício físico é a tensão, que ajuda na estimulação do crescimento ósseo e preservação de sua massa, auxiliando consequentemente na prevenção e tratamento da osteoporose (DALSKY et al., 1988; MARCUS et al., 1992).

Conforme Tavares; Silva (2008) os indivíduos ativos apresentam massa óssea mais densa que aqueles sedentários, demonstrando que uma das maneiras de evitar a porosidade excessiva dos ossos é adotando um estilo de vida ativo, praticando atividade física regularmente. Hábitos como este podem provocar adaptações no sistema ósseo, como o aumento da Densidade Mineral Óssea (DMO), proporcionando melhoras significativas ao aparelho locomotor (TAVARES; SILVA, 2008).

Segundo Cerqueira; Rezende (2002), os mecanismos pelos quais o esqueleto responde à atividade física não estão totalmente esclarecidos, assim como o mínimo necessário de exercício para o aumento da formação óssea. Entretanto, sabe-se que há aumento de resistência óssea em resposta à aplicação de cargas mecânicas, assim como a diminuição da densidade óssea mineral na ausência das mesmas.

Santarém (1998), afirma que o exercício resistido é definido como uma forma gradual de resistência à contração, para estimular a massa muscular e óssea, assim como a força, a resistência e a potência muscular, para designar exercícios localizados com carga, geralmente realizados com pesos ou máquinas. Apesar de o osso responder tanto ao aumento quanto à diminuição da carga mecânica, é mais fácil perder osso pela inatividade do que ganhar através de aumento da carga.

Os exercícios aeróbios são de grande importância para se manter corpo, mente e ossos saudáveis, porém os exercícios resistidos parecem exercer um importante efeito na densidade óssea, ajudando a alcançar o maior pico de massa óssea possível nas mulheres pré-menopausa com o intuito de manter a densidade óssea na pós-menopausa (LAYANE; NELSON, 1999).

Porém, segundo Munnings (1992) muitos estudos mostram que os exercícios ajudam a manter ou aumentar a densidade óssea, mas nenhum destes mostra um aumento suficiente para compensar a rápida perda óssea que ocorre logo após a menopausa, de 2 – 4% ao ano.

Além disso, para indivíduos com osteoporose já instalada a prescrição e os objetivos do exercício diferem do indivíduo saudável, dependendo da existência ou não de fraturas e se a osteoporose já está estabelecida ou se o sujeito apenas apresenta alto risco de desenvolver a doença (MATSUDO; MATSUDO, 1992).

Portanto, o melhor momento da vida para garantir a saúde óssea é durante a juventude. Para manter os ossos fortes se recomenda atividade física e uma dieta nutritiva, que inclua alimentos ricos em cálcio, tudo isto acompanhado de uma regular exposição ao sol, o que ajuda na produção de Vitamina D no nosso corpo. As mesmas medidas que ajudam a fortalecer os ossos na juventude são válidas também por toda a vida.

4.8 Treinamento Vibratório

A Plataforma vibratória pode produzir oscilações em forma de onda em frequências entre 1 e 60 Hz, dependendo do modelo do aparelho (CARDINALE; BOSCO, 2003).

A exposição à vibração em plataformas vibratórias se dá pelo contato das extremidades distais dos segmentos corporais com o aparelho, o que ocasiona uma propagação vibratória por diversos tecidos antes de alcançar músculos ou ossos que se pretendem atingir, permitindo desta forma uma influencia mais ampla da vibração devido ao favorecimento de sua dissipação por todo o corpo (BATISTA et al., 2007).

Os estímulos mecânicos da plataforma vibratória são transmitidos para o corpo, ativando os receptores sensoriais dos fusos neuromusculares, produzindo uma subsequente ativação de motoneurônios alfa, que iniciam contrações musculares comparáveis ao reflexo vibratório tônico (BOSCO et al., 1999; DELECLUSE et al., 2003), técnica aplicada na fisioterapia onde uma contração reflexa resulta de uma estimulação muito localizada no músculo ou no tendão (BONGIOVANNI et al., 1990).

Os músculos são mais afetados pela vibração quanto mais elevado for seu estado de ativação durante a realização do treinamento de vibração, o que sugere que a intervenção do treinamento de vibração deve ser combinada com alguma forma de exercício/atividade muscular vigorosa (FATTORINI et al., 2006).

Em treinamentos de vibração realizados com população idosa conclui-se que o equilíbrio é melhorado, aspecto importante para prevenção de quedas e consequentes fraturas (BAUTMANS et al., 2005; BRUYERE et al., 2005). Este tipo de treinamento também vem sendo testado como estratégia para combater e prevenir os efeitos da osteoporose. Segundo Verschueren et al. (2004) os efeitos do treinamento são mais evidentes nos membros mais próximos da fonte de vibração, resultando ganho ligeiramente significativo na densidade mineral óssea do quadril e não significativo para os ossos da coluna lombar por exemplo, que encontram-se mais distantes desta fonte.

O treinamento vibratório tem sido sugerido também como estratégia para recuperação após o treinamento, como terapia pós acidente vascular cerebral e lesão ou cirurgia do joelho (ISSURIN, 2005).

5 MATERIAL E MÉTODO

5.1 Animais e seu Tratamento

Para a execução deste projeto, foram utilizadas 20 ratas Wistar (*Rattus Norvegicus Albinus Wistar*), com idade de 90 dias, das quais 10 foram ovariectomizadas. Os animais foram provenientes do Biotério Central da UNESP – Campus de Botucatu e foram mantidas em gaiolas coletivas no Biotério do Laboratório de Biodinâmica do Departamento de Educação Física do Instituto de Biociências da UNESP – Campus Rio Claro. As ratas foram alimentadas com ração balanceada padrão (Purina) e água “ad libitum”, distribuídas 5 em cada gaiola, com temperatura ambiente controlada a 25° C e foto período de 12h claro/ 12h escuro.

Quando atingiram a idade de 24 meses iniciou-se o protocolo de treinamento. Os animais foram trabalhados em plataforma vibratória no laboratório de “Qualidade de vida, Medicina Preventiva e atividade física- Qualivida” da FCT- Unesp, Campus de Presidente Prudente.

5.2 Grupos Experimentais

Com 24 meses de idade estas ratas foram distribuídas em 4 grupos a saber:

- Sedentárias Controle (S): Ratas inteiras sedentárias.
- Sedentárias Ovariectomizadas (SO): Ratas ovariectomizadas sedentárias.
- Treinadas Controle (T): Ratas inteiras treinadas na Plataforma Vibratória.
- Treinadas Ovariectomizadas (TO): Ratas ovariectomizadas treinadas na Plataforma Vibratória.

5.3 Castração das Ratas

As ratas foram anestesiadas com pentobarbital de sódio a 2% via intraperitoneal, a seguir procedeu-se à tricotomia e a desinfecção da pele da região ventral do abdômen (Fig. 1). Com auxílio de um bisturi a parede abdominal foi seccionada para a laparotomia (Fig. 2) para que fosse localizado o útero bicornulado e os ovários aderidos à sua extremidade distal. Estes foram retirados (Fig. 3) e a abertura da parede abdominal foi suturada em camadas, a partir do peritônio e parede muscular e depois a pele (Fig. 4). Após nova assepsia do local da cirurgia, as ratas foram colocadas em gaiola limpa com dipirona sódica dissolvida na água durante os primeiros dois dias após a cirurgia.

