

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**FERNANDO BORGES PEREIRA**

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR COM DENSIDADE  
MINERAL ÓSSEA EM HOMENS COM IDADE IGUAL OU SUPERIOR A 60 ANOS,  
RESIDENTES EM SÃO SEBASTIÃO - DF**

**BRASÍLIA**

**2009**

**FERNANDO BORGES PEREIRA**

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR COM DENSIDADE  
MINERAL ÓSSEA EM HOMENS COM IDADE IGUAL OU SUPERIOR A 60 ANOS,  
RESIDENTES EM SÃO SEBASTIÃO - DF**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Patrícia de Paula

**BRASÍLIA**

**2009**

## DEDICATÓRIA

Dedico este estudo:

Aos meus pais, Leonilda e José Maria; à minha esposa, Claudia; a minha irmã, Andréia; aos meus avôs Geraldo, Maria Joaquina, José Inácio e Maria; ao meu grande amigo Aurélio; a minha madrinha Lynette; ao maior amor de minha vida, meu filho, Gabriel

## **AGRADECIMENTOS**

Foram muitos, os que me ajudaram a concluir este trabalho.

Meus sinceros agradecimentos...

...à Profª Drª Ana Patrícia de Paula, orientadora dedicada à ciência e de grande experiência profissional, minha imensa gratidão pela confiança em mim depositada e por sua valiosa contribuição na elaboração deste estudo e no meu crescimento acadêmico.

...à Profª Drª Marisete Peralta Safons, um exemplo de professora e gestora, obrigado pelos ensinamentos, oportunidades, apoio, incentivo, carinho, respeito, amizade e por acreditar em mim.

... ao Prof. Dr. Carlos Alberto Tomaz e Profª Drª Lílian Marly de Paula pela compreensão e paciência.

...ao Doutor André Leite, por seus ensinamentos, apoio e amizade.

... à Emely, pelo seu eficiente trabalho na revisão da língua portuguesa.

... à Nélia, pelo ótimo trabalho na revisão da formatação.

...à Carolina D´umbra, pelo seu carinho, apoio, confiança e respeito.

...a todos os Homens que participaram da pesquisa

...e a todos os professores do GEPAFI, que sempre estiveram dispostos a ajudar.

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar as correlações entre as densidades minerais ósseas do fêmur proximal, coluna lombar e antebraço e as forças musculares, mensuradas pelos testes de preensão palmar, sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos e de dinamometria lombar, em homens idosos moradores de São Sebastião-DF. **Métodos:** Foram avaliados 225 homens com idade  $\geq 60$  anos. Todos os homens assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Foi realizada entrevista com questionário estruturado. Foram excluídos os homens com diagnóstico prévio de doença inflamatória articular e causas de osteoporose secundária, assim como os pacientes que faziam uso de medicações relacionadas à perda de massa óssea. Foram avaliados o peso corporal, estatura, índice de massa corporal (IMC). As forças de preensão palmar e da coluna lombar foram aferidas pelos dinamômetros da marca Takeikiki Kogyo e a força dos membros inferiores pelo teste de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos. As densidades minerais ósseas do fêmur proximal, coluna lombar e antebraço foram aferidas por densitômetro de dupla emissão de raios X (GE- DPX-NT). **Resultados:** Todos os resultados dos testes de força muscular apresentaram correlações positivas com as densidades minerais ósseas, exceto a densidade mineral óssea do rádio ultra-distal direito em relação aos testes de força de preensão palmar. A força isométrica lombar dentre todas as forças musculares, foi a que apresentou os maiores valores de correlações com os sítios densitométricos avaliados. Foi verificada uma diferença significativa entre as forças musculares em relação ao diagnóstico densitométrico unificado e o resultado densitométrico de T-Score  $\leq -2$  e T-Score  $> -2$ . Após análise de regressão linear multivariada, foi verificado que a força isométrica lombar foi a força que melhor explicou a variabilidade das densidades minerais ósseas da coluna lombar, fêmur proximal e rádio 33% esquerdo e direito. A força de preensão palmar direita foi a que melhor explicou a variabilidade da densidade mineral óssea do rádio 33% esquerdo e rádio ultra-distal esquerdo. A análise de regressão bivariada, demonstrou que o teste de força que melhor explicou o diagnóstico de T-Score  $\leq -2,5$  e T-Score  $\leq -2$ , foi a força de preensão palmar esquerda. **Conclusão:** Força muscular reduzida está associada a uma menor densidade mineral óssea, e a um maior risco de T-Score  $\leq -2,5$  ou T-Score  $\leq -2$ .

**Palavras-chave:** Osteoporose, densidade mineral óssea, força muscular, homens idosos.

## ABSTRACT

**Objective:** The study aimed to evaluate the correlation test between proximal femur, lumbar spine and forearm bone mineral density and muscle strength, assessed by handgrip strength, sit down and to get up of a chair in 30 seconds and lumbar dynamometer tests, in elderly men living in São Sebastião-DF. **Methods:** Two hundred and twenty-five men with age  $\geq 60$  years were included. All subjects provided informed consent. Excluded were men with inflammatory rheumatologic diseases, causes of secondary osteoporosis or those under treatment that could influence bone mineral density. A standardized and structured interview was performed. Body weight, height and body mass index were measured. Handgrip and lumbar strength was determined by Takeikiki Kogyo dynamometer and lower limb strength by sit down and to get up test of a chair in 30 seconds. Bone mass density of the proximal femur, lumbar spine and forearm was assessed by dual energy X-ray absorptiometry (GE, DPX-NT). **Results:** All muscle strength measured presented positive correlation with all bone mineral density but right distal radius-ulna bone mineral density didn't correlated with handgrip strength. The lumbar muscle strength was the muscle strength that presented the best correlation with bone mineral densities. Differences about all muscle strength was found between groups of unified diagnosis and results of T-Score  $\leq -2$  and T-Score  $> -2$ . Multivariate regression analysis showed that lumbar muscle strength was the independent variable explaining the variance of femur proximal, lumbar spine, right and left radius 33% bone mineral density. Multivariate regression analysis showed that right handgrip strength was the independent variable explaining the variance of left radius 33% and left distal radius-ulna bone mineral density. Bivariate regression analysis showed that left handgrip strength between all muscle strength was the independent variable explaining the variance of the unified diagnosis of T-Score  $\leq -2,5$  and T-Score  $\leq -2$ . **Conclusion:** Reduced muscle strength was associated to a low bone mineral density, as well as much more risk of T-Score  $\leq -2,5$  or T-Score  $\leq -2$ .

**Keyword:** Osteoporosis, bone mineral density, muscle strength, elderly men.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Osso longo .....	18
Figura 2 - Sistema Harvesiano .....	19
Figura 3 - Estrutura do Ósteon .....	20
Figura 4 - Trabéculas e Células Ósseas .....	21
Figura 5 - Distribuição dos 225 homens em relação aos grupos etários .....	63
Figura 6 - Distribuição dos 225 homens em relação ao diagnóstico densitométrico unificado .....	65
Figura 7 - Distribuição da amostra em relação ao resultado densitométrico de T-Score $\leq -2$ e T-Score $> -2$ .....	70
Figura 8 - Curva ROC para o teste de sentar e levantar para diagnóstico unificado de T-Score $\leq -2,5$ ...	88
Figura 9 - Curva ROC para o teste de sentar e levantar para diagnóstico unificado de T-Score $\leq -2,0$ .	89
Figura 10 - Curva ROC para a dinamometria lombar para diagnóstico unificado de T-Score $\leq -2,5$ ..	90
Figura 11 - Curva ROC para a dinamometria lombar para o diagnóstico unificado de T-Score $\leq -2,0$ .	90
Figura 12 - Curva ROC para o teste de preensão palmar direito para diagnóstico unificado de T-Score $\leq -2,5$ .....	92
Figura 13 - Curva ROC para o teste preensão palmar direito para diagnóstico unificado de T-Score $\leq -2,0$ ...	92
Figura 14 - Curva ROC para o teste preensão palmar esquerdo para diagnóstico unificado de T-Score $\leq -2,5$ .....	93
Figura 15 - Curva ROC para o teste preensão palmar esquerdo para diagnóstico unificado de T- Score $\leq -2,0$ .....	94

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Análise descritiva dos parâmetros antropométricos da amostra estudada.....	64
Tabela 2 –	Correlação entre os parâmetros antropométricos e a idade.....	64
Tabela 3 –	Dados antropométricos da amostra em relação aos grupos etários.....	65
Tabela 4 –	Média e desvio padrão da idade dos indivíduos em relação ao diagnóstico densitométrico unificado .....	66
Tabela 5 –	Comparação das médias dos parâmetros antropométricos em relação ao diagnóstico densitométrico unificado .....	66
Tabela 6 –	Distribuição dos indivíduos em relação ao diagnóstico densitométrico por sítio analisado.....	67
Tabela 7 –	Correlação entre a idade e as densidades minerais ósseas da amostra.....	67
Tabela 8 –	Correlação entre os parâmetros antropométricos e as densidades minerais ósseas .....	68
Tabela 9 –	Percentual de explicação da variabilidade das densidades minerais ósseas pela idade, peso, estatura e IMC. ....	68
Tabela 10 –	Comparação das médias das densidades minerais ósseas entre os grupos etários .....	69
Tabela 11 –	Comparação das médias da idade da amostra em relação aos indivíduos com T-Score $\leq -2$ e T-Score $> -2$ .....	70
Tabela 12 –	Comparação das médias dos parâmetros antropométricos em relação ao T-Score $\leq -2$ .....	70
Tabela 13 –	Análise descritiva da força muscular da amostra estudada.....	71
Tabela 14 –	Comparação das médias do teste de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos entre os grupos etários.....	72
Tabela 15 –	Comparação das médias do teste preensão palmar direita e esquerda entre os grupos etários .....	72
Tabela 16 –	Comparação das medianas do teste dinamometria lombar entre os grupos etários .....	72
Tabela 17 –	Correlação entre os testes de sentar e levantar de uma cadeira, preensão palmar esquerda e direita e as densidades minerais ósseas. ....	73
Tabela 18 –	Correlação entre o teste de dinamometria lombar e as densidades minerais ósseas .....	74
Tabela 19 –	Percentual de explicação da variabilidade das densidades minerais ósseas pelos testes de dinamometria lombar, sentar e levantar e preensão palmar esquerda e direita.....	74
Tabela 20 –	Comparação das médias dos testes de sentar e levantar de uma cadeira e preensão palmar direita e esquerda em relação ao diagnóstico densitométrico unificado .....	75
Tabela 21 –	Comparação da força muscular dos indivíduos com T-Score $\leq -2$ e $> -2$ .....	76
Tabela 22 –	Teste ANOVA para análise de regressão linear multivariada do colo femoral .....	76
Tabela 23 –	Análise de regressão linear multivariada do colo femoral .....	77
Tabela 24 –	Teste ANOVA para análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do trocanter .....	78
Tabela 25 –	Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do trocanter .....	78
Tabela 26 –	Teste ANOVA para significância da regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do quadril total.....	79



Tabela 27 – Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do quadril total.....	79
Tabela 28 – Teste ANOVA para análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea da coluna lombar. ....	80
Tabela 29 – Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea coluna lombar.....	81
Tabela 30 – Teste ANOVA para análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do rádio 33% esquerdo.....	82
Tabela 31 – Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do rádio 33% esquerdo.....	82
Tabela 32 – Teste ANOVA para análise de regressão linear com a variável independente da densidade mineral óssea do rádio 33% direito .....	83
Tabela 33 – Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do rádio 33% direito.....	83
Tabela 34 – Teste ANOVA para análise de regressão linear com a variável independente da densidade mineral óssea do rádio ultra-distal esquerdo .....	84
Tabela 35 – Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do rádio ultra-distal esquerdo. ....	85
Tabela 36 – Teste ANOVA para análise de regressão linear com a variável independente da densidade mineral óssea do rádio ultra-distal direito .....	86
Tabela 37 – Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do rádio ultra-distal direito. ....	86
Tabela 38 – Regressão logística para o diagnóstico densitométrico de osteoporose .....	87
Tabela 39 – Regressão logística para o diagnóstico de T-Score $\leq -2,0$ .....	87
Tabela 40 – Sensibilidade, especificidade e valores preditivos dos pontos de corte do teste de sentar e levantar para o diagnóstico de osteoporose e de T-Score $\leq -2,0$ .....	88
Tabela 41 – Sensibilidade, especificidade e valores preditivos dos pontos de corte do teste de dinamometria lombar para o diagnóstico de osteoporose e de T-Score $\leq -2,0$ .....	89
Tabela 42 – Sensibilidade, especificidade e valores preditivos dos pontos de corte do teste de força de preensão palmar direita para o diagnóstico de osteoporose e de T-Score $\leq -2,0$ .....	91
Tabela 43 – Sensibilidade, especificidade e valores preditivos dos pontos de corte do teste de preensão palmar esquerda para o diagnóstico de osteoporose e de T-Score $\leq -2,0$ .....	93

## LISTA DE ABREVIATURAS

**1RM** - Uma repetição máxima

**B** – coeficiente de regressão logística

**DP** - Desvio padrão

**DXA** – Densitometria óssea de dupla emissão de feixes de raios x

**g/cm<sup>2</sup>** - Gramas por centímetro quadrado

**IMC** - Índice de massa corporal

**KeV** - *Kiloeletron volt*

**kg** – *Kilograma*

**kgf** – *Kilograma força*

**L1** – Primeira vértebra lombar

**L4** – Quarta vértebra lombar

$\bar{X}$  - Média

**N** - Número de pacientes

**p** – Significância estatística

**r** – Coeficiente de correlação

**r<sup>2</sup>** - Coeficiente de correlação ao quadrado (Pesuto)

**Roc** – *Receiver Operating Characteristic*

**μSV** – MicroSievert

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 Tecido Ósseo .....	17
2.1.1 Organização Macroscópica.....	17
2.1.2 Organização Microscópica .....	21
2.1.3 Remodelação óssea.....	24
2.2 Osteoporose .....	27
2.3 Epidemiologia .....	30
2.4 Diagnóstico .....	31
2.4.1 Densitometria óssea .....	31
2.5 Fatores de risco .....	34
2.5.1 Risco absoluto de fraturas .....	36
2.5.2 O envelhecimento como fator de risco para osteoporose .....	37
2.6 Força muscular.....	40
2.6.1 Força muscular e densidade mineral óssea .....	43
3. OBJETIVOS.....	49
3.1 Objetivo Geral.....	50
3.2 Objetivos Específicos.....	50
4. PACIENTES E MÉTODOS .....	51
4.1 Amostra .....	52
4.1.1 Critérios de inclusão .....	52
4.1.2 Critérios de exclusão.....	52
4.2 Métodos.....	52
4.2.1 Peso Corporal.....	53
4.2.2 Estatura .....	53
4.2.3 Índice de massa corporal (IMC) .....	54
4.2.4 Testes de força muscular .....	54
4.2.5 Densitometria óssea.....	57
4.3 Análise Estatística .....	59
5. RESULTADOS .....	62
5.1 Distribuição etária e doenças associadas .....	63
5.2 Peso, estatura e índice de massa corporal (IMC) .....	64
5.2.1 Parâmetros antropométricos.....	64
5.3 Diagnóstico Densitométrico Unificado.....	65
5.4 Densidade Mineral Óssea .....	66
5.4.1 Densidade Mineral Óssea entre os Grupos Etários.....	69
5.5 Resultado Densitométrico de T-Score $\leq -2$ .....	70
5.6 Força Muscular.....	71
5.6.1 Força muscular e Densidade Mineral Óssea .....	73
5.6.2 Força Muscular e Diagnóstico Densitométrico Unificado.....	75
5.6.3 Força Muscular e T-Score $\leq -2$ .....	75
5.7 Análise de Regressão linear multivariada .....	76
5.7.1 Colo femoral .....	76
5.7.2 Trocanter .....	77

5.7.3	Quadril total.....	79
5.7.4	Coluna Lombar .....	80
5.7.5	Rádio 33% esquerdo.....	81
5.7.6	Rádio 33% direito.....	83
5.7.7	Rádio ultra-distal esquerdo .....	84
5.7.8	Rádio ultra-distal direito .....	85
5.8	Análise de Regressão Logística .....	87
5.9	Acurácia dos testes de força muscular para prever o diagnóstico de osteoporose e de T-Score $\leq -2,0$ .....	87
6.	DISCUSSÃO.....	95
7.	CONCLUSÃO.....	105
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	109
9.	APÊNDICE.....	119
10.	ANEXO .....	125

## **1. INTRODUÇÃO**

# 1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população de idosos, o número de doenças crônicas degenerativas tende a aumentar muito nas próximas décadas, bem como, as despesas com tratamentos intra-hospitalares, ambulatoriais e seguros sociais. Entre essas doenças, a osteoporose destaca-se por sua elevada prevalência e alto índice de fraturas que conseqüentemente diminui a qualidade de vida e eleva as taxas de mortalidade da população acometida por ela (Melton *et al.*, 1992, Cummings & Melton, 2002, Schuit *et al.*, 2004, Lane, 2006).