5.4 Protocolo de Treinamento

O protocolo de treinamento foi realizado em Plataforma Vibratória da marca “Vibroboost” (Fig. 5) do Laboratório Qualivida do Departamento de Educação Física da FCT de Presidente Prudente, regulada com frequência de 35 Hz e amplitude de 1 a 2 mm (baixa) e consistiu de uma fase de adaptação ao exercício e à vibração com duração de 5 minutos, durante 3 dias, alternando exercício/repouso. Após este período adotamos, para a mesma regulação da plataforma, 15 minutos de exercício em dias alternados durante 8 semanas.



Figura 5. Plataforma Vibratória “Vibroboost”.



Figura 1 - Tricotomia e desinfecção da pele d região ventral do abdômen.

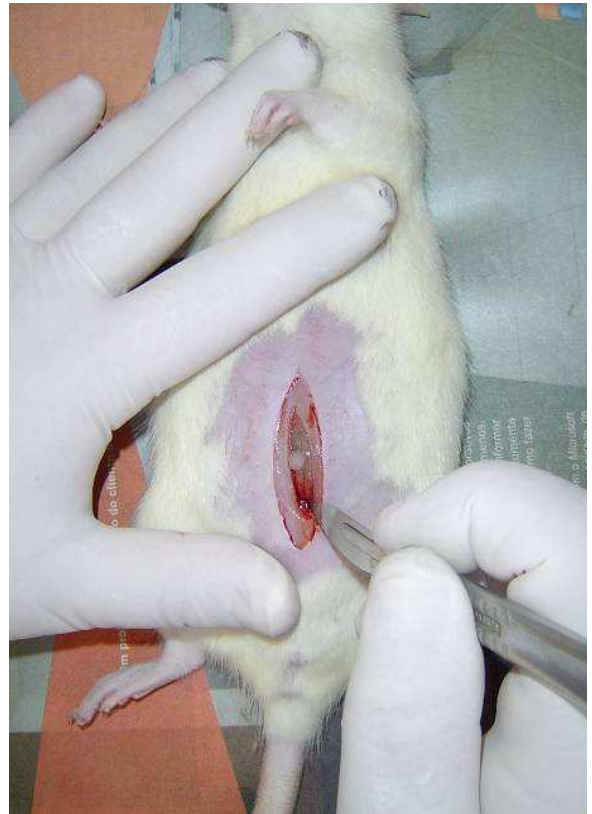


Figura 2 - Secção da parede abdominal para laparotomia.



Figura 3 - Localização do útero bicornulado e retirada dos ovários.



Figura 4 - Abertura da parede abdominal suturada.

5.5 Sacrifício e Coleta do Material

Após o período de 8 semanas de treinamento, os animais foram submetidos à eutanásia em atmosfera de gás carbônico para retirada do Fêmur. Uma vez que o fêmur foi isolado, reduzimos a amostra e assim a diáfise foi dividida em duas porções, colheu-se a sua porção proximal que foi fixada em solução de Karnovisk (KARNOVISK, 1965) por 48 horas, quando então, foi dividido longitudinalmente para ter a medula óssea retirada através de jatos de soro fisiológico com auxílio de uma seringa. Este procedimento permitiu que o osso esponjoso da parede interna do segmento fosse exposto para possibilitar sua observação no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Posteriormente este material foi desidratado em álcool 70% durante 24 a 48 horas e em álcool 100%, 1 hora antes de ser levado ao Microscópio Eletrônico de Varredura de Bancada de Baixo Vácuo Hitachi 3000. (EMU da Fapesp e Laboratório de Microscopia Eletrônica do Departamento de Biologia- IB- UNESP-RC).

5.6 Análise Qualitativa e Morfológica

Procurou-se descrever através das imagens obtidas no MEV as alterações morfológicas relacionadas com o envelhecimento e sua reação do osso osteoporótico frente ao estímulo de tração compressão e torção exercido pela Plataforma Vibratória.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região selecionada para ser avaliada em todos os animais corresponde ao terço proximal da diáfise do fêmur.

Assim, nas amostras das ratas do grupo Sedentário Ovariectomizado (SO) não se encontrou qualquer resquício de osso esponjoso na superfície do canal medular (Fig. 6). A espessura da parede cortical deste grupo é de aproximadamente 600 μ m.

Uma avaliação mais atenta mostra na sua superfície interna a presença de alguns osteoblastos e osteoclastos no trabalho de remodelamento ósseo. Esta superfície mostra inúmeros poros característicos de osso com osteoporose (Fig 7). As regiões onde ocorreu atuação dos osteoclastos apresentam pequenas depressões que marcam a atividade fagocítica neste local (Fig 8). Todos estes aspectos nos levam a acreditar que o protocolo de tratamento proposto neste trabalho atingiu o objetivo de produzir um quadro característico de osteoporose nos ossos das ratas idosas (BROADUS, 1999; SZENJNFELD, 2000)

Os ossos das ratas do grupo Sedentário Controle (S) mostram a presença de osso esponjoso com trabéculas e espículas características de um osso osteoporótico. Estas espículas fazem parte da microarquitetura do osso e são curtas e de aspecto delicado (Fig 9). A espessura da cortical é de aproximadamente 600 μ m.

Em uma observação mais atenta podemos verificar que a superfície interna da parede cortical do fêmur do grupo S mostra um padrão poroso característico de osso osteoporótico. Em outras regiões da mesma superfície encontramos ainda alguns resquícios das espículas que foram absorvidas durante o processo de remodelamento do osso ou que não apresentam nada que lembre a formação de uma estrutura trabecular (Fig. 10 e Fig. 11).

Já os animais do grupo Treinado Ovariectomizado (TO) apresentaram em alguns casos espículas mais evidentes, apesar de finas e delicadas, demonstrando

que houve uma reação positiva ao uso da vibração (Fig 12). A espessura aproximada da parede cortical do fêmur deste grupo foi de 800 μ m. Assim como encontrado em trabalhos que estudam os efeitos de diferentes modalidades esportivas na densidade mineral óssea em atletas e indivíduos fisicamente ativos o osso reage bem e este estímulo (TAVARES; SILVA, 2008), já que nas condições de osteoporose desenvolvida neste protocolo experimental o ganho de massa óssea foi evidente do ponto de vista morfológico.

A superfície interna do osso, voltada para o canal medular mostra lugares sem qualquer estrutura que lembre as espículas do osso esponjoso (Figs. 13 e 14). Em alguns casos deste grupo, estas espículas deixaram de se formar, principalmente nas regiões mais distais de sua extremidade proximal, porém, apresentou um osso de aspecto menos osteoporótico, ou seja, a qualidade do tecido ósseo melhorou em relação ao Grupo Ovariectomizado Sedentário.

Já os ossos do grupo Treinado Controle (T) apresentaram uma reação mais evidente e exuberante frente aos estímulos produzidos pela vibração. Nos ossos destes animais pode ser observado um trabeculado quase normal, não fosse a pequena espessura das suas espículas (Fig 15). Em alguns animais estas espículas se apresentaram mais espessas, mas eram únicas ou isoladas (Figs 16 e 17). A espessura aproximada da parede cortical das ratas deste grupo foi de 800 μ m.

Também se encontrou no grupo T, osteoblastos e osteoclastos em frequente atividade de remodelamento ósseo (Fig 18).