A Organização Mundial de Saúde (2003), considera a osteoporose, um problema de saúde pública tanto para a população feminina quanto masculina. O risco absoluto de fratura não é diferente entre homens e mulheres de uma mesma idade e com a mesma densidade mineral óssea (Seeman *et al.*, 2006). Deve ser ressaltado que o risco de homens apresentarem fratura por osteoporose é similar ao risco de desenvolverem câncer de próstata (Melton *et al.*, 1992).

Nos Estados Unidos da América ocorrem cerca de 1,5 milhões de fraturas por ano relacionadas à osteoporose, que resultam em 500.000 hospitalizações, 800.000 de consultas aos serviços de emergência, 2,6 milhões de consultas médicas e gastos entre 12 e 18 bilhões de dólares a cada ano (Gass & Dawson 2006).

A cada ano, o Sistema Único de Saúde apresenta gastos crescentes com tratamentos de fraturas em pessoas idosas. Em 2006, foram gastos R\$ 49.884.326 com internações de idosos por fratura de fêmur e R\$ 20 milhões com medicamentos para tratamento da osteoporose. O Rio de Janeiro e São Paulo foram as cidades que mais registraram internações de idosos por fratura de fêmur em 2006. Em São

Paulo, foram 2.388 e no Rio de Janeiro 1.178, seguidos por Porto Alegre com 479 internações (Ferreira, 2008).

Considerando que nenhum tratamento farmacológico é tão eficiente quanto aquele realizado antes da primeira fratura, reconhecer o quanto antes aqueles com maior risco de fratura, instituir medidas preventivas e encaminhar para tratamento, deve ser uma preocupação de todos os profissionais da área da saúde (Johnell *et al.*, 2005). A avaliação do risco de fratura é feita através da identificação de fatores clínicos de risco, dos resultados da densitometria e ultra-sonometria óssea (Kanis *et al.*, 2005, Szulc *et al.*, 2005). Um dos fatores clínicos de risco para fratura por osteoporose é a idade acima de 70 anos em homens, e um dos aspectos influenciadores da perda de massa óssea com o envelhecimento é a perda de massa e força muscular nos homens (Baim *et al.*, 2008).

A diminuição da força muscular em função da idade é atribuída à redução da atividade física e principalmente à perda de massa muscular que acompanha o envelhecimento (Oliveira, 2002, Gerdhem *et al.*, 2003, Crepaldi & Maggi, 2005, Soot *et al.*, 2005, Brownie, 2006, Mizuma *et al.*, 2006, Walsh *et al.*, 2006,).

Há um interesse crescente na capacidade de gerar força muscular de um indivíduo, por apresentar relação direta com maior risco de queda e menor densidade mineral óssea (Matsudo, 2001, Cheung *et al.*, 2005). Porém, poucos são os trabalhos que demonstram a influência da força muscular na densidade mineral óssea na população brasileira do sexo masculino com idade igual ou superior a 60 anos.

Neste sentido, este estudo tem o objetivo de avaliar a existência de correlação entre a força muscular e a densidade mineral óssea em população masculina com idade  $\geq$  de 60 anos.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Tecido Ósseo

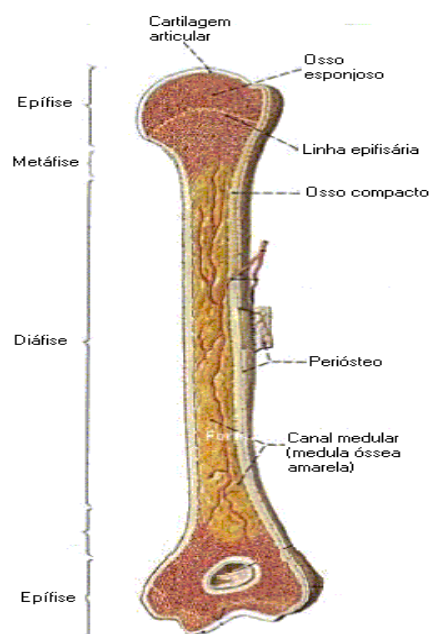
O osso é um tecido metabolicamente ativo, rígido, bem estruturado e constituído por tecido conjuntivo mineralizado. O tecido ósseo depende de forças externas e sinais fisiológicos sistêmicos para manter seu equilíbrio. O esqueleto ósseo tem três funções básicas: protetora, metabólica e mecânica. O tecido ósseo fornece uma estrutura resistente para proteção dos órgãos vitais e é o local de inserção de músculos; é reservatório de íons, tais como o cálcio, o fósforo e magnésio, responsáveis pela manutenção do equilíbrio mineral; protege a medula óssea e forma um sistema de alavancas em conjunto com a musculatura, transformando contrações musculares em movimento (Kaplan *et al.*, 1985, Szejnfeld, 2000).

#### 2.1.1 Organização Macroscópica

Anatomicamente, podem-se distinguir dois tipos de ossos no esqueleto: planos, e.g., crânio, escápula, mandíbula e esterno, e longos, e.g., tíbia, fêmur, úmero etc. O osso longo, sempre utilizado para um melhor entendimento da estrutura óssea, apresenta duas extremidades mais largas, as epífises, uma porção mais ou menos cilíndrica, o eixo médio ou diáfise, e uma zona de crescimento interposta, a metáfise (Azevedo & Chahade, 2003).

Em um osso longo em crescimento, as epífises e as metáfises estão separadas por um revestimento cartilaginoso, a cartilagem epifisária (placa de crescimento). Desse revestimento de células proliferativas e matriz cartilaginosa em

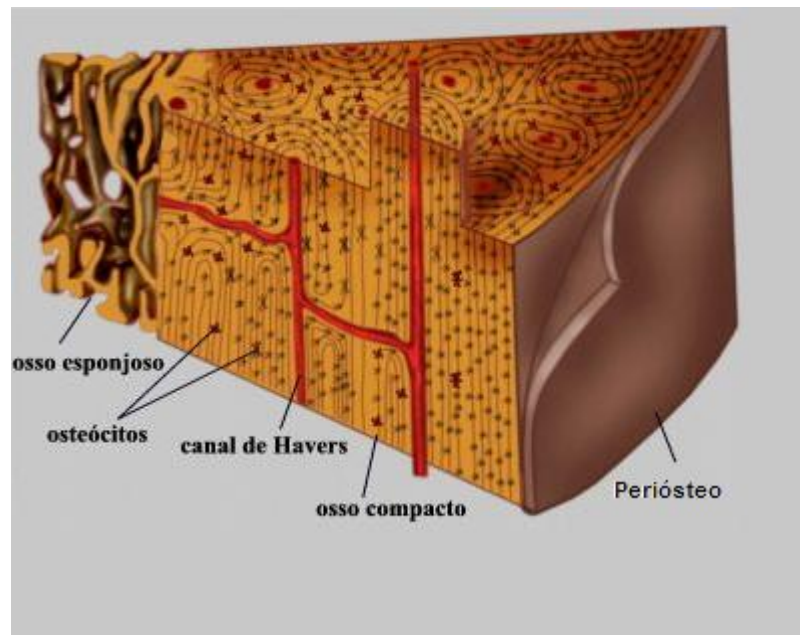
expansão provém o crescimento longitudinal do osso que, até o final do período de crescimento, calcifica-se por completo, sendo remodelado e substituído por osso. A parte externa dos ossos é formada por um revestimento grosso e denso de tecido calcificado, a cortical (osso compacto), que, na diáfise, contém a cavidade medular, onde se aloja a medula óssea hematopoiética. Em direção à metáfise e à epífise, a cortical adelgaça-se progressivamente e o espaço interno é ocupado por uma rede de trabéculas calcificadas, finas, denominada osso esponjoso ou trabecular como ilustrado na Fig. (1). Os espaços limitados por essas finas trabéculas também contêm medula óssea hematopoiética e estão em continuidade com a cavidade medular da diáfise. As superfícies ósseas das epífises que formam parte da articulação estão recobertas por uma camada de cartilagem articular que não se calcifica (Azevedo & Chahade, 2003).



Fonte: [www.afh.bio.br](http://www.afh.bio.br)

Figura 1. Osso longo.

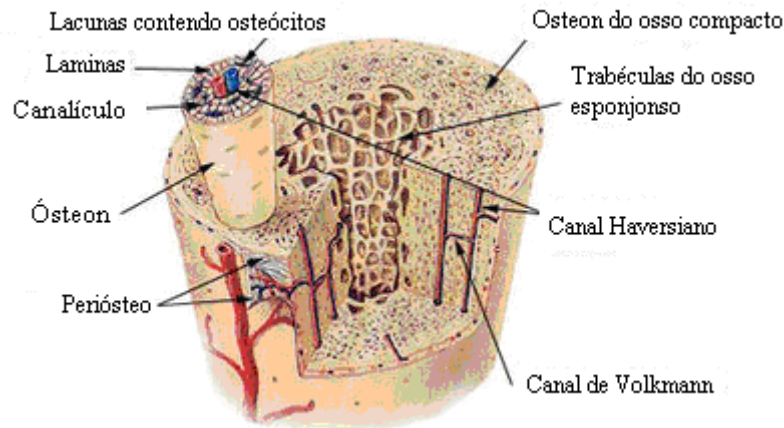
O esqueleto humano é formado por 80% de osso cortical e 20% de osso trabecular. O osso cortical é duro, denso e forma a parte externa de todos os ossos e as corticais dos ossos longos. As unidades constituintes são os ósteons e as regiões ósseas intersticiais, ou sistema Haversiano (Junqueira & Carneiro, 1999). Tal sistema é representado na Fig. (2)



Fonte: <http://curlygirl.no.sapo.pt/imagens/osso.jpg>

Figura 2. Sistema Haversiano

Os ósteons, ilustrados na Fig. (3), possuem formato cilíndrico e são compostos de lamelas ou camadas concêntricas paralelamente dispostas ao longo do eixo do osso. Os sistemas Haversianos estão localizados no centro dos ósteons e acomodam vasos sanguíneos para facilitar o suprimento de nutrientes para células ósseas. O osso cortical possui uma porosidade considerada baixa, de 5 a 30 %, é rígido e suporta uma tensão razoável antes de fraturar quando submetido a uma carga (Athanasίου *et al.*, 2000).



Fonte: [http://www.web-books.com/eLibrary/Medicine/Physiology/Skeletal/compact\\_spongy\\_bone.jpg](http://www.web-books.com/eLibrary/Medicine/Physiology/Skeletal/compact_spongy_bone.jpg)

Figura 3. Ósteons.

O osso trabecular, que compõe 20% do esqueleto, é uma estrutura altamente porosa encontrada nos corpos vertebrais e nas epífises dos ossos longos. É formado por numerosas e pequenas trabéculas interconectadas, que tendem a se orientar ao longo da direção da tensão principal, em adaptação à sobrecarga imposta à estrutura óssea. Entre 75 e 95% do volume do osso trabecular é constituído por poros interconectados preenchidos por medula óssea. O osso trabecular possui uma porosidade considerada alta, de 30 a 90%, e é capaz de suportar alongamentos e deformações antes de fraturar quando submetido a uma carga (Einhorn, 1996).

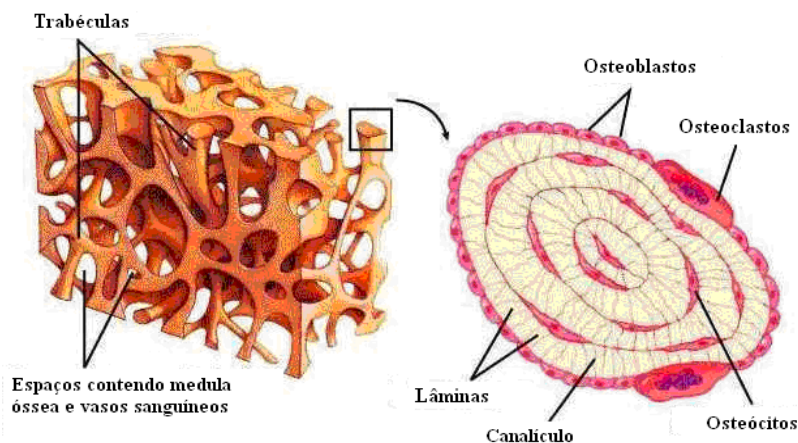
Os ossos cortical e trabecular são compostos pelas mesmas células e elementos da matriz, porém mostram diferenças estruturais e funcionais. A principal diferença estrutural é quantitativa, pois 80 a 90% do volume do osso cortical são calcificados, enquanto no osso trabecular, apenas 15 a 25%. O restante é ocupado por medula óssea, vasos sanguíneos e tecido conjuntivo. Como resultado, 70 a 85% da zona de contato com tecidos moles corresponde à superfície endosteal, o que determina a diferença funcional: a função principal do osso cortical é mecânica e protetora, e do osso trabecular metabólica (Azevedo & Chahade, 2003).

## 2.1.2 Organização Microscópica

A microestrutura, que pode ser observada na Fig. (4) em escala microscópica, é formada por 2% de células (osteoblastos, osteócitos e osteoclastos) e 98% de matriz óssea. A matriz óssea é constituída por uma parte mineral e outra de matriz orgânica (Szejnfeld, 2000).

### 2.1.2.1 Matriz Óssea

Entre 60 a 70% da matriz óssea correspondem à parte mineral, formada por 95% de cristais de cálcio e de fosfato (chamados de cristais de hidroxiapatita). De 40 a 60% da matriz orgânica correspondem à matriz óssea, formada por 95% de colágeno tipo I e 5% de proteínas não colágenas (Szejnfeld, 2000). Nelas e na substância fundamental, observam-se cristais fusiformes ou laminares de hidroxiapatita sobre as fibras colágenas que tendem a estar orientados na mesma direção das fibras colágenas. A substância fundamental é composta principalmente por glicoproteínas e proteoglicanos, complexos aniônicos com alta capacidade de ligação a íons (Azevedo & Chahade, 2003).



Fonte: [http://academic.wsc.edu/faculty/jatodd1/351/cancellous\\_bone.jpeg](http://academic.wsc.edu/faculty/jatodd1/351/cancellous_bone.jpeg)

Figura 4. Trabéculas e Células Ósseas.

O esqueleto contém 99% do cálcio do organismo e funciona como reserva desse íon, cuja concentração no sangue deve ser mantida constante para o normal funcionamento do organismo. Para manter o equilíbrio desse íon, existe um mecanismo duplo de mobilização do cálcio depositado nos ossos. O primeiro, é representado pela transferência dos íons dos cristais de hidroxiapatita para o líquido intersticial, de onde o cálcio passa para o sangue. Esse mecanismo é favorecido pela grande superfície dos cristais de hidroxiapatita e tem lugar principalmente no osso trabecular. O segundo mecanismo da mobilização do cálcio é de ação mais lenta e decorre da ação do hormônio da paratireóide sobre o tecido ósseo, que aumenta o número de osteoclastos e reabsorve a matriz óssea, liberando fosfato de cálcio e aumentando a calcemia (Junqueira & Carneiro, 1999).

### **2.1.2.2 Células ósseas**

#### **2.1.2.2.1 Osteoblastos**

Os osteoblastos são células mononucleadas que se originam de células mesenquimais ativas, responsáveis por sintetizar a parte orgânica (colágeno tipo 1, proteoglicanas e glicoproteínas) da matriz óssea (Oliveira, 2002).

Os osteoblastos podem ser encontrados na membrana que recobre a cavidade medular interna do osso, juntamente com células osteogênicas, e abaixo do perióstio que recobre externamente o osso. Sua atuação é posterior à dos osteoclastos, que reabsorvem a matriz óssea pré-existente e são responsáveis pela síntese de um novo osso. A regulação da atividade do osteoblasto é complexa, interferindo na velocidade do crescimento ósseo. São vários os fatores intervenientes nesse processo, como nutrição, sexo, idade, equilíbrio hormonal e

atividade física (Hoebertz *et al.*, 2003). Com o envelhecimento, ocorre a diminuição da produção de osteoblastos em decorrência da redução da produção das suas células precursoras (Oliveira, 2002, Hoebertz *et al.*, 2003).

#### **2.1.2.2 Osteócitos**

Quando embebidos da matriz secretada, os osteoblastos se transformam em osteócitos (Szejnfeld, 2000). Os osteócitos são osteoblastos maduros aprisionados no osso calcificado. São interconectados por longos filamentos formando uma rede de comunicação para transmitir ao osso informações referente às solicitações mecânicas e à manutenção da homeostasia do cálcio sanguíneo, provavelmente regulando a liberação mineral sem reabsorver a matriz (Junqueira & Carneiro, 1999, Hoebertz *et al.*, 2003).

#### **2.1.2.3 Osteoclastos**

Os osteoclastos, originados de células hematopoiética da linhagem monócito-macrófago, são células gigantes multinucleadas, localizadas em escavações rasas (lacunas de Howship) ao longo de superfícies mineralizadas, responsáveis pela reabsorção óssea (Vaananen, 1993, Imai *et al.*, 2008).