Em resumo, a região do fêmur estudada neste trabalho apresentou melhora significativa e digna de nota nos animais do grupo Treinado Controle, sem desprezar a reação à vibração que os ossos do grupo Treinado Ovariectomizado apresentaram. Estes dados nos permitem afirmar que o exercício de vibração poderia ser utilizado na prevenção de tratamento da osteoporose, pois os animais submetidos a ovariectomia que realizaram o exercício proposto mostraram uma reação óssea suficientemente significante para a recuperação, não só da densidade óssea, quando notamos diferença qualitativa na porosidade do osso (fig 9 e 12), como na sua microarquitetura, quando notamos uma discreta formação de osso esponjoso suficiente para reforçar a sua estrutura.

Já nos animais do grupo Treinado Controle a reação ao exercício foi mais evidente ainda, o que faz com que acreditemos que nestes animais o quadro de

osteoporose no início do experimento era menos intenso do que no grupo ovariectomizado treinado. Ou seja, estes animais passaram só pelo envelhecimento e não pelo envelhecimento com a menopausa induzida pela ovariectomia numa fase mais precoce da sua vida, como neste experimento (LAYNE; NELSON, 1999; MARCUS, 1992).

A partir das observações produzidas neste trabalho podemos afirmar que o osso reagiu ao estímulo da vibração, porém para corroborar com estes achados, e podermos afirmar que este estímulo foi efetivo na melhora do quadro de osteoporose, precisamos responder se o ganho de massa óssea adquirida com as espículas que se formaram no interior do osso dos animais treinados na plataforma vibratória foi suficiente para aumentar a sua densidade óssea. Precisamos responder, se este aumento de osso esponjoso melhorou a sua resistência às fraturas e finalmente por que os animais idosos que sofreram a ovariectomia precocemente tiveram uma reação diferente e menos intensa que os animais inteiros, sugerindo que existe, mesmo no envelhecimento, uma ação hormonal envolvida (AMADEI, et al., 2011; BORBA, et al., 2003).

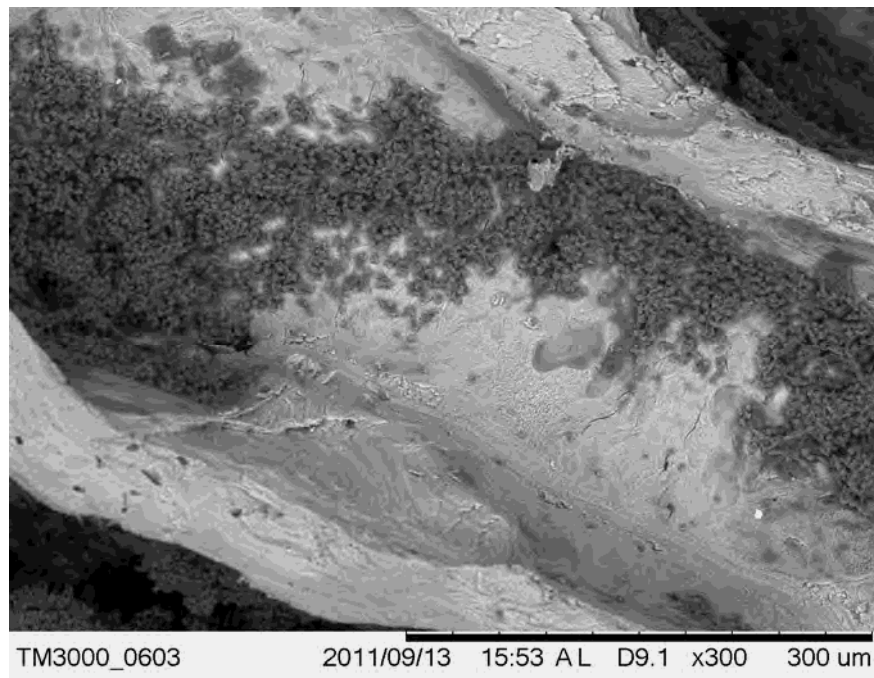


Figura 6 - Eletromicrografia da diáfise do fêmur de rata do grupo Sedentário Ovariectomizado, onde se observa a ausência de qualquer resquício de estrutura que lembre as espículas ou as trabéculas de um osso esponjoso. A seta mostra aglomerados de células que formam a medula óssea amarela.

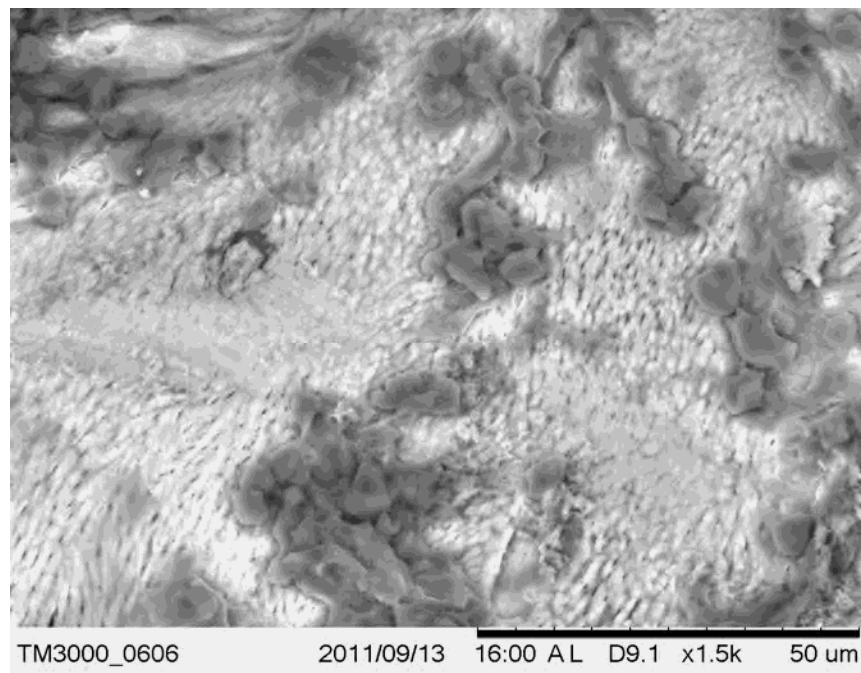
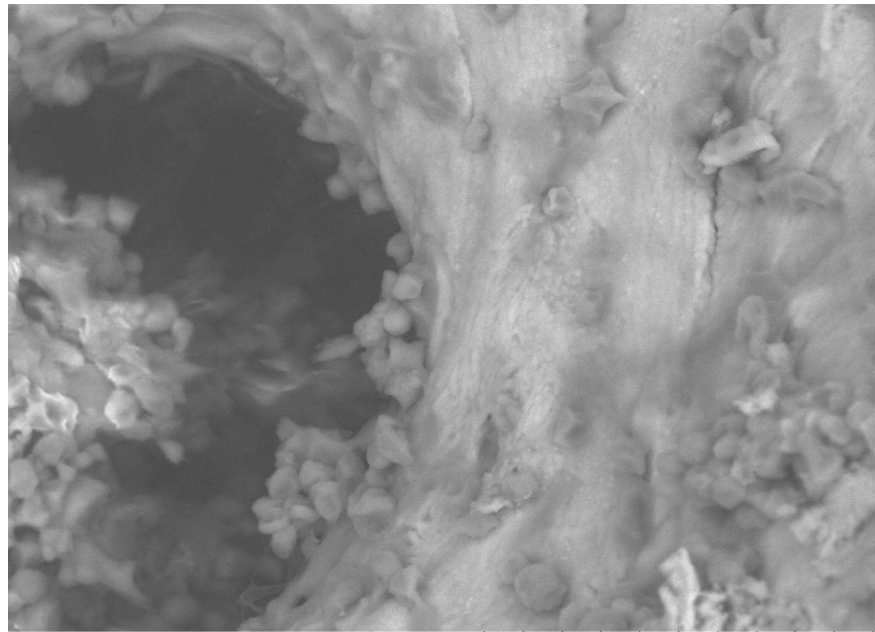
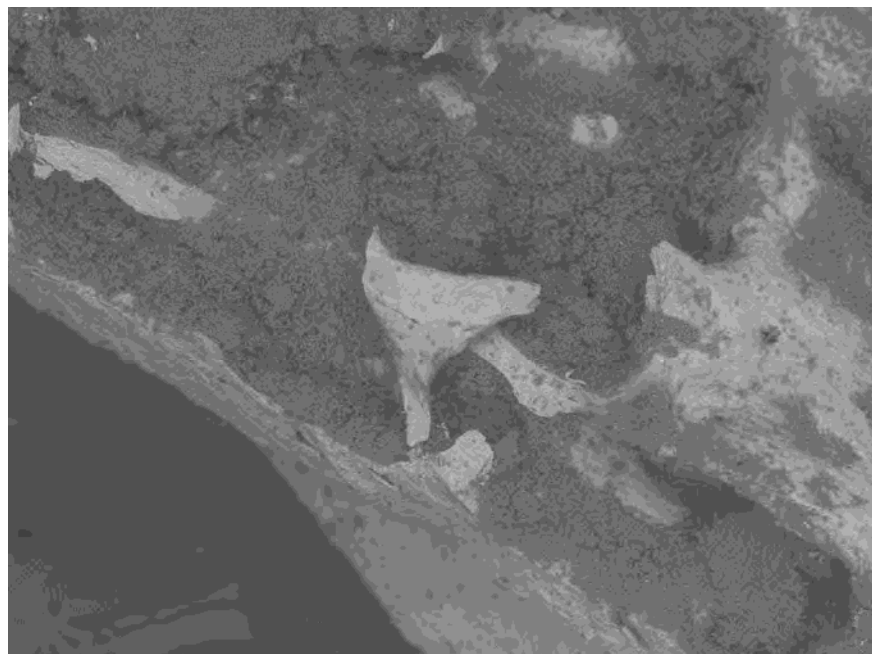