O osteoclasto produz enzimas lisossomais como: a fosfatase ácida tartarato resistente, presente na célula e no compartimento de reabsorção; as cisteínaproteinases (catepsinas) e as enzimas não lisossomais como a collagenase e anidrase carbônica (Baron, 1989, Delaisse *et al.*, 1993). Essas enzimas delimitam uma área de reabsorção em que o osteoclasto, por meio da utilização de um

mecanismo de redução do pH dessa área, secreta collagenases, pirofosfatases e outras enzimas que descalcificam e hidrolisam a matriz orgânica, o que possibilita a reabsorção da matriz calcificada (Teitelbaum *et al.*, 1995).

O osteoclasto apresenta receptores celulares que respondem a alterações hormonais, químicas, mecânicas, elétricas e imunológicas (Suda *et al.*, 1999)

A regulação da atividade osteoclástica é controlada *in vivo* por fatores hormonais e celulares, os quais afetam não apenas a ação osteoclástica mas também a formação do osteoclasto. O paratormônio aumenta a reabsorção óssea, principalmente, via mecanismo indireto mediado pelo osteoblasto. Os estrógenos têm um impacto negativo na diferenciação osteoclástica e a deficiência estrogênica conduz ao aumento da diferenciação e da ativação osteoclástica. As citocinas interleucina 1 e 6 e o fator de necrose tumoral alfa são conhecidas por aumentar a absorção óssea e por estimular a diferenciação e atividade osteoclástica. Atualmente, sabe-se que os membros da família do fator de necrose tumoral alfa, receptor ativador do fator nuclear kappa B e o seu ligante, têm papéis cruciais na diferenciação e na ativação do osteoclasto (Roux & Orcel, 2000).

Os hormônios esteróides como os estrogênios e os androgênios, e mesmo a Vitamina D, também são capazes de modular a atividade osteoclástica, indiretamente, atuando sobre os osteoblastos (Suda *et al.*, 1999, Syed & Khosla, 2005).

### **2.1.3 Remodelação óssea**

O esqueleto do adulto encontra-se em estado dinâmico, submetido à degradação e à reforma contínua por ações coordenadas entre osteoclastos e osteoblastos. A remodelação óssea ocorre tanto no osso cortical quanto no



trabecular. Os osteoclastos, osteoblastos e osteócitos são as células envolvidas nesse processo. Essas células ósseas respondem a vários sinais do meio, como às induções químicas, mecânicas, elétricas e aos estímulos magnéticos (Frost, 1990, Heaney, 2003).

A remodelação óssea é um processo realizado em quatro etapas. A primeira etapa é conhecida como a fase de ativação, quando as células precursoras presentes na medula óssea, em resposta a sinais físicos e hormonais, concentram-se e transformam-se em osteoclastos. A segunda é a reabsorção, quando os osteoclastos ativados promovem uma escavação na superfície óssea. A terceira etapa, chamada de fase de reversão, ocorre após a finalização da fase de reabsorção óssea, provocando um depósito de uma espessa linha de fibras colágenas organizadas ao acaso no local da escavação. Essa linha demarca o limite da cavidade de reabsorção e liga o osso novo depositado ao osso velho. A quarta fase, chamada de fase de formação, se inicia com a movimentação dos pré-osteoblastos para a cavidade criada pelos osteoclastos. Os osteoblastos, derivados desses pré-osteoblastos, sintetizam novo colágeno e outras proteínas da matriz, preenchendo a cavidade de reabsorção com osteóide depositado e osso calcificado que segue em direção à superfície óssea, algumas vezes preenchendo toda a lacuna e calcificando completamente a nova unidade de osso. Geralmente, para que se complete o ciclo de remodelação são necessárias 8 a 12 semanas (Szejnfeld, 2000).

Existem alguns fatores que podem influenciar a remodelação óssea, como hormônios e eventos fisiológicos relacionados à tensão mecânica. Sabe-se que o tecido ósseo, apesar da sua resistência às pressões e da sua dureza, é um tecido muito plástico, capaz de remodelar sua estrutura interna em resposta a modificações nas forças a que está submetido, o que é conhecido como lei de *Wolf*. Essa lei é a

teoria mais aceita para elucidar o mecanismo celular e molecular através do qual o osso responde às tensões mecânicas (Frost, 1990, Zerwekh *et al.*, 1998).

Após a deformação da estrutura óssea como resposta as cargas mecânicas, são gerados potenciais elétricos. No osso, os potenciais elétricos são produzidos por compressão dos componentes orgânicos que resultam em fluxo elétrico produzido por deformação do material, sendo tais fenômenos representantes diretos da conversão mecânica em energia elétrica, ou efeito piezoelétrico (Frost *et al.*, 1997, Szejnfeld, 2000). Sob estímulo mecânico há produção de cargas negativas do lado da tensão e positivas do lado da tração, estimulando assim, o ciclo de remodelação óssea (Fukada & Yasuda, 1957, Fukada, 1968). A polarização induzida por estresse e o campo de indução por tração foram investigados na madeira (celulose), no osso e no tendão (colágeno). O significado fisiológico do efeito piezoelétrico foi observado em conexão com o mecanismo de crescimento ósseo. Se o osso é muito pequeno, se sua estrutura está fragilizada (ex: osso osteoporótico) ou se o material ósseo foi modificado, o osso está predisposto a falhar sob uma carga fisiológica (Fukada & Yasuda, 1957, Fukada, 1968).

O osso reage às cargas por meio da remodelação que consiste em reabsorção e conseqüente aposição óssea lamelar. Isso toma lugar no periósteo, no endósteo e nas lacunas intracorticais. A remodelação é modificada construtiva ou destrutivamente de acordo com o estresse mecânico. Se o osso for sobrecarregado, ou seja, submetido a forças que causam deformações plásticas, com a produção de lesões internas sem que ocorra fratura, ele reage à sobrecarga com remodelação óssea (Szejnfeld, 2000).

A remodelação óssea geralmente está em equilíbrio em adultos jovens. Entretanto, quando ocorre um desequilíbrio na remodelação óssea (por fatores

hormonais, deficiência de cálcio ou de vitamina D, ou falta de estresse mecânico) a cavidade óssea criada pelo osteoclasto não é totalmente preenchida pelo osteoblasto levando a um adelgaçamento das trabéculas (Junqueira & Carneiro, 1999).

## 2.2 Osteoporose

A osteoporose é definida como uma desordem esquelética caracterizada por um comprometimento na resistência óssea, predispondo à maior risco de fraturas. A resistência óssea reflete a integração de dois aspectos principais: a densidade mineral e a qualidade óssea. A qualidade óssea refere-se à micro arquitetura, tanto trabecular como cortical, composição da matriz e do conteúdo mineral, grau de mineralização, remodelação óssea, acúmulo de danos e taxa de remodelação óssea, características que podem afetar as propriedades estruturais e materiais do osso (NIH, 2001, Heaney, 2003, Currey, 2003).

A densidade mineral óssea é responsável por cerca de 70% da resistência óssea. Nos idosos, a densidade mineral óssea resulta do pico de massa óssea e da subsequente progressiva perda óssea que ocorre após este período. O pico de massa óssea adquirido durante a vida intra-uterina, infância e adolescência é influenciado principalmente por fatores genéticos. Fatores ambientais também modulam o padrão de crescimento da densidade mineral óssea determinada geneticamente (Bonjour *et al.*, 2001, Naganathan *et al.*, 2002, Ammann & Rizzoli, 2003).

Os homens apresentam menor fragilidade óssea do que as mulheres, diferença esta relacionada a um maior pico de massa óssea, menor reabsorção

endocortical e maior expansão periosteal com a idade. Tais diferenças levam a um aumento do tamanho do osso, da resistência óssea e menor porosidade cortical. Na população masculina, a perda óssea começa geralmente mais tarde e progride mais lentamente, apresentando também menor perda percentual de massa óssea em relação às mulheres. Os homens, mesmo com menor fragilidade óssea, apresentam da mesma forma a osteoporose como um problema de saúde pública (Paula & Carneiro, 2000, NIH, 2001).

A osteoporose é uma doença silenciosa cuja complicação é a fratura. As fraturas por osteoporose resultam da combinação de redução na resistência óssea e aumento do número de quedas associados à morbidade substancial, aumento nos custos médicos e um alto risco de mortalidade em idosos (Melton, 2003).

As fraturas mais típicas na osteoporose são as de vértebras, fêmur e antebraço. Entretanto, os efeitos da osteoporose no esqueleto são sistêmicos. Estudos prospectivos demonstraram que existe risco elevado de quase todos os tipos de fratura em indivíduos com baixa densidade mineral óssea e, independentemente do sítio da fratura, pacientes com história de fratura por trauma mínimo possuem risco aumentado de sofrer outro episódio de fratura de diferente tipo (Kanis *et al.*, 2004).

As fraturas vertebrais não possuem o mesmo impacto de morbidade-mortalidade do que as fraturas de fêmur. Um terço das deformidades vertebrais, radiograficamente identificadas, são sintomáticas e apenas 10% dessas fraturas resultam em internação hospitalar. Um quarto das fraturas vertebrais é resultante de quedas, sendo a maioria em conseqüência de atividades rotineiras como agachar ou levantar objetos leves (Cooper *et al.*, 1992).

A fratura de fêmur é a conseqüência de maior impacto na osteoporose, associando-se à elevada morbidade e mortalidade (Farias, 2005). Estudo de coorte de 3891 pacientes com fraturas de fêmur demonstrou que um em cada quinze pacientes idosos com fraturas de fêmur evoluiu para óbito durante hospitalização. Dos pacientes que sobreviveram, 30,8% morreram no ano subsequente à fratura. Os autores desenvolveram um escore clínico preditivo de mortalidade pós-fratura, no qual as maiores influências foram a idade avançada, o gênero feminino e a presença de doenças associadas. Constatou-se que metade das fraturas de fêmur por osteoporose evoluiu para incapacidade parcial ou total. Segundo Jiang *et al.* (2005), cerca de 20% dos indivíduos com fratura de colo de fêmur por osteoporose apresentam alterações circulatórias, respiratórias e tromboembólicas, que resultam em morte nos dois primeiros anos após a fratura.

Além do impacto na morbidade-mortalidade, a fratura por osteoporose apresenta impacto sócio-econômico relevante (Morales-Torres & Gutierrez-Urena, 2004, Atik *et al.*, 2006, Reginster & Burlet, 2006). A cada ano, o Sistema Único de Saúde brasileiro aumenta os gastos com tratamentos de fraturas em pessoas idosas. Em 2006, foram gastos R\$ 49.884.326,00 com internações de idosos por fratura de fêmur e R\$ 20.000.000,00 com medicamentos para tratamento da osteoporose (Araujo *et al.*, 2005).

No ano de 1990, foi estimada a ocorrência de 1,3 a 1,7 milhão de fraturas de quadril em todo o mundo e em 2050 este número poderá alcançar entre 4,5 milhões e 6,3 milhões. Segundo a Organização Mundial de Saúde (2003), a osteoporose atinge mais de 75 milhões de pessoas na Europa, Japão e Estados Unidos da América. Na Europa a cada 30 segundos acontece uma fratura por osteoporose. A osteoporose é responsável por cerca de 2,3 milhões de fraturas-ano na Europa e

nos Estados Unidos da América. As fraturas por osteoporose têm um alto impacto econômico, ultrapassando 432.000 internações, com custos superiores a 2,5 milhões de dólares em visitas médicas, 180.000 em internações em casas de saúde anualmente nos Estados Unidos da América. Os custos para o sistema de saúde americano em 2005 relacionados a fraturas por osteoporose foram de 17 bilhões de dólares, sendo que as fraturas de quadril representaram 14% do total das fraturas e 72% dos custos totais (NOF, 2008).

## 2.3 Epidemiologia

A prevalência da osteoporose na população europeia é de 2,4% em homens de idade superior a 50 anos e 20% para homens com idade acima de 85 anos. (Kanis *et al.*, 2000). Homens, após os 50 anos de idade, apresentam uma taxa anual de perda de 1% de densidade mineral óssea e 1 em cada 8 homens apresentará fratura relacionada à osteoporose (Hannan *et al.*, 2000, Jones *et al.*, 1994).

Estima-se que cerca de 4 a 6% de homens acima de 50 anos tenham osteoporose, e que 33 a 47% tenham osteopenia na América do Norte. A prevalência de osteoporose é de 7% em homens brancos, 5% em homens negros, e cerca de 3% em homens americanos de ascendência hispânica. Os dados de prevalência de osteoporose em homens americanos de ascendência asiática e outros grupos étnicos ainda são escassos (Campion & Maricic, 2003).

No Brasil, em um estudo realizado por meio de questionário estruturado aplicado a 2.320 indivíduos acima de 40 anos e moradores de 150 municípios brasileiros, foi constatado que 25% da população entrevistada relataram história pregressa de fratura por trauma mínimo (Pinheiro, 2006).

No estudo LAVOS após a avaliação radiográfica da coluna lombar e torácica de 415 mulheres brasileiras, verificou-se uma incidência de fraturas em 6,7% daquelas entre 50 e 59 anos, 7,6% entre as de 60 a 69 anos, 17,7% das de 70 a 79 anos e 25% das mulheres acima de 80 anos (Clark *et al.*, 2009). Não há estudos semelhantes na população masculina brasileira.

Cerca de 20% a 25% de todas as fraturas de quadril ocorrem na população masculina e essas fraturas são responsáveis por mais de 85% do impacto econômico total da osteoporose em ambos os sexos (Seeman *et al.*, 2006). Ressalta-se que o risco de um homem apresentar uma fratura por osteoporose ao longo da vida é similar ao risco dele desenvolver câncer de próstata ou doença cardiovascular (Melton *et al.*, 1992).

## **2.4 Diagnóstico**

Osteoporose por ser uma doença assintomática, é geralmente diagnosticada tardiamente, muitas vezes em decorrência do acontecimento de uma fratura. O exame para identificar os indivíduos com maior risco para fratura é a densitometria óssea, ou seja, o DXA (Seeman *et al.*, 2006).

### **2.4.1 Densitometria óssea**

A densitometria óssea é considerada o padrão ouro entre os exames de imagem utilizados para diagnóstico da osteoporose, sendo o método com maior capacidade de prever risco de fratura por osteoporose e monitorar o tratamento (Miller *et al.*, 1999, Lochmuller *et al.*, 2003, Szejnfeld *et al.*, 2003).

A análise da densitometria óssea da coluna lombar, principalmente em pessoas com idade superior a 60 anos, deve ser realizada considerando o risco de uma densidade mineral óssea superestimada, devido a alterações degenerativas na coluna lombar, como: osteófitos e a osteoartrose, e a presença de aterosclerose em aorta abdominal (Papaioannou *et al.*, 2009).

A densitometria é um método simples e não invasivo, porém de custo elevado, o que dificulta sua utilização como exame de rotina em populações de meia-idade (Costa-Paiva *et al.*, 2003).

Os critérios para indicação de densitometria estabelecidos pela Sociedade Internacional de Densitometria Clínica (Baim *et al.*, 2008) são:

- Mulheres de idade igual ou superior a 65 anos;
- Mulheres na pós-menopausa, ainda que abaixo de 65 anos e com fatores de risco para fratura;
- Mulheres na perimenopausa com fatores de risco clínicos para fratura (baixo peso, fratura prévia ou uso de medicação de alto risco);
- Homens com idade igual ou superior a 70 anos;
- Homens com idade abaixo de 70 anos com fatores de risco clínicos para fratura;
- Adultos com fraturas por fragilidade;
- Adultos com doença ou condição associada à baixa massa ou perda óssea;
- Adultos usando medicações associadas à baixa massa ou perda óssea;
- Todo indivíduo candidato à terapia farmacológica;
- Todo indivíduo em tratamento, para monitorar o efeito do mesmo;



- Todo indivíduo que não esteja recebendo terapia, desde que haja evidência de perda óssea que possa levar ao tratamento.

A densitometria óssea por dupla emissão de fótons de raios X utiliza colimadores que geram feixes de raios X de energias diferentes (cerca de 70 e 140KeV). Acoplado aos colimadores de dupla energia, um conjunto de detectores alinhados capta as diferentes atenuações dos raios X nos ossos e nos tecidos moles, sendo a correspondente diferença na atenuação maior no feixe de baixa energia (70KeV) do que no de alta (140KeV). Um contorno de atenuação é formado, permitindo a quantificação do mineral e da massa de tecidos moles ao redor do esqueleto. A técnica de emissão de dupla energia permite também correções para variações na composição dos tecidos moles pela área de osso adquirido (Szejnfeld *et al.*, 2003).

A densitometria óssea geralmente oferece uma dose de radiação efetiva de 1 a 3 $\mu$ SV, considerada relativamente pequena e desprezível, se analisados os seus inúmeros benefícios. A dose de radiação da densitometria óssea da coluna lombar e do fêmur proximal correspondente a 25% da dose de radiação de uma radiografia de tórax (Malvestiti *et al.*, 2003).

A densidade mineral óssea pode ser medida em sítios centrais, como coluna lombar e fêmur proximal, ou periférico, como antebraço. Visto que a osteoporose é uma doença sistêmica, o risco de fratura de coluna ou fêmur pode ser estimado por meio de medidas realizadas em outros sítios periféricos. Entretanto, a densidade mineral óssea pode ser discordante em vários sítios do esqueleto de um mesmo indivíduo. Assim sendo, a região do esqueleto onde se quer avaliar o risco de fratura é o sítio de mensuração mais acurado. Ou seja, o maior valor preditivo para fratura se dá quando se mede o próprio local de interesse (NIH, 2001, Brunader & Shelton,

2002). Por esta razão, são usados sítios centrais para mensuração de densidade mineral óssea (em g/cm<sup>2</sup>), como a coluna lombar em norma ântero-posterior e fêmur proximal, interessando colo femoral e quadril total (Baim *et al.*, 2008).

Segundo os critérios da Organização Mundial de Saúde (1994), os resultados da densitometria óssea de coluna lombar, colo femoral e quadril total são apresentados através de um T-Score, calculado em desvios-padrão, tomando como referência a densidade mineral óssea média do pico da massa óssea em adultos jovens. Os critérios de diagnósticos são:

- T-Score  $\leq -1,0$  desvio-padrão  $\Rightarrow$  normal;
- $-2,5 < \text{T-Score} < -1,0 \Rightarrow$  osteopenia
- T-Score  $\leq -2,5$  desvios-padrão  $\Rightarrow$  osteoporose.
- T-Score  $\leq -2,5$  desvios-padrão e com presença de fraturas consiste na osteoporose estabelecida.

Um paciente com diagnóstico de T-Score menor que -2,0, mesmo sem a presença de fator de risco associado para osteoporose, tem indicação de iniciar tratamento medicamentoso (NOF, 1999).

## 2.5 Fatores de risco

Os fatores clínicos de riscos para osteoporose em homens são: história familiar, idade avançada, raça branca, baixa estatura, baixo peso, baixa ingestão de cálcio, alta ingestão de sódio, alta ingestão de proteína animal, sedentarismo, tabagismo atual, alcoolismo, uso de corticosteróide, heparina e metotrexato (Pereira, 2000, Papaioannou *et al.*, 2009).

Em revisão sistemática sobre fatores de risco para osteoporose, o tabagismo confirmou sua influência negativa à densidade mineral óssea de homens com idade superior a 50 anos. Houve incongruência entre os estudos que avaliaram o etilismo (Papaioannou *et al.*, 2009).

Assim como o tabagismo, o peso e índice de massa corporal também foram significativos para prever a densidade mineral óssea de homens com idade superior a 50 anos (Papaioannou *et al.*, 2009). Esse resultado, também foi observado ao estudar 234 homens com média de idade  $47 \pm 13$  anos. Os autores verificaram uma correlação significativa entre o peso corporal e as densidades minerais ósseas do rádio ultra-distal e rádio 33% do antebraço dominante ( $r = 0,188$  e  $0,328$ , respectivamente), rádio ultra distal e rádio 33% do antebraço não dominante ( $r = 0,164$  e  $0,333$ ), coluna lombar ( $r = 0,245$ ) e colo femoral ( $r = 0,292$ ). Esse estudo também demonstrou uma correlação significativa entre o índice de massa corporal, as densidades minerais ósseas do rádio ultra-distal e rádio 33% do antebraço dominante ( $r = 0,147$  e  $0,211$ , respectivamente), rádio ultra distal e rádio 33% do antebraço não dominante ( $r = 0,164$  e  $0,214$ ), coluna lombar ( $r = 0,136$ ) e colo femoral com  $r$  igual a  $-0,187$  (Aydin *et al.*, 2006).

Outro estudo que avaliou 201 homens coreanos com idade superior a 45 anos, encontrou correlação entre peso, estatura e índice de massa corporal e a densidade mineral óssea do corpo total, com valor de  $r$  igual a  $0,431$ ,  $0,206$ ,  $0,361$ , respectivamente (Lim *et al.*, 2004).

Na população masculina com idade superior a 60 anos, o peso corporal em relação à estatura e índice de massa corporal mostrou-se ser a variável de maior influência na densidade mineral óssea, mesmo nos sítios densitométricos que não estão relacionados à sustentação do próprio peso corporal (Hughes *et al.*, 1995, Lim

*et al.*, 2004, Cheung *et al.*, 2005, Aydin *et al.*, 2006, Robbins *et al.*, 2006, Papaioannou *et al.*, 2009).

O estudo epidemiológico do idoso (EPIDOSO) avaliou moradores de um bairro da cidade de São Paulo. Uma das análises considerou os dados de 91 homens e evidenciou uma moderada correlação entre peso e as densidades minerais ósseas da coluna lombar, colo femoral, trocanter e quadril total com os coeficientes de correlação iguais a 0,30; 0,44; 0,51 e 0,52 respectivamente. Neste estudo não foi encontrada correlação entre o índice de massa corporal e a densidade mineral óssea da coluna lombar e houve moderadas correlações positivas entre o índice de massa corporal e as densidades minerais ósseas do colo femoral, do trocanter e do quadril total (Camargo *et al.*, 2005).

A osteoporose em homens pode ocorrer também por causas secundárias, como por exemplo: hipogonadismo, glicocorticoterapia, transplante, doenças gastrintestinais, hiperparatireoidismo, hipercalciúria, tireotoxicose, artrite reumatoide, hanseníase, imobilização prolongada, uso de drogas anticonvulsivantes, homocistinúria, mastocitose, doença de Gaucher, neoplasias, sarcoidose, síndrome de Marfan, síndrome de Ehlers-Danlos, espondilite anquilosante e diabetes mellitus (Paula, 2000).

### **2.5.1 Risco absoluto de fraturas**

As evidências atuais comprovam que a densitometria isoladamente não consegue avaliar de maneira acurada a resistência óssea por não considerar as propriedades mecânicas do osso, tais como tamanho, forma e microarquitetura, que, apesar de associadas à fragilidade óssea, não são aferidas pela densitometria óssea (Paula, 2006).

As evidências disponíveis sugerem que as fraturas por trauma mínimo de quadril são associadas independentemente com idade acima de 70 anos, fatores clínicos de risco e baixa densidade mineral óssea. Assim, considera-se, que o uso isolado do T-Score seja insatisfatório como fator de decisão para intervenção em pacientes com risco para fraturas por osteoporose, e que a associação dos valores encontrados na densitometria óssea com outros fatores clínicos de risco pode melhorar o valor preditivo da densitometria. O risco absoluto de fraturas é a base para o algoritmo que a Organização Mundial de Saúde desenvolveu com as recomendações para as intervenções terapêuticas naqueles com risco aumentado para fratura. O algoritmo, que inclui densidade mineral óssea, idade e outros fatores clínicos de risco, fornece valiosa ferramenta para identificação dos pacientes com risco mais elevado de fratura que requerem intervenções prioritariamente (Kanis *et al.*, 2005, Kanis *et al.*, 2000, Kanis *et al.*, 2001).

Esse algoritmo permitiu a elaboração de um modelo de avaliação computadorizada do risco de fratura conhecido como FRAX, que quantifica o risco de fraturas a partir da interação de cada um dos fatores de risco. Os dados de estudos epidemiológicos prospectivos da Europa, Ásia, América do Norte e Austrália foram utilizados para a construção do FRAX (Kanis *et al.*, 2007). No Brasil, em decorrência da falta de dados epidemiológicos adequados, ainda não se pode utilizá-lo.

### **2.5.2 O envelhecimento como fator de risco para osteoporose**

Segundo a Organização das Nações Unidas (1982), são considerados idosos os indivíduos com idade acima de 60 anos em países em desenvolvimento. Em

países desenvolvidos o indivíduo para ser considerado idoso deve ter idade igual ou superior a 65 anos.

O envelhecimento é um processo caracterizado pela redução gradativa da capacidade dos vários sistemas orgânicos em realizar eficazmente suas funções, e muito desta redução pode ser resultado do estilo de vida dos indivíduos, e não apenas uma característica própria e inevitável deste processo (Raso *et al.*, 1997, Monteiro *et al.*, 1999).

A seguir, são listadas as principais alterações funcionais e estruturais que ocorrem no processo de envelhecimento relacionadas à aptidão física e estrutura corporal: 1) nas variáveis antropométricas - incremento do peso e da adiposidade corporal, afetando o índice de massa corporal, diminuição da densidade óssea, e redução da massa livre de gordura; 2) em variáveis metabólicas - o decréscimo da potência aeróbia e redução do consumo máximo de oxigênio; 3) nas variáveis neuromotoras - diminuição da flexibilidade, redução do número de unidades motoras, na diminuição da força de membros inferiores, em valores maiores que de membros superiores e do número de fibras musculares, essencialmente do tipo II. Dentro destas variáveis, a diminuição da força muscular é o fator mais diretamente relacionado com a independência funcional em pessoas idosas, podendo significar a diferença entre uma vida autônoma ou não (Raso *et al.* 1997a, 1997b, Monteiro *et al.*, 1999).

A redução da densidade mineral óssea com o aumento da idade reflete um complexo número de processos determinados com base no pico de massa óssea e na perda óssea relacionada à própria idade e à privação hormonal (Paula, 2000).

No Brasil, Zerbini *et al.* (2000) estudaram 288 homens voluntários com idade acima de 50 anos e encontraram fraca correlação entre a idade e a densidade

mineral óssea do colo femoral ( $r = - 0,21$ ). Os autores não identificaram correlação entre a idade e a densidade mineral óssea da coluna lombar. Dois mil e trezentos e noventa e um homens com idade entre 50 e 79 anos foram avaliados e identificou-se correlação negativa entre a idade e a densidade mineral óssea do quadril total (Broussard & Magnus, 2004). Pesquisa realizada em 234 homens com média de idade  $47 \pm 13$  anos verificou uma correlação negativa entre a idade e as densidades minerais ósseas do rádio ultra distal e rádio 33% do antebraço dominante ( $r = - 0,255$  e  $-0,376$ , respectivamente), rádio ultra distal e rádio 33% do antebraço não dominante ( $r = - 0,201$  e  $- 0,391$ ), coluna lombar ( $r = -0,153$ ) e colo femoral com valor do coeficiente de correlação igual  $-0,441$  (Aydin *et al.*, 2006).

O EPIDOSO é o único estudo brasileiro com base em população idosa moradora de uma mesma comunidade que avaliou 91 homens e não encontrou correlação entre idade e a densidade mineral óssea da coluna lombar. Os autores deste estudo relataram ainda fraca correlação entre a idade e a densidade mineral óssea do trocanter ( $r = - 0,29$ ), e moderada entre a idade e as densidades minerais ósseas do colo femoral e do quadril total com  $r = - 0,32$  e  $r = - 0,35$ , respectivamente (Camargo *et al.*, 2005).

Outro fator importante na gênese da osteoporose é a sarcopenia. A sarcopenia é caracterizada pela perda da massa muscular, conseqüentemente, da força muscular, relacionada à redução da capacidade funcional do indivíduo e maior risco de quedas (Janssen *et al.*, 2004).

A redução da força muscular com o envelhecimento, já está bem estabelecida pela literatura (Izquierdo *et al.*, 2001, Deschenes, 2004, Fleck & Kraemer, 2006, Geraldes *et al.*, 2008).

Em pesquisa, ao compararem 26 homens de 42 anos com 21 homens com idade superior a 65 anos, os autores verificaram redução de 13% na massa muscular do quadríceps, assim como redução de 14% na força muscular, avaliada pelo teste de 1 repetição máxima no exercício de agachamento no grupo dos homens com idade acima de 65 (Izquierdo *et al.*, 2001). Outros autores, avaliaram 12 homens com idade entre 62 a 99 anos e encontraram correlação entre a idade e a força de preensão palmar ( $r = -0,62$ ), apontando para uma associação negativa entre o envelhecimento e a força muscular (Geraldés *et al.*, 2008).

## **2.6 Força muscular**

Força muscular pode ser definida como a quantidade máxima de força que um músculo ou grupo muscular pode gerar em um padrão específico de movimento, e é considerada uma capacidade física importante para o condicionamento físico, não só para atletas como também para indivíduos não atletas (Bachle & Groves, 2000).

A força muscular está diretamente relacionada à independência funcional do indivíduo. A eficácia nas atividades ocupacionais e cognitivas está entre os vários elementos apontados como determinantes ou indicadores de qualidade de vida na terceira idade (Fleck & Kraemer, 2006). Entre pessoas com idade superior a 80 anos, 57% dos homens e 70% das mulheres são incapazes de realizar trabalhos domésticos pesados (Hunter *et al.*, 2004).

Uma consequência importante no decréscimo da força muscular é a redução da capacidade de desenvolver força rapidamente (potência muscular), associada diretamente às atividades de vida diária e ao mecanismo de proteção durante uma



queda. Uma menor independência funcional acarreta aumento da inatividade física e que, conseqüentemente, reduz a densidade mineral óssea (Hakkinen *et al.*, 1997, Brill *et al.*, 2000).

A força muscular atinge seu ápice entre os 20 e 30 anos de idade, com uma leve perda ou manutenção da força muscular até os 60 anos. Após os 60 anos de idade, há uma perda de 15% de força muscular a cada década subsequente (Lindle *et al.*, 1997, Deschenes, 2004).

Para a redução da força muscular com o envelhecimento, contribuem a desnervação das unidades motoras, as diminuições nas velocidades dos impulsos elétricos e nas secreções hormonais, aumento da interleucina 6, aumento da gordura corporal, redução da absorção intestinal de nutrientes, a inatividade física, e perda das fibras musculares do tipo 2 responsáveis pela produção de força muscular (Deschenes, 2004, Fleck & Kraemer, 2006, Fiatarone & Evans, 1993).

O peso e índice de massa corporal também estão relacionados à força muscular, sendo observada uma associação entre um menor peso e índice de massa corporal a uma menor força muscular. Em estudo realizado com 12 homens e 7 mulheres, foi encontrada correlação significativa entre a força de preensão palmar e o peso corporal e índice de massa corporal com  $r = 0,67$  e  $0,56$ , respectivamente (Gerald *et al.*, 2008). Associação semelhante foi relatada em estudo com 26 homens e 31 mulheres, entre o peso corporal e a força muscular ( $r = 0,55$ ;  $p \leq 0,001$ ), mensurada pelo teste de 1 repetição máxima na cadeira extensora. Esse trabalho não correlacionou o índice de massa corporal à força muscular (Reid *et al.*, 2008).

A força muscular é resultante da ativação muscular envolvida em uma determinada contração muscular. A contração muscular isométrica ocorre quando o músculo é ativado e desenvolve força sem nenhum movimento na articulação. A

contração muscular isotônica que tem início com a ativação muscular, todavia, promove movimento articular e é composta por uma fase de contração da musculatura ou ação muscular concêntrica e outra de alongamento da musculatura ou ação muscular excêntrica (Fleck & Kraemer, 2006).

O teste padrão ouro para a avaliação da força muscular isotônica é o teste de 1 repetição máxima, a quantidade máxima de peso que pode ser levantado em uma repetição (Enoka, 1994, Abernethy *et al.*, 1995, Brown & Weir, 2001). O teste mais indicado para avaliar a força muscular isotônica dos membros inferiores de idosos é o teste de 1 repetição máxima no exercício de *leg press* (ACSM, 2001). No entanto, com o intuito de aumentar a segurança e dinamizar as avaliações, vem sendo utilizado para prever a força muscular isotônica de membros inferiores, o teste de sentar e levantar de uma cadeira por um período de 30 segundos (Jones *et al.*, 1999).

Jones *et al.* (1999), ao avaliarem 84 homens com idade superior a 60 anos, encontraram uma correlação positiva significativa ( $r = 0,78$ ) entre o teste de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos e o valor de 1 repetição máxima no exercício de *leg press*. Os autores concluíram que o teste de sentar e levantar por um período de 30 segundos era capaz de prever a força muscular isotônica dos membros inferiores.

Para avaliação da força muscular dos membros superiores em idosos, tem sido sugerido o teste de força isométrica, com utilização de uma variedade de instrumentos, como tensiômetros de cabo, aferidores de tensão e dinamômetros com resultados apresentados em kilogramas força (kgf). A principal vantagem do teste isométrico é que, mediante utilização de equipamentos adequados, sua execução é relativamente fácil e rápida, o que o indica para testes de grandes grupos de indivíduos. O teste mais utilizado para testar a força muscular isométrica

dos membros superiores é o teste de preensão palmar (Enoka, 1994, Abernethy *et al.*, 1995, Brown & Weir, 2001).

A força de preensão palmar não é simplesmente uma medida da força da mão ou mesmo limitada à avaliação do membro superior. O teste de preensão palmar é indicador da força total do corpo, e, neste sentido, é empregada para verificação de testes de aptidão física. (Balogun *et al.*, 1991, Moreira *et al.*, 2001).

Em estudo realizado em Brasília, a força de preensão palmar foi avaliada por dinamômetro de marca Jamar, em 50 homens idosos, e encontrados valores médios da força de preensão palmar direita e esquerda de 35,69 e de 32,47 kgf, respectivamente (Moura, 2008). Um estudo realizado na cidade de São Paulo, ao avaliarem 756 homens de 60 a 100 anos, encontraram valor médio de força de preensão palmar de  $30,28 \pm 0,32$  kgf, mensurada em aparelho de marca Takeikiki Kogyo. A média da força de preensão palmar foi igual a:  $35,04 \pm 0,51$  kgf para os homens com idade entre 60 e 69, média de  $29,59 \pm 0,43$  kgf para os homens com idade entre 70 e 79 anos e  $24,82 \pm 0,54$  kgf para homens com idade superior a 80 anos (Barbosa *et al.*, 2006).