Figura 7 - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Sedentário Ovariectomizado onde se observa a porosidade característica do osso osteoporótico, além de alguns osteoblastos e osteoclastos em atividade.



TM3000_0374 2011/08/16 16:21 NL D7.7 x1.5k 50 um

Figura 8 - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Sedentário Ovariectomizado, que mostra detalhes das escavações produzidas pelos osteoclastos na borda de um canal de Wolkman. Observam-se ainda algumas células de gordura, hemácias, osteoblastos e osteoclastos.



TM3000_0512 2011/09/01 10:27 NL D8.8 x120 500 um

Figura 9 - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Sedentário Controle, onde se observa algumas espículas e trabéculas de aspecto delicado preenchidas pelas células da medula óssea.

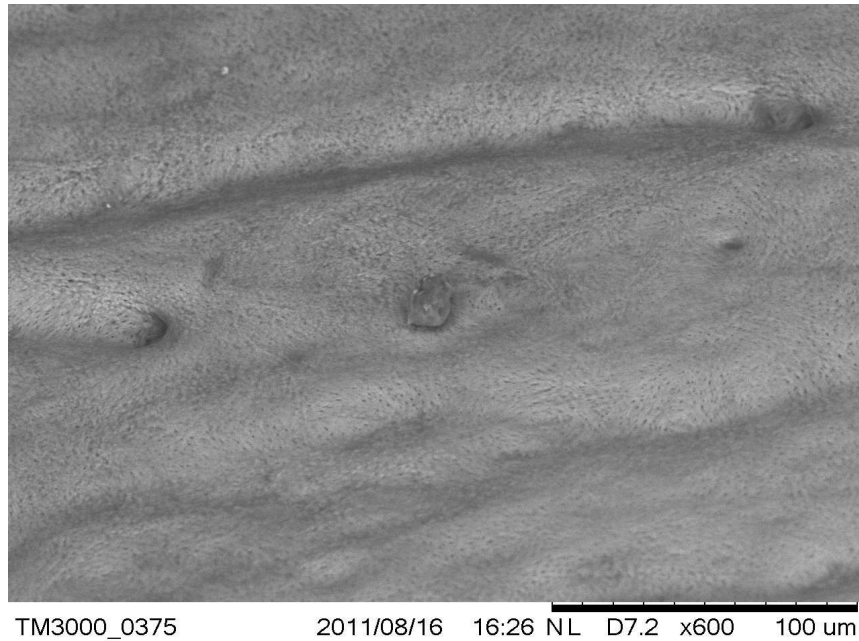


Figura 10 - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Sedentário Controle, onde podemos visualizar a porosidade característica do osso osteoporótico e uma formação saliente sugestiva de ser o resto de uma espícula absorvida no processo de remodelamento do osso.

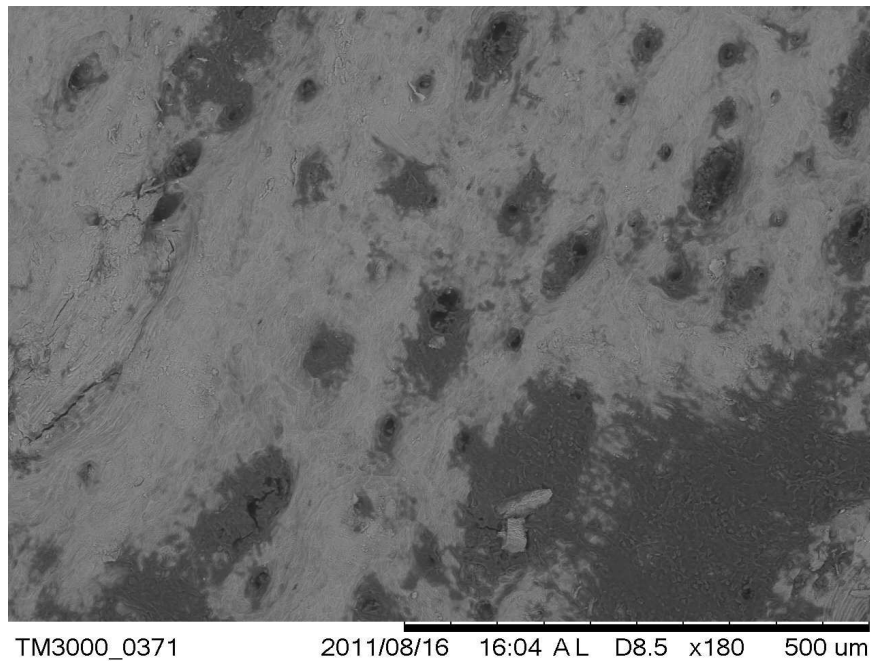


Figura 11 - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Sedentário Controle, que mostra ausência de osso esponjoso e tornam evidentes os canais de Wolkman na superfície da parede interna do osso.