Em um estudo realizado com 19 homens de 62 a 99 anos, foi encontrada uma significativa correlação negativa entre o teste de preensão palmar e a habilidade manual, a velocidade da caminhada e a agilidade, com  $r = - 0,54$ ;  $- 0,69$  e  $- 0,67$ , respectivamente (Geraldles *et al.*, 2008).

### **2.6.1 Força muscular e densidade mineral óssea**

A redução da força muscular está relacionada à baixa densidade mineral óssea, devido a uma menor tensão mecânica imposta à estrutura óssea (Dutta, 1997, Júnior & Natour, 2000). Em estudo com 26 homens e 31 mulheres com idade

média de  $76,8 \pm 7$  e  $72,0 \pm 6$  anos respectivamente, autores observaram correlação entre a força muscular dos membros inferiores, avaliada pelo teste de 1 repetição máxima na cadeira extensora, e a densidade mineral óssea do quadril total ( $r = 0,55$ ;  $p \leq 0,001$ ), o que explicou em 30,2% a variabilidade da densidade mineral óssea do quadril total (Reid *et al.*, 2008).

Palmer *et al.* (2006) ao analisar 72 homens sedentários com idade entre 20 e 81 anos, divididos em três grupos etários (20 a 39 anos, 40 a 59 anos e 60 a 81 anos), e submetidos à densitometria do quadril e teste de força muscular isotônica do quadríceps, avaliada por teste de 1 repetição máxima na cadeira extensora, encontrou que a força muscular do quadríceps explicou a variabilidade da densidade mineral óssea do colo femoral, trocanter e quadril total em 50,1%, 14,4% e 41,4% respectivamente. A força isotônica do quadríceps correlacionou-se significativamente com as densidades minerais ósseas do colo femoral ( $r = 0,657$ ), quadril total ( $r = 0,650$ ) e trocanter ( $r = 0,395$ ).

Cheung *et al.* (2005) estudaram 407 homens chineses com idade entre 50 a 96 anos e demonstraram uma correlação positiva entre força de preensão palmar e densidade mineral óssea de colo femoral e quadril total ( $r = 0,51$  e  $0,43$ , respectivamente), entretanto, não encontraram uma correlação negativa com a densidade mineral óssea da coluna lombar. A força de preensão palmar explicou a variabilidade do colo femoral em 26% e do quadril total em 18,4%. Após ajuste de peso e idade, a força de preensão palmar apresentou uma correlação negativa com a densidade mineral óssea da coluna ( $r = -0,17$ ) e uma correlação positiva com o colo femoral e quadril total ( $r = 0,26$  e  $0,07$ , respectivamente).

Em estudo com 234 homens com média de idade de  $48 \pm 13,8$  anos, Aydin *et al.* (2006) foram os únicos autores, no nosso conhecimento, a avaliarem a

força de preensão palmar da mão dominante e não dominante. Os autores encontraram correlação significativa entre a preensão palmar dominante e o rádio 33% e rádio ultra-distal dominante ( $r = 0,291$  e  $0,417$  ;  $p \leq 0,001$  respectivamente), assim como o rádio 33% e rádio ultra-distal não dominante ( $r = 0,320$  e  $0,488$ ;  $p < 0,001$  respectivamente). Também foi encontrada correlação significativa entre a preensão palmar dominante e não dominante e a densidade mineral óssea da coluna lombar ( $r = 0,203$  e  $0,223$ ;  $p \leq 0,001$ ) e entre a força de preensão palmar dominante e não dominante e a densidade mineral óssea do colo femoral ( $r = 0,408$  e  $0,427$ ;  $p < 0,001$ ). Após análise de regressão linear multivariada, a força de preensão palmar dominante explicou a variabilidade do rádio 33% dominante em 8,5%. Já em relação ao rádio ultra-distal dominante, também entraram no modelo de regressão a idade e o peso, que em conjunto com a preensão palmar dominante explicaram 25% de sua variabilidade. A força de preensão palmar não dominante explicou a variabilidade do rádio 33% não dominante em 10,2%, e em 24,6% a variabilidade da densidade do rádio ultra-distal não dominante em conjunto com a idade e o peso corporal. A força de preensão palmar dominante e não dominante não entraram no modelo de regressão linear para explicar a densidade mineral óssea da coluna lombar e colo femoral, apesar de ter apresentado uma correlação moderada com a densidade do colo.

Dois mil chineses com idade entre 65 e 92 anos foram estudados e identificou-se uma correlação entre a força de preensão palmar e a densidade mineral óssea do quadril total e coluna lombar, sendo que, a força de preensão palmar ajustada pela idade só explicou 2,4% da densidade mineral óssea do quadril e 0,8% quando ajustada pela idade e peso. Em relação à coluna lombar, a força de preensão palmar ajustada pela idade explicou 2,5% da densidade mineral óssea da

coluna lombar e quando ajustada pela idade e peso, explicou 0,7% da densidade mineral óssea da coluna lombar (Lau *et al.*, 2006).

Ao analisarem 89 homens entre 45 e 77 anos de idade, autores demonstraram correlação positiva entre força de extensão do cotovelo, avaliada por um dinamômetro isocinético da marca Cybex, o qual avalia a força muscular com velocidade do movimento constante, e a densidade mineral óssea do rádio 33%, coluna lombar e colo femoral ( $r = 0,24$ ;  $0,01$  e  $0,15$ , respectivamente). No entanto, equipamentos isocinéticos são caros, e apresentam dificuldades para transporte e acesso por muitos pesquisadores, o que limita os respectivos usos em estudos populacionais (Hughes *et al.*, 1995).

O posicionamento do Colégio Americano de Medicina do Esporte em 2001, enfatiza a relação sítio específica entre força e massa muscular com densidade mineral óssea. No entanto, a densidade mineral óssea, principalmente a lombar, tem sido correlacionada com as musculaturas do abdômen, dos membros inferiores e superiores (Bevier *et al.*, 1989, Huuskonen *et al.*, 2000, ACSM, 2001).

Huuskonen *et al.* (2000) ao avaliarem 140 homens com idade entre 54 e 63 anos, demonstraram correlação positiva entre força muscular do abdômen, avaliada por dinamômetro digital, e a densidade mineral óssea do colo femoral e da coluna lombar ( $r = 0,28$  e  $r = 0,20$ , respectivamente). A força isométrica do quadríceps, avaliada na cadeira extensora por dinamômetro digital, apresentou uma correlação positiva com a densidade mineral óssea do colo femoral e da coluna lombar ( $r = 0,19$  e  $r = 0,21$ , respectivamente), enquanto as densidades minerais ósseas do colo femoral e da coluna lombar apresentaram correlação positiva com a força isométrica do tríceps ( $r = 0,26$  e  $r = 0,35$ , respectivamente), também avaliada por dinamômetro digital. Baseada no coeficiente de correlação ao quadrado, a força

muscular explicou a variabilidade da densidade mineral óssea do colo femoral e coluna lombar em 7,8% e 4%, respectivamente, e a força do quadríceps explicou a variabilidade do colo femoral e coluna lombar em 3,6% e 4,4%, respectivamente. Já a força muscular do tríceps explicou a variabilidade do colo femoral e coluna lombar em 6,7% e 12,2%, respectivamente.

Nguyen *et al.* (2000) avaliaram a força isométrica do quadríceps do membro inferior dominante por dinamometria em 690 homens idosos e encontraram uma média da força do quadríceps de  $33,2 \pm 13,4$  kgf. A força do quadríceps explicou 4% da densidade mineral óssea do colo femoral e da coluna lombar. Em relação ao diagnóstico de osteoporose, a fraqueza muscular do quadríceps representou um aumento no risco de osteoporose em 3,7 vezes para indivíduos com mesmo IMC e consumo de cálcio. Nesse estudo, a prevalência de osteoporose era baixa (1,5%) para homens sem fatores de risco (baixa força muscular do quadríceps, baixo IMC e reduzido consumo de cálcio), e 40% nos homens que apresentavam todos os fatores de risco.

Jones *et al.* (1994) estudaram a força do quadríceps em 241 homens com idade acima de 60 anos, utilizando o mesmo teste utilizado por Nguyen *et al.* (2000). Verificaram ser significativo o efeito da interação entre a força do quadríceps e o consumo de cálcio na densidade mineral óssea do colo femoral.

Analisando 91 homens e mulheres saudáveis com idade entre 61 e 84 anos, autores, demonstraram correlação positiva ( $r = 0,47$ ) entre o teste de preensão palmar e a densidade mineral óssea do rádio 33% nos homens, assim como, entre a força da musculatura lombar, aferida por dinamômetro isométrico, e a densidade mineral óssea da coluna lombar e rádio 33% nos homens com  $r = 0,46$  para ambos os sítios densitométricos avaliados. Baseada no coeficiente de correlação ao

quadrado, a força muscular de preensão palmar explicou a variabilidade da densidade mineral óssea do rádio 33% em 22%, enquanto a força isométrica da musculatura lombar explicou a variabilidade do rádio 33% e coluna lombar em 21,1% (Bevier *et al.*, 1989).

Há poucos estudos que mostram as correlações entre densidade mineral óssea e força muscular na população idosa masculina. Visando auxiliar a identificação de baixa densidade mineral óssea em homens idosos, este estudo se propõe a verificar a correlação entre força muscular e densidade mineral óssea.



### **3. OBJETIVOS**

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Correlacionar as densidades minerais ósseas do fêmur proximal, da coluna lombar e do antebraço com as forças musculares, mensuradas pelos testes de preensão palmar, de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos e de dinamometria lombar em homens idosos moradores de São Sebastião-DF.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Correlacionar as densidades minerais ósseas com a idade, o peso corporal, a estatura e o índice de massa corporal.

Avaliar a existência de diferenças da força muscular, do peso corporal, da estatura e do índice de massa corporal entre os grupos com diagnóstico densitométrico unificado e homens com resultado densitométrico de T-Score  $\leq -2$  e T-Score  $> -2$ .

Verificar a influência da força muscular na densidade mineral óssea, no diagnóstico densitométrico unificado e no resultado densitométrico de T-Score  $\leq -2$  e T-Score  $> -2$ .

## **4. PACIENTES E MÉTODOS**

## **4 PACIENTES E MÉTODOS**

### **4.1 Amostra**

Foram avaliados 225 homens idosos moradores de São Sebastião, no período de agosto de 2007 a outubro de 2008.

#### **4.1.1 Critérios de inclusão**

- Ser homem com idade  $\geq$  de 60 anos.
- Estar de acordo com o estudo e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (apêndice 1).

#### **4.1.2 Critérios de exclusão**

- Associação de doenças que comprometem o sistema músculo-esquelético ou ósteo-articular (artrite reumatóide ou miopatia inflamatória, por exemplo).
- Fazer uso de medicações que reduzem a densidade mineral óssea, a exemplo de corticosteróides, methotrexate ou anticonvulsivantes.
- Indivíduos com diagnóstico de doenças que são causas de osteoporose secundária.

### **4.2 Métodos**

Foi utilizada a via telefônica para os contatos com os homens listados no cadastro de vacinação do centro de saúde de São Sebastião-DF.

A primeira entrevista deste estudo, ocorrida no auditório da Unidade Mista de São Sebastião, selecionou os homens que atendiam aos critérios de inclusão e

exclusão e que foram convidados a participar da pesquisa. Aqueles que aceitaram o convite foram avaliados por médico, segundo questionário de fatores clínicos de risco para fratura por osteoporose (apêndice II), que indagava os homens em relação aos hábitos alimentares, tabagismo, etilismo, doenças associadas, medicações em uso e história familiar de fratura por trauma mínimo. Após inquérito clínico, concluído no mesmo dia, os pacientes submeteram-se a testes para verificação da força muscular.

O agendamento para a realização do exame de densitometria óssea foi procedido de acordo com a anuência do paciente e realizado de imediato pelo autor da pesquisa.

Os pacientes realizaram todas as avaliações previstas em um intervalo inferior a 60 dias.

Todos os procedimentos citados anteriormente foram realizados na Unidade Mista de São Sebastião, com exceção dos exames de densitometria óssea que foram realizados no Hospital Universitário de Brasília. Para avaliação densitométrica, os pacientes foram recebidos pelo autor deste projeto e pela médica responsável pela Unidade de Densitometria óssea do Hospital Universitário de Brasília.

#### **4.2.1 Peso Corporal**

Para avaliação do peso corporal utilizou-se balança mecânica de marca Filizola®, com graduação de 100g. Os homens foram pesados, sempre pelo autor do projeto, com roupas leves, sem sapatos e com o peso distribuído em ambos os pés.

#### **4.2.2 Estatura**

A estatura foi mensurada por balança com estadiômetro de marca Filizola®. Os sujeitos do estudo ficaram descalços e em pé em uma superfície lisa e em

ângulo vertical reto com o estadiômetro. O peso foi distribuído entre os pés e os braços permaneceram lateralmente ao longo do corpo. Os calcanhares ficaram juntos, tocando a prancha do estadiômetro. Os pés formaram um ângulo de 60° entre si. Sempre que possível, cabeça, escápulas e as nádegas tocaram o estadiômetro. A cabeça ficou ereta com os olhos focados à frente, no plano de Frankfurt. Durante a inspiração profunda, a vareta horizontal do estadiômetro foi baixada até o vértex da cabeça, pressionando o cabelo. A estatura foi mensurada numa escala de 0,5 cm.

#### **4.2.3 Índice de massa corporal (IMC)**

Para calcular o índice de massa corporal (IMC), ou índice de Quetelet, razão entre a massa corporal e a estatura ao quadrado ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), a massa corporal foi mensurada em kilogramas e a estatura, convertida de centímetros para metros.

#### **4.2.4 Testes de força muscular**

A força muscular foi avaliada em 3 sítios. A força isométrica de preensão palmar foi testada com o exame de dinamometria de preensão palmar nas duas mãos; a força isométrica da musculatura lombar medida com dinamômetro lombar; e a força dinâmica isotônica dos membros inferiores foi aferida mediante o teste de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos.

O conjunto de testes de força muscular foi realizado por um só avaliador, o autor do estudo. Antes dos testes de força, os sujeitos da pesquisa, caminharam por 5 a 10 min e realizaram exercícios de alongamento para musculatura solicitada nos testes de força muscular orientados pelo pesquisador deste estudo. Cada participante realizou os testes 3 vezes, e foi considerado o maior escore.

#### **4.2.4.1 Teste de sentar e levantar da cadeira em 30 segundos**

Para obtenção do valor da força dos membros inferiores, utilizou-se o teste de sentar e levantar da cadeira em 30 segundos. Os equipamentos utilizados foram: um cronômetro e uma cadeira (sem braços), com uma estatura de 43 cm. Por segurança, a cadeira foi apoiada na parede para que não se movesse durante o teste.

Este teste foi realizado em três fases: primeiramente, foi demonstrado ao paciente como o teste deveria ser realizado; a seguir, o paciente realizou uma a três repetições para verificar o correto entendimento; e após um intervalo de 1 minuto para evitar influências do esforço pré-teste, foi realizado o teste propriamente dito.

O teste teve início com o paciente sentado no meio da cadeira com as costas retas e os pés apoiados no chão, os braços cruzados contra o tórax; ao sinal, “atenção! já!”, o avaliado se levantava, ficando totalmente em pé, com os joelhos estendidos e, imediatamente retornando à posição inicial. Após 30 segundos, o cronômetro era parado para verificação do número de vezes da execução correta do movimento. O escore foi o total de repetições executadas corretamente em 30 segundos. Durante o teste, o indivíduo foi estimulado a sentar-se o maior número possível de vezes no período estabelecido.

#### **4.2.4.2 Teste de preensão palmar**

Para mensurar a força muscular dos membros superiores, foi utilizado um dinamômetro de marca Takeikiki Kogyo, com capacidade de 100 kgf e divisões de 1 kgf, ajustável e calibrado com escala de 0 a 50 kg. O avaliado permaneceu em posição ortostática e, após ajuste para o tamanho da mão e com os ponteiros na escala zero, o aparelho foi segurado confortavelmente na linha do antebraço,

paralelo ao eixo longitudinal do corpo. A articulação inter-falangeana proximal da mão foi ajustada em relação à barra que era, então, apertada entre os dedos e a região tenar. Durante a preensão palmar, o braço permanecia imóvel, apresentando somente flexão das articulações inter-falangeanas e metacarpofalangeanas. Foram realizadas três tentativas em cada mão, de forma alternada e considerado a melhor execução em cada uma das mãos como o resultado efetivo do teste.