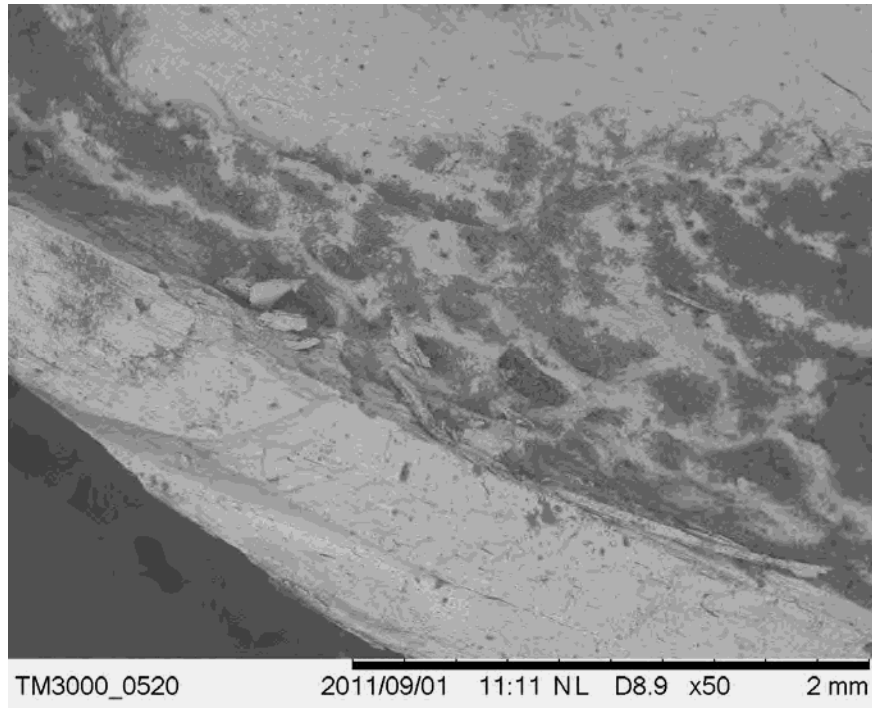


Figura 12 - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Ovariectomizado, onde observam-se diversas saliências sugestivas da formação de osso esponjoso.

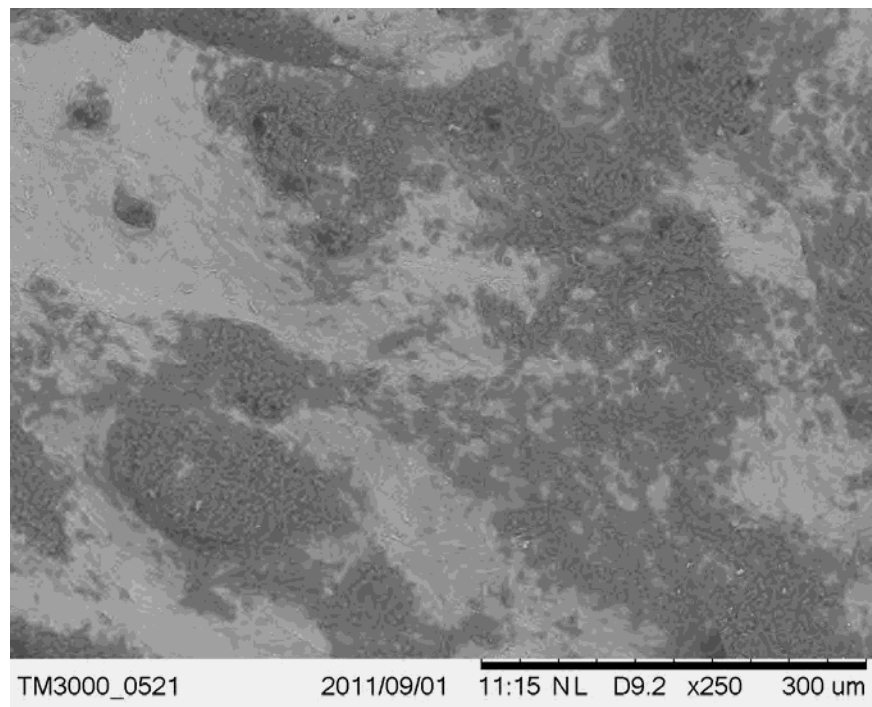


Figura 13 - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Ovariectomizado, onde se observa a abertura de alguns canais de Wolkman em meio ao tecido ósseo de aparência menos porosa.

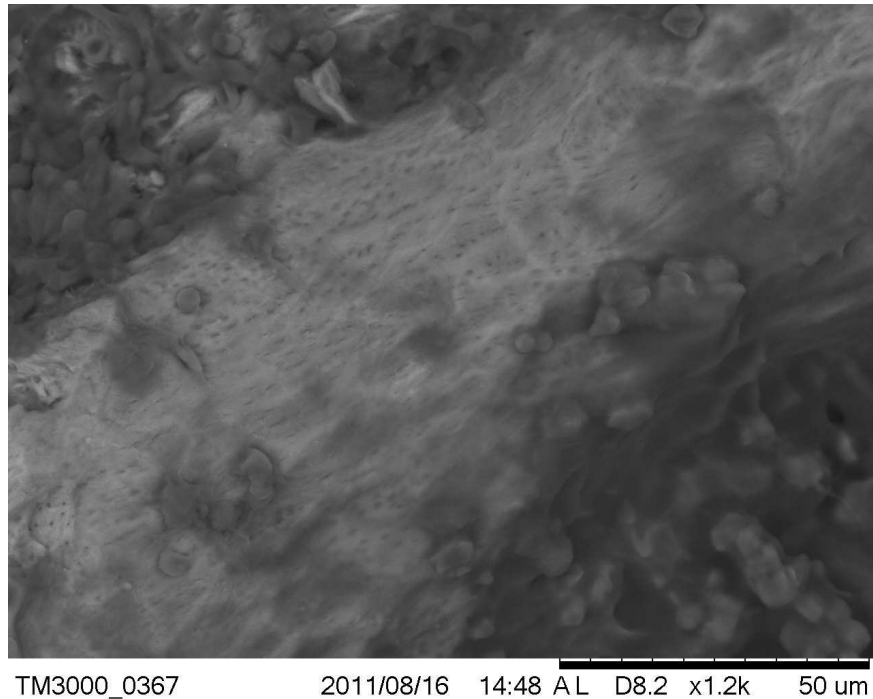


Figura 14 - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Ovariectomizado, onde se observa em detalhes osteoblastos e osteoclastos em atividade de remodelamento do osso.

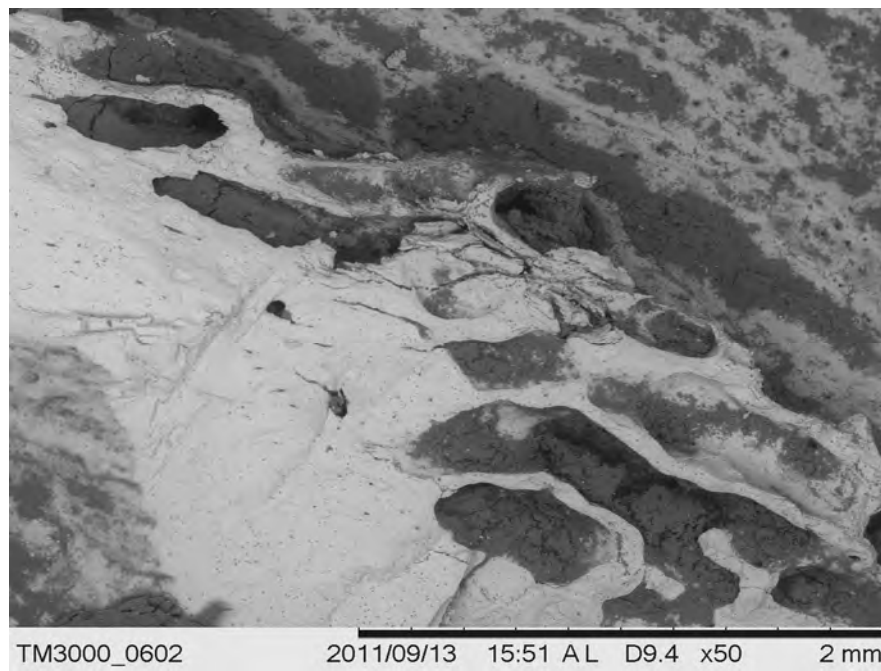


Figura 15 - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Controle, onde observamos as espículas finas e delicadas do trabeculado ósseo, o que nos permite visualizar as trabéculas preenchidas pelas células da medula óssea.

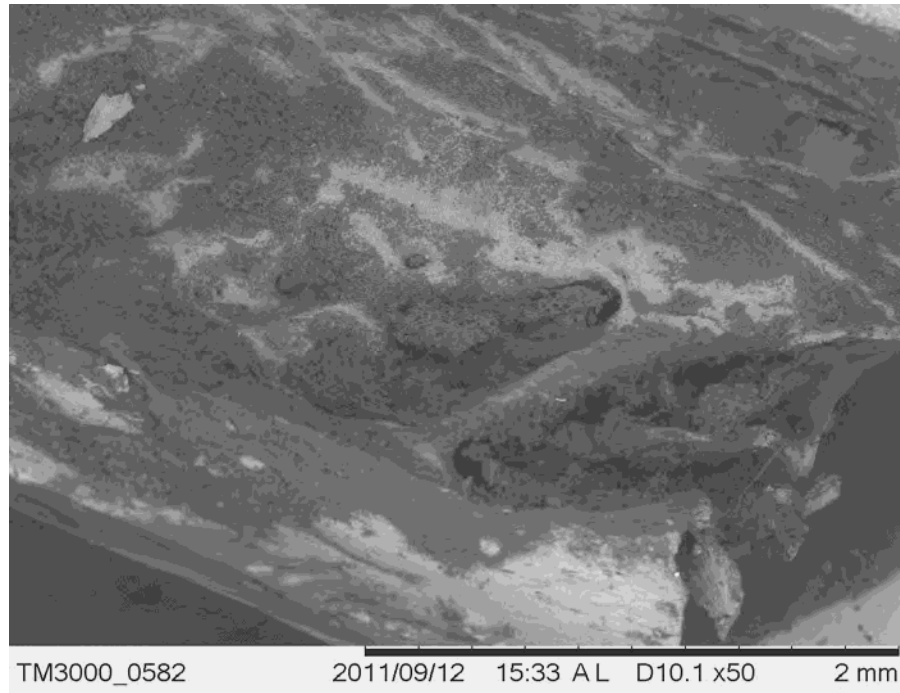


Figura 16 - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Controle, com trabeculado ósseo evidentemente mais robusto, porém disposto de forma isolada.



Figura 17 - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Controle, com um detalhe da espícula óssea.

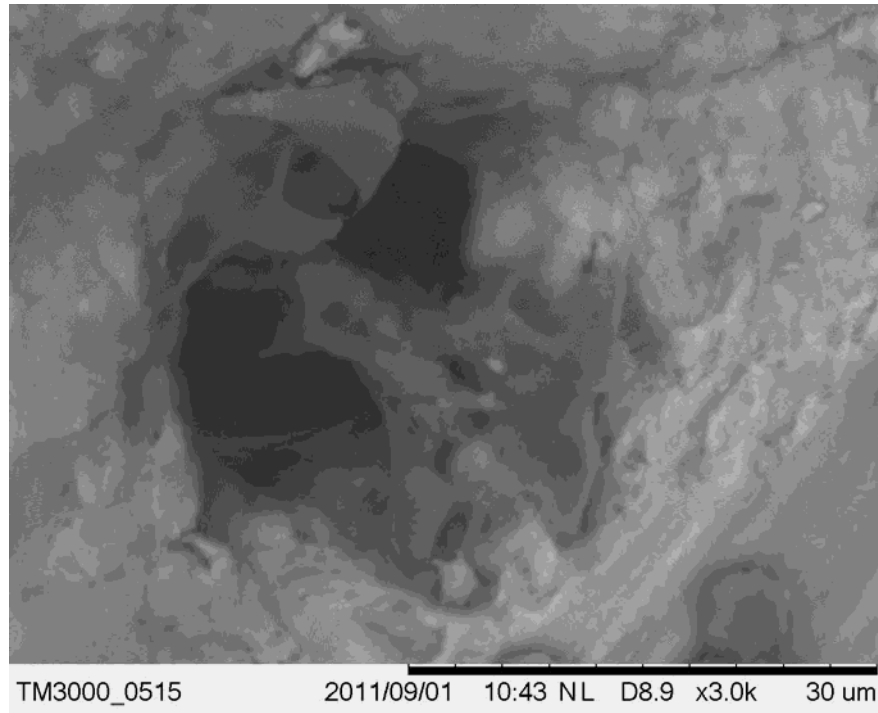


Figura 18 - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Controle, com um osteoclasto em atividade de fagocitose na borda de um canal de Wolkman.

7 CONCLUSÃO

A partir das observações demonstradas morfológicamente por meio de imagens em MEV podemos afirmar e concluir que o osso reage ao exercício de vibração melhorando a sua microarquitetura com o crescimento de osso esponjoso no interior da cavidade medular e, que este aumento de massa óssea observado nos animais treinados pode ser suficiente para reforçar a sua resistência, já que estas estruturas ajudam no escoamento das forças de tração, compressão e torção a que os ossos são submetidos durante as atividades diárias.

REFERÊNCIAS

- AMADEI, S. et al. A influência da deficiência estrogênica no processo de remodelação e reparação óssea. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 5-12, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jbpm/v42n1/29910.pdf>> Acesso em: 03 Set. 2011.
- BATISTA, M. A. B. et al. Efeitos do Treinamento com Plataformas Vibratórias. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 15, n. 3, p. 103-113, 2007.
- BAUTMANS, I. et al. The feasibility of Whole Body Vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. **BMC Geriatrics**, London, v. 5, p. 17, 2005.
- BONGIOVANNI, L.G.; HAGBARTH, K.E.; STJENBERG, L. Prolonged muscle vibration reducing motor output in maximal voluntary contractions in man. **Journal of Physiology**, London, v. 423, n. 1, p. 15-26, 1990.
- BOONEN, S. Bone remodeling, bone loss and bone fragility in old age. In ROUX, C. **The living skeleton**. Rueil-Malmaison: Wolter Kluwer Health, 2007.
- BORBA, V.Z.C.; KULAK, C.A.M.; CASTRO, M.L. **Controle neuroendócrino da massa óssea: mito ou verdade? – SEMPR**, Curitiba: Serviço de Endocrinologia e Metabologia, Hospital das Clínicas da Universidade Federal do Paraná PR, 2003.
- BOSCO, C.; CARDINAL, M.; TSARPELA, O. Influence of vibration on mechanical Power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 70, p. 306-11, 1999.
- BOSCO, C. et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. **Clinical Physiology**, Oxford, v. 19, p. 183-87, 1999.
- BOSCO, C.; CARDINALE, M.; TSARPELA, O. Influence of vibration mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 79, n. 4, p. 306-311, 1999.
- BROADUS, A.E. Mineral balance homeostasis. In: FAVUS M.J. **Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism**. 4th ed. Philadelphia: Lippinocot Willians & Wilkins, 1999. p. 74-79.
- BRUYERE, O. et al. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 86, n. 3, p. 303-307, 2005.