#### **4.2.4.3 Teste de dinamometria lombar**

A dinamometria lombar foi realizada em um aparelho de marca Takeikiki Kogyo com capacidade de 300 kgf e divisões de 1kgf. A escala de medida foi fixada a uma plataforma para posicionamento dos pés, assim como a barra de apoio foi fixada à escala de medida por uma corrente ajustada de acordo com o tamanho de cada paciente. A barra de apoio foi posicionada na estatura do joelho de cada indivíduo. Como o dinamômetro apresenta um sistema acionado por molas de aço, logo, quando se aplica uma força externa em seu mecanismo, a respectiva mola tem extensão correspondente a essa força que, por sua vez, movimenta o ponteiro ao longo da escala de medida. Cada uma das três tentativas foi realizada com contrações máximas, com duração de 3 a 5 segundos sendo os intervalos entre as tentativas foram de 2 minutos. O teste teve início com o ponteiro na escala zero.

Para a realização das ações musculares de tração lombar, o avaliado foi posicionado em pé sobre a plataforma do dinamômetro, os joelhos completamente estendidos, o tronco levemente flexionado à frente formando um ângulo de aproximadamente 120° com os pés e a cabeça acompanhando o prolongamento do tronco, com o olhar fixo à frente. Os cotovelos ficavam estendidos e a barra segurada com uma empunhadura dorsal de uma das mãos e uma empunhadura



palmar da outra. Ambas as mãos deviam estar separadas por distância igual ao diâmetro bitrocantérico.

Nessa posição, solicitava-se ao avaliado que procurasse aplicar a maior força muscular possível nos músculos da região lombar e deixar a coluna lombar ereta. O avaliado foi alertado para não inclinar para trás e não realizar qualquer movimento adicional com as pernas e os braços com flexão dos joelhos e cotovelos durante a realização do teste. O teste teve início com o ponteiro na escala zero.

#### **4.2.5 Densitometria óssea**

A densitometria óssea por dupla emissão foi realizada no Hospital Universitário de Brasília, em aparelho de Marca GE modelo DPX-NT. A realização das densitometrias da coluna lombar, do fêmur proximal e do antebraço distal seguiram as normas do fabricante. No caso da coluna lombar, o indivíduo permaneceu alinhado no centro da mesa de exame, com os braços fora da área de aquisição, ao lado do corpo. A área de interesse da coluna incluiu a crista ilíaca bilateralmente e o último par de arcos costais. Para a aquisição do exame de colo femoral, o indivíduo permaneceu alinhado ao centro da mesa, com rotação interna de 15° do membro inferior examinado, fixando o pé no posicionador próprio, a fim de ocultar o pequeno trocanter e expor maior porção do colo femoral. A diáfise proximal do fêmur deveria aparecer na tela de aquisição de forma vertical.

Os resultados de densitometria óssea foram analisados segundo os critérios da Organização Mundial de Saúde (1994). Foi também apresentado o diagnóstico densitométrico unificado, considerando o diagnóstico do fêmur proximal, da coluna lombar e do rádio 33% do antebraço não dominante. No diagnóstico densitométrico unificado, os indivíduos que apresentavam um T-Score  $\leq -2,5$ , em uma das regiões

citadas acima, recebiam o diagnóstico de osteoporose. Quando uma das regiões apresentasse T-Score entre -2,5 e -1,0, o diagnóstico era de osteopenia. Para que o indivíduo fosse considerado normal pela densitometria óssea, tanto o fêmur proximal quanto a coluna deveriam estar normais (com T-Score maior ou igual a -1,0). Os resultados densitométricos da coluna lombar, do fêmur proximal e do antebraço também foram avaliados separadamente nas correlações com força muscular e foram baseados nos critérios da Organização Mundial de Saúde (1994). Além dos grupos definidos pelos critérios da Organização Mundial de Saúde (1994), os indivíduos também foram analisados de acordo com o resultado do T-Score  $>$  ou  $\leq$  -2,0.

Os indivíduos com tremores involuntários de membros superiores não fizeram o exame de densitometria óssea do antebraço devido à impossibilidade de permanecerem imóveis durante a aquisição da imagem.

A análise foi realizada por uma única médica com o programa Encore 2005, versão 9.1, segundo normas do fabricante e respeitando normas da SBDENS. A médica que fez a análise das densitometrias desconhecia os resultados dos testes de força muscular. O controle de qualidade do equipamento foi realizado diariamente, conforme instruções do fabricante (GE DPX NT) e foi escaneado semanalmente o Phantom.

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, sob o registro de número 122/2006 (anexo 1).

### 4.3 Análise Estatística

Os resultados obtidos durante o estudo foram comparados, tanto no seu desempenho entre as variáveis avaliadas como entre os grupos etários e de diagnóstico densitométrico, mediante a aplicação de testes estatísticos paramétricos e não-paramétricos. Para a descrição da amostra foram empregados procedimentos de estatística descritiva: distribuição em frequências e percentuais, cálculo de medidas de tendência (média e mediana) e de dispersão (desvio-padrão). Foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade da amostra.

Utilizou-se a correlação de Pearson para verificar correlações entre a densidade mineral óssea do colo femoral, da coluna lombar e do rádio 33% direito e esquerdo com resultado do teste de preensão palmar esquerdo e direito, teste de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos, IMC, peso, estatura e idade. O teste de correlação de Spearman foi utilizado para avaliação da correlação entre o teste de dinamometria lombar e a densidade mineral óssea do colo femoral, da coluna lombar, rádio 33% direito e esquerdo, peso, estatura, IMC e idade.

Foram empregados procedimentos de estatística descritiva: distribuição em frequências e percentuais para identificar as comorbidades mais comuns, assim como, história de tabagismo, etilismo e de fratura e histórico de fratura por trauma mínimo em progenitores.

Os indivíduos foram categorizados em grupos por faixa etária, e por diagnóstico densitométrico de acordo com a Organização Mundial de Saúde (1994). Os homens foram agrupados pela faixa etária em grupo 1 - idade entre 60 e 64 anos, grupo - 2 idade entre 65 e 69 anos, grupo 3 - idade igual ou superior a 70 anos.

Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) de um fator para verificar a significância dos resultados dos testes de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos, preensão palmar direita e esquerda, parâmetros antropométricos e idade entre os grupos etários e grupos com diagnóstico densitométrico unificado (diagnóstico normal, osteopenia e osteoporose). Para verificar significância das diferenças do resultado do teste de dinamometria lombar entre os grupos, foi utilizada a análise de variância Kruskal-Wallis.

A significância das diferenças dos parâmetros antropométricos, idade, resultado do teste de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos e preensão palmar direita e esquerda entre os indivíduos com resultado densitométrico com T-Score  $\leq -2$  e T-Score  $> -2$ , foi verificada pelo teste *t*. Já para o resultado da dinamometria lombar, foi utilizado o teste *U* de Mann-Whitney.

A análise de variância (ANOVA), verificou a significância do resultado dos sítios densitométricos avaliados, entre os grupos etários.

Foi verificado o desempenho da força muscular como fator de risco para osteoporose, pela *Receiver Operating Curve* (ROC), e apresentados os pontos de corte da força muscular em relação ao diagnóstico densitométrico unificado e ao resultado densitométrico com T-Score  $\leq -2$ .

A curva de sensibilidade e especificidade foi construída mediante a análise da área sob a curva (AUC – Area under the curve), utilizando o diagnóstico densitométrico unificado de osteoporose e resultado densitométrico com T-Score  $\leq -2$  como variável dependente. Sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP) e negativo (VPN), bem como valor do ponto de corte, foram calculados a partir dos dados da amostra.

Para verificar quais as variáveis do estudo explicaram o diagnóstico densitométrico unificado e diagnóstico com T-Score  $\leq -2$ , foram utilizados modelos de regressão logística bivariada.

Também foi realizada uma análise de regressão linear multivariada para construir um modelo explicativo para as densidades minerais ósseas através das variáveis independentes: peso, estatura, IMC, teste de sentar e levantar de uma cadeira, dinamometria lombar e preensão palmar direita e esquerda.

A partir do valor de B de cada variável independente que compôs o modelo de regressão linear multivariada para cada densidade mineral óssea, foi possível determinar a variação em g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea de cada sítio densitométrico à medida que a variável independente sofria alteração.

Para verificar a influência das variáveis independentes na variabilidade das densidades minerais ósseas, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson ou Spearman ao quadrado, transformando os resultados obtidos em valores percentuais. Apenas a dinamometria lombar usou o coeficiente de Spearman, por ser uma variável não paramétrica.

Todos os testes foram realizados considerando-se um nível de significância  $\alpha$  de 5%. Para interpretar o valor de r foi adotado: 0,00 a 0,29 – fraca correlação, 0,30 a 0,69 – moderada correlação e 0,70 a 1,00 – Forte correlação (Wikipédia, 2008).

As análises estatísticas do trabalho foram realizadas com o auxílio dos programas de computador SPSS for Windows 17.0 (Statistical Package for the Social Sciences, Chicago, Estados Unidos da América) e Excel para digitação do banco de dados e construção dos gráficos.

## **5. RESULTADOS**

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Distribuição etária e doenças associadas

A média de idade dos 225 homens estudados foi de 68, 5 anos ( $\pm 6,43$  anos), com variação de 60 a 89 anos. A figura 5 apresenta a distribuição dos indivíduos segundo os grupos etários.

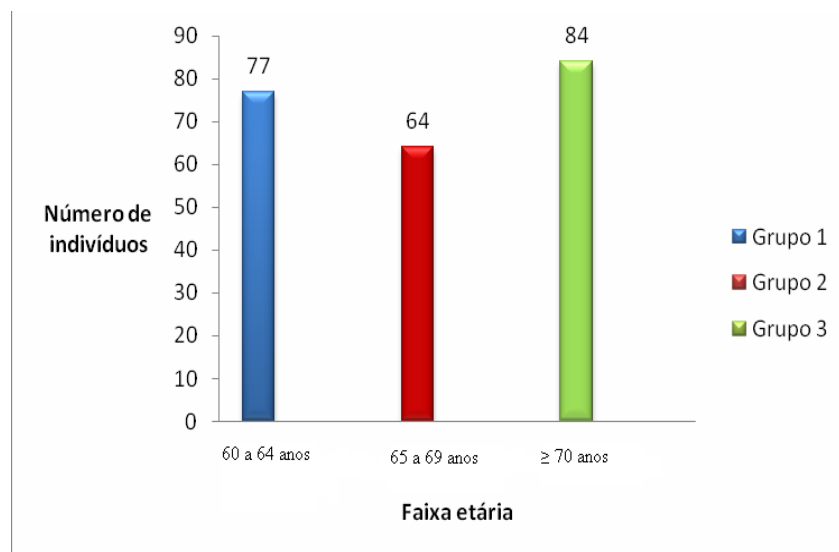


Figura 5 - Distribuição dos 225 homens em relação aos grupos etários

Entre as doenças mais comuns, foi identificada a presença de hipertensão arterial em 110 homens (48,9 %); osteoartrose em 29 homens (12,9%) e diabetes em 18 homens (8%).

Na amostra, foi constatado que 56 homens (24,9%) eram tabagistas, 49 homens (21,8) ex-fumantes. Em relação ao etilismo, 11 homens (4,9%) declararam ser alcoólatras, 18 homens (8%) responderam serem ex-etilistas. Também foi observado que 9 homens (4%) apresentavam história familiar de osteoporose.

## 5.2 Peso, estatura e índice de massa corporal (IMC)

A tabela 1 apresenta a média e o desvio padrão do peso, estatura e do índice de massa corporal da amostra estudada.

Tabela 1 – Análise descritiva dos parâmetros antropométricos da amostra estudada

Parâmetros antropométricos	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<b>Peso (kg)</b>	69,2	12,04	44	124
<b>Estatura (m)</b>	1,63	0,06	1,47	1,89
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	25,79	3,58	16,53	37,03

Foi aplicado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, para avaliar a distribuição do peso, da estatura, do índice de massa corporal e resultado dos testes de força muscular. Apenas o resultado da dinamometria lombar não apresentou uma distribuição normal.

### 5.2.1 Parâmetros antropométricos

Na tabela 2, foi demonstrada uma correlação significativa entre a idade e o peso e a estatura ( $r = - 0,178$  e  $r = - 0,191$  respectivamente). Não houve correlação significativa entre a idade e o índice de massa corporal.

Tabela 2 – Correlação entre os parâmetros antropométricos e a idade

Parâmetros antropométricos	Peso (kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
<b>Idade (anos)</b>	- 0,178 **	- 0,191 **	- 0,105

\* r de Pearson,  $p < 0,05$

\*\* r de Pearson,  $p < 0,01$



Quando comparados os grupos etários quanto aos dados antropométricos, foi observada uma diferença significativa apenas na estatura, como demonstrado na tabela 3.

Tabela 3 – Dados antropométricos da amostra em relação aos grupos etários

Parâmetros antropométricos	Grupo 1 60 a 64 anos	Grupo 2 65 a 69 anos	Grupo 3 ≥ 70 anos
Peso (kg) ( $\bar{X} \pm DP$ )	70,3 ± 12,1	71,1 ± 12,2	66,9 ± 11,5
Estatura (m) ( $\bar{X} \pm DP$ )	1,64 ± 0,07 <sup>b</sup>	1,64 ± 0,06	1,62 ± 0,05 <sup>a</sup>
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) ( $\bar{X} \pm DP$ )	25,86 ± 3,32	26,21 ± 3,25	25,40 ± 4,04

<sup>a</sup> ANOVA;  $p < 0,05$  = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo 1

<sup>b</sup> ANOVA;  $p < 0,05$  = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo 3

### 5.3 Diagnóstico Densitométrico Unificado

A Figura 6 apresenta a distribuição dos indivíduos em relação ao diagnóstico densitométrico unificado, no qual 19,1% da amostra apresentaram densidade mineral óssea normal, 48% osteopenia e 32,9% osteoporose.

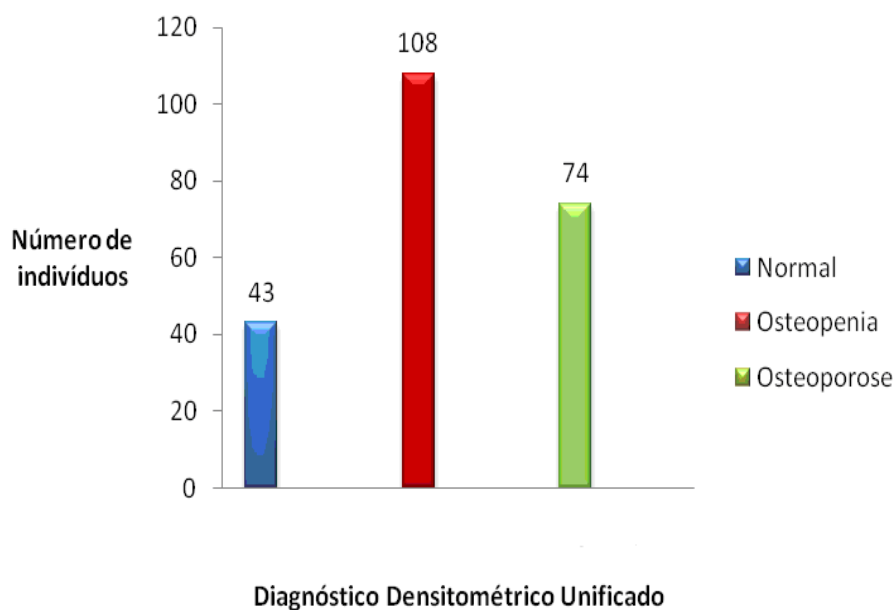


Figura 6 - Distribuição dos 225 homens em relação ao diagnóstico densitométrico unificado

Não houve diferença significativa, pelo teste ANOVA de um fator, entre as médias das idades em relação ao diagnóstico densitométrico unificado (tabela 4).

Tabela 4 – Média e desvio padrão da idade dos indivíduos em relação ao diagnóstico densitométrico unificado

	<b>Normal</b> (N = 43)	<b>Osteopenia</b> (N = 108)	<b>Osteoporose</b> (N =74)
<b>Idade (anos)</b> $\bar{X} \pm DP$	66,74 ± 5,5	68,76 ± 6,3	69,28 ± 6,8

A tabela 5 apresenta a média e desvio padrão do peso, da estatura e do IMC em relação ao diagnóstico densitométrico unificado dos 225 indivíduos.

Tabela 5 – Comparação das médias dos parâmetros antropométricos em relação ao diagnóstico densitométrico unificado

<b>Parâmetros Antropométricos</b>	<b>Normal</b>	<b>Osteopenia</b>	<b>Osteoporose</b>
<b>Peso (kg)</b> $\bar{X} \pm DP$	77,2 ± 14,05 <sup>b,c</sup>	68,4 ± 10,46 <sup>a</sup>	65,8 ± 10,97 <sup>a</sup>
<b>Estatura (m)</b> $\bar{X} \pm DP$	1,66 ± 0,08 <sup>b,c</sup>	1,62 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,63 ± 0,05 <sup>a</sup>
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b> $\bar{X} \pm DP$	27,71 ± 3,70 <sup>b,c</sup>	25,76 ± 3,10 <sup>a</sup>	24,70 ± 3,76 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> ANOVA; p<0,05 = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo normal

<sup>b</sup> ANOVA; p<0,05 = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo com osteopenia

<sup>c</sup> ANOVA; p<0,05 = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo com osteoporose

## 5.4 Densidade Mineral Óssea

A tabela 6 apresenta a distribuição dos indivíduos em relação ao diagnóstico densitométrico do colo femoral, quadril total, coluna lombar, rádio 33% do antebraço esquerdo e direito. A coluna lombar, sítio de padrão ouro para avaliar a densidade mineral óssea do osso trabecular, foi o sítio densitométrico com maior incidência de osteoporose (27,1%) e osteopenia (33,3%) na amostra.