BURTON, B. **Nutrição humana**. São Paulo: McGraw- Hill do Brasil, 1979.

CALVO, M.S.; WHITING, S.J.; BARTON, C.N.; Vitamin D intake: a global perspective of current status. **Journal of Nutrition**, Rockville, n. 135, p. 310-15, 2005.

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

CERQUEIRA, F.S.; REZENDE, L.F. Atuação da fisioterapia na melhora da qualidade de vida da mulher no climatério e menopausa. **Femina**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 7, p. 477-9, 2002.

CHAPUY, M.C. et al. Age-related changes in parathyroid hormone and 25 hydroxycholecalciferol levels. **Journal of Gerontology**, Basel, v. 38, p. 19-22, 1983.

COBAYASHI, F. Cálcio: seu papel na nutrição e saúde. **Compacta Nutrição**, [S.l.], n. 5, v. 2, 2004.

COMPSTON, J.E. Sex steroids and bone. **Physiological Reviews**, Bethesda, v. 81, p. 419-47, 2001.

CONSENSUS DEVELOPMENT STATEMENT. Who are candidates for prevention and treatment for osteoporosis? **Osteoporosis International**, London, v. 7, n. 1, p. 1-6, 1997.

CONSENSUS DEVELOPMENT CONFERENCE. Diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. **American Journal of Medicine**, New York, n. 94, v. 6, p. 646-50, 1993.

CUMMINGS, S.R.; MELTON, L.J. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. **The Lancet**, London, v. 359, p. 1761-1767, 2002.

DALSKY, G.P. et al. Weight-bearing exercise training and lumbar bone mineral content in post-menopausal women. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, n. 108, p. 824-8, 1988.

DELECLUSE, C.; ROELANTS, M.; VERSCHUEREN, S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. **Medicine and Science Sports and Exercise**, Madison, v.35, n.6, p.1033-1041, 2003.

DELUCA, H.F. Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, n. 80, p. 1689S-96S, 2004.

FATTORINI, L. et al. Motor performance changes induced by muscle vibration. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 98, n. 1, p. 79-87, 2006.

FELLER, G.F. Problem-oriented diagnosis: falls in the elderly. **American Family Physician**, Kansas City, v. 61, p. 2159-2168, 2000.

FERRARI, S.I. Osteoporosis: a complex disorder of aging with multiple genetic and environmental determinants. **World Review of Nutrition and Dietetics**, Basel, v. 95, p. 35-51, 2005.

FESKANICH, D.; WILLET, W.C.; COLDITZ, G.A. Calcium, vitam D, milk consumption, and hip fractures: a prospective study among postmenopausal women. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 77, n. 2, p. 504-11, 2003.

GARTNER, L.P.; HIATT, J.L. **Tratado de histologia em cores**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997

GARTNER, L.P.; HIATT, J.L. **Tratado de histologia em cores**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 456 p.

HARPER, H.A. **Manual de Química Fisiológica**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1971.

HARRISON, T. R. **Medicina interna**. 13. ed. Rio de Janeiro: MacGraw-Hill: Interamericana, 1996. 2.765 p.

HEISS, C.J. et al. BB.Associations of body fat distribution, circulating sex hormones, and bone density in postmenopausal women. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Philadelphia, v. 80, p. 1591-6, 1995.

HOLICK, M.F. Vitamin D. In SHILLS, M. et al. **Modern nutrition in health and disease**. 9th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1999. 329-345 p.

INTERNATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION (OIF). O primeiro congresso mundial na região com foco na doença que torna ossos frágeis. In: CONGRESSO MUNDIAL DE OSTEOPOROSE DA IOF, 1., 2004, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, OIF, 2004. p.14-18.

ISSURIN, V.B. Vibrations and their applications in sport. A review. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 84, n. 3, p. 324-336, 2005.

JOHNELL, O.; KANIS, J. Epidemiology of osteoporotic fractures. **Osteoporosis International**, London, v. 16, n. 2, p. S3-7, 2005.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 540 p.

KARNOVISK, M.J. A formaldehyde glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. **European Journal of Cell Biology**, Stuttgart, v. 27, p. 137, 1965.

KOTTKE, J.F.; LEHMANN, J.F. **Tratado de medicina física e reabilitação de Krusken**. 4. ed. São Paulo: Manole, 1994, p. 1161-1199, v. 2.

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.

- LIAN, J.B.; STEIN, G.S. The cells of bone. In: SEIBAL, M.J.; ROBINS, S.P. **Dynamics of bone and cartilage metabolism**. San Diego: Academic Press, 1999, p. 165-186.
- LINDSAY, R. Prevention of osteoporosis. **Clinical Orthopedics and Related Research**, Philadelphia, n. 222, p. 44-59, set. 1989.
- MARCUS, R., et al. Osteoporosis and exercise in women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 24, n. 6, p. 301-7, 1992.
- MATKOVIC, T.J. et al. Timing of peak bone mass in Caucasians females and its implications for the prevention of osteoporosis. **Journal of Clinical Investigation**, New York, v. 93, p. 799-808, 1994.
- MATSUDO, S.M. et al. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. **Revista brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 8, p. 21-32, 2000.
- MATSUDO, S.M.; MATSUDO, V.K.R. Prescrição e benefícios da Atividade Física na terceira idade. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 06, p. 19, 1992.
- MILLER, R. Osteoporose pós-menopausica. Opções terapêuticas ao longo de um amplo leque de risco de fraturas. **Geriatrics**, New York, v. 2, n. 9, p. 42-52, 2006.
- MUNNINGS, F. Osteoporosis: what is the role of exercise. **Physician and Sports Medicine**, Minneapolis, v. 20, p. 127-138, 1992.
- NATIONAL CONSENSUS PROPOSAL. Osteoporosis: basic diagnosis and therapeutic elements. **São Paulo Medical Journal**, São Paulo, v. 113, p. 7-18, 1995.
- NETO, A.M.P. Consenso brasileiro de osteoporose. **Revista Brasileira de Reumatologia**, Campinas, v. 42, n. 6, nov/dez. 2002.
- NIH Consensus development conference statement: osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. **NIH Consensus Statement Online**, v. 17, n. 1, p. 1-36, 2000. Disponível em: <http://consensus.nih.gov/cons/111/111_intro.htm>. Acesso em: 03 set. 2011.
- NIH CONSENSUS DEVELOPMENT PANEL ON OSTEOPOROSIS PREVENTION, DIAGNOSIS, AND THERAPY. **The Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 285, p. 785-795, 2001.
- NORDIN, B.E.C. Calcium and osteoporosis. **Nutrition**, Rockville v. 13, n. 8, p. 664-86, 1997.
- OCARINO N.; SEKARIDES, R. Efeito da atividade física no osso normal e na prevenção e tratamento da osteoporose. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 164-168, 2006.

PINHEIRO, M.M. et al. Clinical risk factors for osteoporotic fractures in Brazilian women and men: the Brazilian Osteoporosis Study (BRAZOS). **Osteoporosis International**, London, v. 20, p. 399-408, 2009.

SAHOTA, O. Osteoporosis and the role of vitamin D and calcium-vitamin D deficiency, vitamin D insufficiency and vitamin D sufficiency. **Age and Aging**, Oxford, n. 29, p. 301-4, 2000.

SANTARÉM, J.M. **Exercício físico e osteoporose. Atualização em exercícios resistidos: exercícios com pesos e qualidade de vida.** 1998. Disponível em: <<http://www.saudetotal.com>> Acesso em: 03 set. 2011.

SCHWARTZ, A.V. et al. International variation in the incidence of hip fractures: Cross-national project on osteoporosis for the World Health Organization for research on aging. **Osteoporosis International**, London, n. 9, p. 242-253, 1999.

SIMINOSKI, K.; JOSSE, R.G. Calcitonin in the treatment of osteoporosis. **Canadian Medical Association Journal**, Ottawa, v. 155, n. 7, p. 962-5, 1996.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE OSTEOPOROSE. América Latina enfrenta a osteoporose. **Boletim SOBRAO**, [S.l.], n.15, p.2-6, 2004.

STEVENS, A.; LOWE, J. **Histologia humana.** 2.ed. São Paulo: Manole, 2001.397 p.

STEVENSON, J.; MARSH, M. **Atlas de osteoporose.** New Jersey: Parthenon Publishing Group, 1992, v. 1.

SZENJNFELD, V.L. **Osteoporose: diagnóstico e tratamento.** São Paulo: Sarvier 2000, p. 20-29.

SZEJNFELD, V.L. Reumatologia. In: PRADO, F.C.; RAMOS, J.; VALLE, J.R. **Atualização terapêutica.** 20. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2001, p. 1434-7, v. 18.

SZEJNFELD, V.L. Alterações ósseas: fisiopatologia, diagnóstico e tratamento. In: FERNANDES, C.E., **Menopausa: diagnóstico e tratamento.** 1. ed. São Paulo: Seguimento, 2003.

TAVARES, V.; SNOW-HARTER, J. Osteoporose e fraturas. **Geriatrics**, New York, v. 4, n. 20, 2008.

VANKRIEKEN, L.; LUTHART, K. Laboratory support in the management of menopause and osteoporosis. In: **Immulate**, Los Angeles: DPC Technical Report, 2001. Disponível em: <http://www.medical.siemens/en_GLOBAL/gg_diag_FBAs/files/news_views/tech_reports_pdfs/ZB206-A.pdf>. Acesso em: 20 agos. 2011.

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, p. 352-359, 2004.

WILLMORE, J.H.; COSTIL, D.L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2.ed. Manole: São Paulo, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis**. Geneva: WHO Scientific Group, 1994. (WHO Technical Report Series, 843).

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Prevention and management of osteoporosis**. Geneva: WHO Scientific Group, 2003. (WHO Technical Report Series, 921).

YOUNG, G. et al. Age-related rise in parathyroid hormone in man: the use of intact and midmolecule antisera to distinguish hormone secretion from retention. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 2, p. 367-74, 1987.

9 ANEXOS

9.1 ANEXO I – Índice de Figuras

- **Figura 1** - Tricotomia e desinfecção da pele d região ventral do abdômen.
- **Figura 2** - Secção da parede abdominal para laparotomia.
- **Figura 3** - Localização do útero bicornulado e retirada dos ovários.
- **Figura 4** - Abertura da parede abdominal suturada.
- **Figura 5** - Plataforma Vibratória “Vibroboost”.
- **Figura 6** - Eletromicrografia da diáfise do fêmur de rata do grupo Sedentário Ovariectomizado, onde observa-se a ausência de qualquer resquício de estrutura que lembre as espículas ou as trabéculas de um osso esponjoso. A seta mostra aglomerados de células que formam a medula óssea amarela
- **Figura 7** - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Sedentário Ovariectomizado onde se observa a porosidade característica do osso osteoporótico, além de alguns osteoblastos e osteoclastos em atividade.
- **Figura 8** - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Sedentário Ovariectomizado, que mostra detalhes das escavações produzidas pelos osteoclastos na borda de um canal de Wolkman. Observa-se ainda algumas células de gordura, hemácias, osteoblastos e osteoclastos.
- **Figura 9** - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Sedentário Controle, onde se observa algumas espículas e trabéculas de aspecto delicado preenchidas pelas células da medula óssea.

- **Figura 10** - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Sedentário Controle, onde observa-se a porosidade característica do osso osteoporótico e uma formação saliente sugestiva de ser o resto de uma espícula absorvida no processo de remodelamento do osso.

- **Figura 11** - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Sedentário Controle, que mostra ausência de osso esponjoso e torna evidente os canais de Wolkman na superfície da parede interna do osso.

- **Figura 12** - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Ovariectomizado, onde observam-se diversas saliências sugestivas da formação de osso esponjoso.

- **Figura 13** - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Ovariectomizado, onde se observa a abertura de alguns canais de Wolkman em meio ao tecido ósseo de aparência menos porosa.

- **Figura 14** - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Ovariectomizado, onde se observa em detalhes osteoblastos e osteoclastos em atividade de remodelamento do osso.

- **Figura 15** - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Controle, onde observamos as espículas finas e delicadas do trabeculado ósseo, o que nos permite visualizar as trabéculas preenchidas pelas células da medula óssea.

- **Figura 16** - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Controle, com trabeculado ósseo evidentemente mais robusto, porém disposto de forma isolada.

- **Figura 17** - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Controle, com um detalhe da espícula óssea.

- **Figura 18** - Eletromicrografia da superfície interna da diáfise do fêmur de rata do grupo Treinado Controle, com um osteoclasto em atividade de fagocitose na borda de um canal de Wolkman.

9.2 ANEXO II – Comitê de Ética

unesp  UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Presidente Prudente



Of. nº 14/2010
FCT/STA-asr

Presidente Prudente, 28 de junho de 2010.

Ilmo.(a) Sr.(a)
Profa. Dra. Sueli Nicolau Boaro.

Processo no. 02/2010.

Recebemos os documentos referentes ao projeto intitulado: "Efeito da plataforma vibratória na recuperação da densidade óssea de ratas ovariectomizadas", os quais foram analisados e estão de acordo com as solicitações.

Esta Comissão considera o projeto **APROVADO**, com base nas manifestações do relator da CEUA.

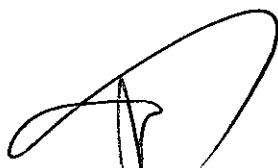
Informamos, ainda, que ao final do desenvolvimento da pesquisa, deverá ser encaminhado à CEUA um **relatório parcial sucinto até o dia 30/11/2011 e um relatório final sucinto até o dia 29/03/2013** (vide modelo na página da FCT).

Atenciosamente.

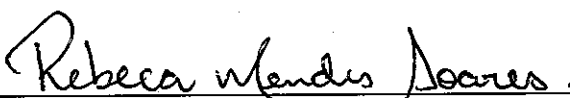

Prof. Dra. Regina Coeli Vasques Miranda
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais



Faculdade de Ciências e Tecnologia
Comitê de Ética em Pesquisa
Rua Roberto Simonsen, 305 CEP 19060-900 Presidente Prudente SP
Tel 18 3229-5388/r5466 email – cep@fct.unesp.br



Prof.º Dr.º Carlos Alberto Anaruma



Rebeca Mendes Soares