Tabela 6 – Distribuição dos indivíduos em relação ao diagnóstico densitométrico por sítio analisado

Diagnóstico densitométrico	Normal N (%)	Osteopenia N (%)	Osteoporose N (%)
<b>Colo femoral</b> (N = 209)	68 (30,2)	111 (49,3)	30 (13,3)
<b>Quadril total</b> (N = 208)	54 (24,0)	111 (49,3)	43 (19,1)
<b>Coluna lombar</b> (N = 197)	61 (27,1)	75 (33,3)	61 (27,1)
<b>Rádio 33% D</b> (N = 207)	107 (47,6)	87 (38,7)	13 (5,8)
<b>Rádio 33% E</b> (N = 85)	51 (22,7)	32 (14,2)	2 (0,9)

Na tabela 7 é mostrada a correlação entre a idade e a densidade mineral óssea de todos os sítios avaliados. A idade somente não apresentou correlação significativa com a densidade mineral óssea da coluna lombar.

Tabela 7 – Correlação entre a idade e as densidades minerais ósseas da amostra

	Colo femoral	Trocanter	Quadril total	Coluna lombar	Rádio 33% E	Rádio ultra-distal E	Rádio 33% D	Rádio ultra-distal D
<b>Idade</b>	-0,358**	-0,250**	-0,287**	-0,086	-0,317**	-0,253 **	-0,251*	-0,236 *

\* r de Pearson,  $p < 0,05$

\*\* r de Pearson,  $p < 0,01$

A tabela 8 apresenta os coeficientes de correlação obtidos pelo coeficiente de correlação de Pearson, entre peso, estatura, índice de massa corporal e as densidades minerais ósseas do colo femoral, quadril total, coluna lombar, rádio 33% e rádio ultra-distal do antebraço esquerdo e rádio 33% e rádio ultra-distal do antebraço direito.

Tabela 8 – Correlação entre os parâmetros antropométricos e as densidades minerais ósseas

Densidade mineral óssea	Peso	Estatura	IMC
Colo femoral	0,422 **	0,267 **	0,351 **
Trocânter	0,363 **	0,152 *	0,354 **
Quadril total	0,336 **	0,107	0,348 **
Coluna lombar	0,290 **	0,173 *	0,239 **
Rádio 33% E	0,319 **	0,288 **	0,210 **
Rádio 33% D	0,401 **	0,286 **	0,310 **
Rádio ultra-distal E	0,386 **	0,211 **	0,336 **
Rádio ultra-distal D	0,399 **	0,159	0,378 **

\* r de Pearson,  $p < 0,05$ \*\* r de Pearson,  $p < 0,01$ 

O percentual de explicação das variáveis foi calculado elevando o resultado do coeficiente de correlação ao quadrado ( $r^2$ ) transformando este resultado em percentual. Na tabela 9 observa-se o quanto a variável peso, estatura e IMC explicaram a variabilidade das densidades minerais ósseas.

Tabela 9 – Percentual de explicação da variabilidade das densidades minerais ósseas pela idade, peso, estatura e IMC.

Densidade mineral óssea	Idade (% $r^2$ )	Peso (% $r^2$ )	Estatura (% $r^2$ )	IMC (% $r^2$ )
Colo femoral	12,8%	17,8%	7,1%	12,3%
Trocânter	6,2%	13,1%	2,3%	12,5%
Quadril total	8,2%	11,3%	1,1%	12,1%
Coluna lombar	0,7%	8,4%	3,0%	5,7%
Rádio 33% E	10,0%	10,1%	8,3%	4,4%
Rádio 33% D	6,3%	16,1%	8,2%	9,6%
Rádio ultra-distal E	6,4%	14,9%	4,4%	11,3%
Rádio ultra-distal D	5,5%	15,9%	2,5%	14,3%

Não houve correlação significativa entre o consumo de café e leite com a densidade mineral óssea de qualquer sítio analisado. No entanto, o consumo de verduras verde escuras apresentou correlação significativa positiva com o diagnóstico densitométrico unificado ( $r = 0,182$ ).

#### 5.4.1 Densidade Mineral Óssea entre os Grupos Etários

A tabela 10 mostra média e desvio padrão da densidade mineral óssea de cada sítio densitométrico avaliado em relação aos grupos etários.

Tabela 10 – Comparação das médias das densidades minerais ósseas entre os grupos etários

Densidade mineral óssea (g/cm <sup>2</sup> )	Grupo 1 60 a 64 anos	Grupo 2 65 a 69 anos	Grupo 3 ≥ 70 anos
<b>Colo femoral</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	0,951 ± 0,131 <sup>b,c</sup>	0,892 ± 0,131 <sup>a</sup>	0,853 ± 0,122 <sup>a</sup>
<b>Trocanter</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	0,820 ± 0,134 <sup>c</sup>	0,792 ± 0,121	0,761 ± 0,126 <sup>a</sup>
<b>Quadril total</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	1,002 ± 0,142 <sup>c</sup>	0,962 ± 0,132	0,901 ± 0,242 <sup>a</sup>
<b>Coluna lombar</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	1,025 ± 0,171	1,032 ± 0,143	0,999 ± 0,154
<b>Rádio 33% E</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	0,766 ± 0,086 <sup>c</sup>	0,738 ± 0,070	0,707 ± 0,077 <sup>a</sup>
<b>Rádio ultra-distal E</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	0,402 ± 0,093 <sup>c</sup>	0,384 ± 0,059	0,359 ± 0,055 <sup>a</sup>
<b>Rádio 33% D</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	0,763 ± 0,059 <sup>c</sup>	0,746 ± 0,073	0,714 ± 0,078 <sup>a</sup>
<b>Rádio ultra-distal D</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	0,398 ± 0,064	0,387 ± 0,065	0,353 ± 0,130

<sup>a</sup> ANOVA;  $p < 0,05$  = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo 1

<sup>b</sup> ANOVA;  $p < 0,05$  = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo 2

<sup>c</sup> ANOVA;  $p < 0,05$  = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo 3

## 5.5 Resultado Densitométrico de T-Score $\leq -2$

A Figura 7 apresenta a distribuição dos indivíduos em relação ao resultado densitométrico de T-Score  $\leq -2$  e T-Score  $> -2$ . O resultado densitométrico de T-Score  $\leq -2$  foi encontrado em 49,3% da amostra.

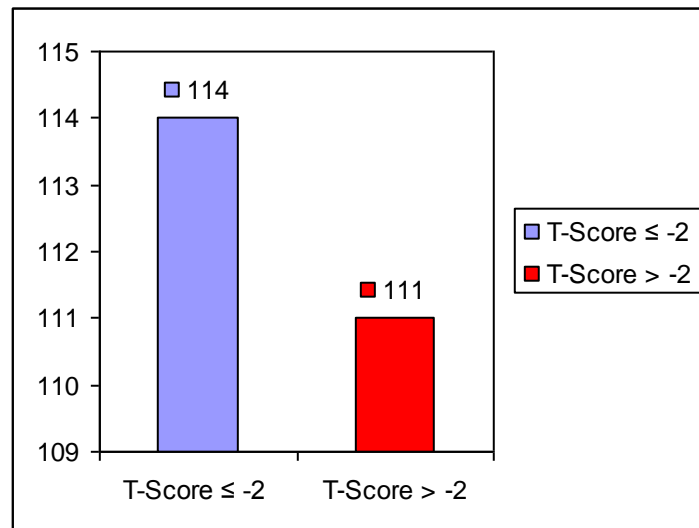


Figura 7 - Distribuição da amostra em relação ao resultado densitométrico com T-Score  $\leq -2$  e T-Score  $> -2$ .

Foi apresentada uma diferença significativa da média da idade entre os indivíduos com T-Score  $\leq -2$  e T-Score  $> -2$ , demonstrada na tabela 11.

Tabela 11 – Comparação das médias da idade da amostra em relação aos indivíduos com T-Score  $\leq -2$  e T-Score  $> -2$

Resultado densitométrico unificado com T-Score $> -2$ e T-Score $\leq -2$	Idade (anos) ( $\bar{X} \pm DP$ )
T-Score $> -2$ (N = 114)	67,68 $\pm$ 5,76 *
T-Score $\leq -2$ (N = 111)	69,43 $\pm$ 6,98 *

\* =  $p < 0,01$

A tabela 12 apresenta a comparação dos parâmetros antropométricos quanto ao T-Score  $\leq -2$ .

Tabela 12 – Comparação das médias dos parâmetros antropométricos em relação ao T-Score  $\leq -2$ 

Parâmetros Antropométricos	T-Score $\leq -2$	T-Score $> -2$
<b>Peso (kg)</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	66,2 $\pm$ 10,92 **	72,2 $\pm$ 12,35 **
<b>Estatura (m)</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	1,62 $\pm$ 0,05 *	1,64 $\pm$ 0,07 *
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	24,99 $\pm$ 3,74 **	26,56 $\pm$ 3,26 **

\* =  $p < 0,05$ \*\* =  $p < 0,001$ 

## 5.6 Força Muscular

A tabela 13 descreve a variação, a média e o desvio padrão dos testes de força muscular de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos, dinamometria lombar, preensão palmar à esquerda e à direita.

Tabela 13 – Análise descritiva da força muscular da amostra estudada

Testes de Força muscular	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<b>Teste de sentar e levantar (n° de repetições)</b>	219	17,33	4,97	4	36
<b>Dinamometria lombar (kgf)</b>	222	88,74	28,63	10	170
<b>Preensão palmar E (kgf)</b>	225	33,85	6,50	13	51
<b>Preensão palmar D (kgf)</b>	225	33,31	6,55	14	55

N = número de pacientes

A mediana da dinamometria lombar foi de 90 kgf.

As tabelas 14,15 e 16 demonstram a média e desvio padrão dos resultados dos testes de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos, da preensão palmar, da mediana e do desvio padrão dos resultados do teste de dinamometria lombar em relação aos grupos etários.

Tabela 14 – Comparação das médias do teste de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos entre os grupos etários

<b>Teste de força muscular</b>	<b>Grupo 1</b> 60 a 64 anos (N = 75)	<b>Grupo 2</b> 65 a 69 anos (N = 62)	<b>Grupo 3</b> ≥ 70 anos (N = 82)
<b>Teste de sentar e levantar (n° de repetições)</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	18,51 ± 5,12 <sup>c</sup>	18,60 ± 4,49 <sup>c</sup>	15,29 ± 4,97 <sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> ANOVA; p<0,05 = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo 1

<sup>b</sup> ANOVA; p<0,05 = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo 2

<sup>c</sup> ANOVA; p<0,05 = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo 3

Tabela 15 – Comparação das médias do teste preensão palmar direita e esquerda entre os grupos etários

<b>Testes de força muscular</b>	<b>Grupo 1</b> 60 a 64 anos (N = 77)	<b>Grupo 2</b> 65 a 69 anos (N = 64)	<b>Grupo 3</b> ≥ 70 anos (N = 84)
<b>Preensão palmar direita (kgf)</b> $\bar{X} \pm DP$	35,87 ± 5,11 <sup>c</sup>	36,07 ± 5,40 <sup>c</sup>	30,29 ± 6,88 <sup>a,b</sup>
<b>Preensão palmar esquerda (kgf)</b> $\bar{X} \pm DP$	35,48 ± 5,86 <sup>c</sup>	35,03 ± 5,74 <sup>c</sup>	30,01 ± 6,46 <sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> ANOVA; p<0,05 = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo 1

<sup>b</sup> ANOVA; p<0,05 = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo 2

<sup>c</sup> ANOVA; p<0,05 = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo 3

Tabela 16 – Comparação das medianas do teste dinamometria lombar entre os grupos etários

<b>Teste de força muscular</b>	<b>Grupo 1</b> 60 a 64 anos (N = 75)	<b>Grupo 2</b> 65 a 69 anos (N = 63)	<b>Grupo 3</b> ≥ 70 anos (N = 84)
<b>Dinamometria lombar (kgf)</b>	127,23*	122,99*	88,84*

Kruskal wallis \*p<0,001

A diferença nas medianas do teste de dinamometria lombar entre os grupos etários mostrou-se ser significativa.



### 5.6.1 Força muscular e Densidade Mineral Óssea

A tabela 17 apresenta as correlações entre os testes de sentar e levantar de uma cadeira e preensão palmar esquerda e direita, e as densidades minerais ósseas dos sítios densitométricos avaliados.

Tabela 17 – Correlação entre os testes de sentar e levantar de uma cadeira, preensão palmar esquerda e direita e as densidades minerais ósseas.

Densidade mineral óssea	Teste de sentar e levantar	Preensão palmar E	Preensão palmar D
Colo femoral	0,241 **	0,331 **	0,330 **
Trocanter	0,227 **	0,275 **	0,307 **
Quadril total	0,156 *	0,214 **	0,229 **
Coluna lombar	0,159 *	0,164 *	0,194 **
Rádio 33% (E)	0,197 **	0,371 **	0,385 **
Rádio ultra-distal (E)	0,161 *	0,320 **	0,324 **
Rádio 33% (D)	0,288 **	0,331 **	0,325 **
Rádio ultra-distal (D)	0,241 *	0,164	0,163

\* r de Pearson,  $p < 0,05$

\*\* r de Pearson,  $p < 0,01$

A tabela 18 demonstra a correlação entre a mediana da força lombar e as densidades minerais ósseas dos sítios densitométricos avaliados.

Tabela 18 – Correlação entre o teste de dinamometria lombar e as densidades minerais ósseas

Densidade mineral óssea	Dinamometria lombar
Colo femoral	0,340 **
Trocanter	0,374 **
Quadril total	0,379 **
Coluna lombar	0,311 **
Rádio 33% E	0,356 **
Rádio ultra-distal E	0,330 **
Rádio 33% D	0,379 **
Rádio ultra-distal D	0,269 *

\* r de Spearman,  $p < 0,05$ \* r de Spearman,  $p < 0,01$ 

A tabela 19 apresenta o percentual de explicação da variabilidade das densidades minerais ósseas pelos resultados dos testes de dinamometria lombar, teste de sentar e levantar e os testes de preensão palmar esquerda e direita.

Tabela 19 – Percentual de explicação da variabilidade das densidades minerais ósseas pelos testes de dinamometria lombar, sentar e levantar e preensão palmar esquerda e direita

Densidade mineral óssea	Dinamometria Lombar (% r <sup>2</sup> )	Teste de sentar e levantar (% r <sup>2</sup> )	Preensão palmar (E) (% r <sup>2</sup> )	Preensão palmar (D) (% r <sup>2</sup> )
Colo femoral	11.5%	5.8%	10.9%	10.9%
Trocanter	13,9%	5,1%	7,5%	9,4%
Quadril total	14.3%	2.4%	4.6%	5.2%
Coluna lombar	9.6%	2.5%	2.7%	3.8%
Rádio 33% E	12.6%	3.9%	13.7%	14.8%
Rádio 33% D	14.3%	8.3%	11.0%	10.5%
Rádio ultra-distal E	10.8%	2.6%	10.3%	10.5%
Rádio ultra-distal D	7.2%	5.8%	2.7%	2.7%

### 5.6.2 Força Muscular e Diagnóstico Densitométrico Unificado

A média e desvio padrão do resultado do teste de sentar e levantar da cadeira e o resultado do teste de preensão palmar direita e esquerda entre os grupos com diagnóstico densitométrico unificado, estão representados na tabela 20.

Tabela 20– Comparação das médias dos testes de sentar e levantar de uma cadeira e preensão palmar direita e esquerda em relação ao diagnóstico densitométrico unificado

Testes de força muscular	Normal	Osteopenia	Osteoporose
<b>Teste de sentar e levantar</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	17,5 ± 5,43	18,0 ± 5,04 <sup>c</sup>	16,1 ± 4,40 <sup>b</sup>
<b>Preensão Palmar direita</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	35,89 ± 7,29 <sup>c</sup>	33,03 ± 6,24	32,47 ± 6,26 <sup>a</sup>
<b>Preensão Palmar esquerda</b> ( $\bar{X} \pm DP$ )	35,84 ± 7,39 <sup>b,c</sup>	33,98 ± 6,14 <sup>a</sup>	32,26 ± 6,18 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> ANOVA; p<0,05 = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo normal

<sup>b</sup> ANOVA; p<0,05 = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo com osteopenia

<sup>c</sup> ANOVA; p<0,05 = diferença entre as médias estatisticamente significativas com o grupo com osteoporose

A diferença da mediana, no resultado do teste de dinamometria lombar, mostrou ser significativa (p < 0,01) ao compará-la entre os grupos de diagnóstico densitométrico unificado. Foi significativa a diferença entre os resultados dos testes de dinamometria lombar dos indivíduos com diagnóstico normal em relação aos indivíduos com osteopenia e osteoporose e entre os indivíduos com osteopenia e os indivíduos com osteoporose.

### 5.6.3 Força Muscular e T-Score ≤ - 2

A tabela 21 demonstra o desvio padrão e as diferenças das médias do resultado do teste de sentar e levantar e teste de preensão palmar do antebraço direito e esquerdo em relação aos indivíduos com T-Score ≤ - 2 e > -2.

Tabela 21 – Comparação da força muscular dos indivíduos com T-Score  $\leq -2$  e  $> -2$ 

Testes de força muscular	T-Score $\leq -2$	N	T-Score $> -2$	N
Teste de sentar e levantar (nº de repetições)	16,3 $\pm$ 4,11 **	106	18,2 $\pm$ 5,52 **	113
Preensão palmar esquerdo (kgf)	32,90 $\pm$ 6,20 *	111	34,77 $\pm$ 6,67 *	114
Preensão palmar direito (kgf)	32,53 $\pm$ 6,37 *	111	34,08 $\pm$ 6,66 *	114

\* =  $p < 0,05$ \*\* =  $p < 0,01$ 

A diferença da mediana do resultado do teste de dinamometria lombar foi significativa ( $p < 0,01$ ) entre os indivíduos com diagnóstico de T-Score  $\leq -2$  e T-Score  $> -2$ .

## 5.7 Análise de Regressão linear multivariada

### 5.7.1 Colo femoral

As variáveis peso, idade e resultado da dinamometria lombar, compuseram o modelo de regressão linear multivariada para a densidade mineral óssea do colo femoral e explicaram 29,5% ( $r^2 = 0,295$ ) de sua variabilidade. A tabela 22 demonstra a significância das variáveis peso, idade e dinamometria lombar em relação à densidade mineral do colo femoral.

Tabela 22 – Teste ANOVA para análise de regressão linear multivariada do colo femoral

Modelo	Soma dos quadrados	DF	Média dos quadrados	F	p
Regressão	1.079	3	0,360	27,909	0,000 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Preditores: peso, idade, dinamometria lombar

A tabela 23 apresenta a análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do colo femoral.

Tabela 23 - Análise de regressão linear multivariada do colo femoral

<b>Modelo</b>	<b>B</b>	<b>EP</b>	<b>p</b>	<b>Intervalo de confiança do B (95%) Limite inferior</b>	<b>Intervalo de confiança do B (95%) Limite Superior</b>
<b>Constante</b>	0,911	0,112	0.000	0,691	1,132
<b>Peso</b>	0,003	0,001	0.000	0,002	0,005
<b>Idade</b>	-0,005	0,001	0.000	-0,007	-0,002
<b>Força lombar</b>	0,001	0,000	0.002	0,000	0,002

Pelo modelo de regressão linear multivariada, construído para explicar a densidade mineral óssea do colo femoral, pode-se inferir que o acréscimo de 1kg no peso corporal corresponde a um aumento de 0,003 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do colo femoral. O acréscimo de 1 ano na idade dos pacientes representa uma redução de 0,005 g/cm<sup>2</sup> na densidade do colo femoral. O aumento de 1kgf na força muscular da coluna lombar corresponde a um acréscimo de 0,005 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do colo femoral.

### 5.7.2 Trocanter

A dinamometria lombar, idade e IMC, compuseram o modelo de regressão linear multivariada para a densidade mineral óssea do trocanter e explicaram 22% ( $r^2 = 0,220$ ) de sua variabilidade. A tabela 24 demonstra a significância das dinamometria lombar, idade e IMC em relação à densidade mineral do trocanter.

Tabela 24 – Teste ANOVA para análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do trocanter

Modelo	Soma dos quadrados	DF	Média dos quadrados	F	p.
<b>Regressão</b>	0,732	3	0,244	18.282	0,000 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Preditores: Dinamometria lombar, IMC e idade

A tabela 25 apresenta a análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do trocanter.

Tabela 25 - Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do trocanter

Modelo	B	EP	p	Intervalo de confiança do B (95%) Limite inferior	Intervalo de confiança do B (95%) Limite Superior
<b>Constante</b>	0,637	0,119	0.000	0,403	0,871
<b>Dinamometria lombar</b>	0,001	0,000	0.001	0,000	0,002
<b>IMC</b>	0,010	0,002	0.000	0,005	0,014
<b>Idade</b>	-0,003	0,001	0.039	-0,005	0,000

Pelo modelo de regressão linear multivariada, construído para explicar a densidade mineral óssea do trocanter, pode-se inferir que o acréscimo de 1kg/m<sup>2</sup> no IMC corresponde a um aumento de 0,010 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do trocanter. O acréscimo de 1 ano na idade dos pacientes representa uma redução de 0,003 g/cm<sup>2</sup> na densidade do trocânter. O aumento de 1kgf na força muscular da coluna lombar corresponde a um acréscimo de 0,001 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do trocanter.

### 5.7.3 Quadril total

As variáveis IMC, o resultado da dinamometria lombar e a idade compuseram o modelo de regressão linear multivariada para a densidade mineral óssea do quadril total e explicaram 20,1% ( $r^2 = 0,201$ ) de sua variabilidade. A tabela 26 demonstra a significância do modelo de regressão para a densidade mineral óssea do quadril total.

Tabela 26 – Teste ANOVA para significância da regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do quadril total

Modelo	Soma dos quadrados	DF	Média dos quadrados	F	p
Regressão	1,422	3	0,474	16.642	0,000 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Preditores: IMC, dinamometria lombar e idade

A tabela 27 apresenta a análise de regressão linear multivariada cuja variável dependente foi a densidade mineral óssea do quadril total e as variáveis independentes foram o IMC, o resultado da dinamometria lombar e a idade.

Tabela 27 - Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do quadril total

Modelo	B	EP	p	Intervalo de confiança do B (95%) Limite inferior	Intervalo de confiança do B (95%) Limite Superior
Constante	0,908	0,172	0,000	0,570	1,247
IMC	0,015	0,003	0,000	0,008	0,022
Dinamometria lombar	0,001	0,000	0,046	0,000	0,002
Idade	- 0,006	0,002	0,002	-0,010	-0,002

Pelo modelo de regressão linear multivariada, construído para explicar a densidade mineral óssea do quadril total, pode-se inferir que o acréscimo de 1kg/m<sup>2</sup> no IMC corresponde a um aumento de 0,015 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do quadril total. O acréscimo de 1 ano na idade dos pacientes representa uma redução de 0,006 g/cm<sup>2</sup> na densidade do quadril total. O aumento de 1kgf na força muscular da coluna lombar corresponde a um acréscimo de 0,001 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do quadril total.

#### 5.7.4 Coluna Lombar

O peso corporal, o resultado da dinamometria lombar e a idade compuseram o modelo de regressão linear multivariada para a densidade mineral óssea da coluna lombar e explicaram 12,1% ( $r^2 = 0,121$ ) de sua variabilidade. A tabela 28 demonstra a significância das variáveis, peso, dinamometria lombar e idade, em relação à densidade mineral da coluna lombar.

Tabela 28 – Teste ANOVA para análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea da coluna lombar.

Modelo	Soma dos quadrados	DF	Média dos quadrados	F	p
<b>Regressão</b>	0,573	3	0,191	8.649	0,000 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Preditores: Peso, força lombar e idade

A tabela 29 apresenta a análise de regressão linear multivariada densidade mineral óssea da coluna lombar.



Tabela 29 - Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea coluna lombar

Modelo	B	EP	p	Intervalo de confiança do B (95%) Limite inferior	Intervalo de confiança do B (95%) Limite Superior
<b>Constante</b>	0,681	0,151	0.000	0,383	0,978
<b>Peso</b>	0,003	0,001	0.005	0,001	0,005
<b>Dinamometria lombar</b>	0,001	0,000	0.006	0,000	0,002
<b>Idade</b>	0,001	0,002	0,736	-0,003	0,004

Pelo modelo de regressão linear multivariada, construído para explicar a densidade mineral óssea da coluna lombar, pode-se inferir que o acréscimo de 1kg no peso corporal corresponde a um aumento de 0,003 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea da coluna lombar. O acréscimo de 1 ano na idade dos pacientes representa um aumento de 0,001 g/cm<sup>2</sup> na densidade da coluna lombar. O aumento de 1kgf na força muscular da coluna lombar corresponde a um acréscimo de 0,001 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea da coluna lombar.

#### 5.7.5 Rádio 33% esquerdo

As variáveis, idade, força de preensão palmar direita, estatura e força de dinamometria lombar compuseram o modelo de regressão linear multivariada, cuja variável dependente foi o rádio 33% esquerdo, e explicaram 22,5% ( $r^2 = 0,225$ ) da densidade mineral óssea do quadril total. A tabela 30 demonstra a significância das variáveis, preensão palmar direita, estatura, dinamometria lombar e idade em relação à densidade mineral do rádio 33% esquerdo.

Tabela 30 – Teste ANOVA para análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do rádio 33% esquerdo

<b>Modelo</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>DF</b>	<b>Média dos quadrados</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Regressão</b>	0,306	4	0,077	14.331	0,000 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Preditores: preensão palmar direita, estatura, dinamometria lombar e idade

A tabela 31 apresenta a análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea rádio 33% esquerdo.

Tabela 31 –Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do rádio 33% esquerdo.

<b>Modelo</b>	<b>B</b>	<b>EP</b>	<b>p</b>	<b>Intervalo de confiança do B (95%) Limite inferior</b>	<b>Intervalo de confiança do B (95%) Limite Superior</b>
<b>Constante</b>	0.460	0.150	0.002	0,164	0,756
<b>Preensão palmar direita</b>	0.002	0.001	0,181	0,000	0,004
<b>Estatura</b>	0.190	0.082	0.021	0,029	0,351
<b>Dinamometria lombar</b>	0.001	0.000	0.011	0,000	0,001
<b>Idade</b>	- 0.002	0.001	0,024	-0,004	0.000

Pelo modelo de regressão linear multivariada, construído para explicar a densidade mineral óssea do rádio 33% esquerdo, pode-se inferir que o acréscimo de 1m na estatura corresponde a um aumento de 0,190 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do rádio 33% esquerdo. O acréscimo de 1 ano na idade dos pacientes representa uma redução de 0,002 g/cm<sup>2</sup> na densidade da coluna lombar. O aumento de 1kgf na força muscular da coluna lombar e preensão palmar direita, corresponde

a um acréscimo de 0,001 g/cm<sup>2</sup> e 0,002 g/cm<sup>2</sup> respectivamente, na densidade mineral óssea da coluna lombar.

### 5.7.6 Rádio 33% direito

O peso, a dinamometria lombar e a idade compuseram o modelo de regressão linear multivariada para a densidade mineral óssea rádio 33% direito e explicaram 23,6% ( $r^2 = 0,236$ ) de sua variabilidade. A tabela 32 demonstra a significância das dinamometria lombar, da idade e do IMC em relação à densidade mineral do rádio 33% direito.

Tabela 32 – Teste ANOVA para análise de regressão linear com a variável independente da densidade mineral óssea do rádio 33% direito

Modelo	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
<b>Regressão</b>	0,104	3	0,035	8.036	0,000 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Preditores: Peso, força lombar e idade

A tabela 33 apresenta a análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea rádio 33% direito.

Tabela 33 - Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do rádio 33% direito

Modelo	B	EP	p	Intervalo de confiança do B (95%) Limite inferior	Intervalo de confiança do B (95%) Limite Superior
<b>Constante</b>	0.618	0.110	0.000	0,389	0,838
<b>Peso</b>	0.002	0.001	0.001	0,001	0,003
<b>Dinamometria lombar</b>	0.003	0.002	0.043	0,000	0,006
<b>Idade</b>	- 0.001	0.001	0.295	-0,004	0,001

Pelo modelo de regressão linear multivariada, construído para explicar a densidade mineral óssea do rádio 33% direito, pode-se inferir que o acréscimo de 1kg no peso corporal corresponde a um aumento de 0,002 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do rádio 33% direito. O acréscimo de 1 ano na idade dos pacientes representa uma redução de 0,001 g/cm<sup>2</sup> na densidade do rádio 33% direito. O aumento de 1kgf na força muscular da coluna lombar corresponde a um acréscimo de 0,003 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do rádio 33% direito.

### 5.7.7 Rádio ultra-distal esquerdo

O peso, a força de preensão palmar direita e a idade compuseram o modelo de regressão linear multivariada para a densidade mineral óssea rádio ultra-distal esquerdo e explicaram 20,5% ( $r^2 = 0,205$ ) de sua variabilidade. A tabela 34 demonstra a significância da dinamometria lombar, da idade e do IMC em relação à densidade mineral do rádio ultra-distal esquerdo.

Tabela 34 – Teste ANOVA para análise de regressão linear com a variável independente da densidade mineral óssea do rádio ultra-distal esquerdo

Modelo	Soma dos quadrados	DF	Média dos quadrados	F	p
<b>Regressão</b>	0,217	3	0,072	16.848	0,000 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Preditores: Peso, preensão palmar direita e idade

A tabela 35 apresenta a análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do rádio ultra-distal esquerdo.

Tabela 35 - Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do rádio ultra-distal esquerdo.

<b>Modelo</b>	<b>B</b>	<b>EP</b>	<b>p</b>	<b>Intervalo de confiança do B (95%) Limite inferior</b>	<b>Intervalo de confiança do B (95%) Limite Superior</b>
<b>Constante</b>	0.279	0.076	0.000	0,129	0,429
<b>Peso</b>	0.002	0.000	0.000	0,001	0,003
<b>Preensão palmar direita</b>	0.002	0.001	0.024	0,000	0,004
<b>Idade</b>	- 0.001	0.001	0.097	-0,003	0,000

Pelo modelo de regressão linear multivariada, construído para explicar a densidade mineral óssea do rádio ultra-distal esquerdo, pode-se inferir que o acréscimo de 1kg no peso corporal corresponde a um aumento de 0,002 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do rádio ultra-distal esquerdo. O acréscimo de 1 ano na idade dos pacientes representa uma redução de 0,001 g/cm<sup>2</sup> na densidade do rádio ultra-distal esquerdo. O aumento de 1kgf na força muscular de preensão palmar direita corresponde a um acréscimo de 0,002 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do rádio ultra-distal esquerdo.

### 5.7.8 Rádio ultra-distal direito

O peso, idade e força muscular dos membros inferiores compuseram o modelo de regressão linear multivariada para a densidade mineral óssea rádio ultra-distal direito e explicaram 21,3% ( $r^2 = 0,213$ ) de sua variabilidade. A tabela 36 demonstra a significância da força isotônica dos membros inferiores, idade e IMC em relação à densidade mineral do rádio ultra-distal direito.

Tabela 36 – Teste ANOVA para análise de regressão linear com a variável independente da densidade mineral óssea do rádio ultra-distal direito

Modelo	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
<b>Regressão</b>	0,167	3	0,056	7.017	0,000 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Preditores: Peso, força de membros inferiores e idade

A tabela 37 apresenta a análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do rádio ultra-distal direito.

Tabela 37 - Análise de regressão linear multivariada da densidade mineral óssea do rádio ultra-distal direito.

Modelo	B	EP	p	Intervalo de confiança do B (95%) Limite inferior	Intervalo de confiança do B (95%) Limite Superior
<b>Constante</b>	0.231	0.150	0.127	-0,067	0,529
<b>Peso</b>	0.003	0.001	0.001	0,001	0,005
<b>Força isotônica dos membros inferiores</b>	0,003	0,002	0,116	0,000	0,008
<b>Idade</b>	- 0.002	0.002	0.303	-0,005	0,002

Pelo modelo de regressão linear multivariada, construído para explicar a densidade mineral óssea do rádio ultra-distal direito, pode-se inferir que o acréscimo de 1kg no peso corporal corresponde a um aumento de 0,003 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do rádio ultra-distal direito. O acréscimo de 1 ano na idade dos pacientes representa uma redução de 0,002 g/cm<sup>2</sup> na densidade do rádio ultra-distal direito. O aumento de 1kgf na força muscular isotônica dos membros inferiores corresponde a um acréscimo de 0,003 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do rádio ultra-distal direito.

## 5.8 Análise de Regressão Logística

Nos modelos de regressão logística ajustados, as variáveis que entraram nas equações estão representadas nas tabelas 38 e 39. Em relação às forças musculares, apenas a dinamometria esquerda entrou na equação, com uma razão de chances de 1,09 para osteoporose e de 1,11 para T-Score  $\leq$  -2,0.

Tabela 38 – Regressão logística para o diagnóstico densitométrico de osteoporose

Variáveis independentes na equação	Razão de chances (IC)
Idade	1,12 (1,02 – 1,25)
Densidade mineral óssea do colo femoral	0,01 (0,00 – 14,16)
Preensão palmar esquerda	1,09 (1,01 – 1,17)

Tabela 39 – Regressão logística para o diagnóstico de T-Score  $\leq$  -2,0

Variáveis independentes na equação	Razão de chances (IC)
Idade	1,25 (1,16 – 1,34)
IMC	1,35 (1,00 – 1,81)
Preensão palmar esquerda	1,11 (1,03 – 1,20)

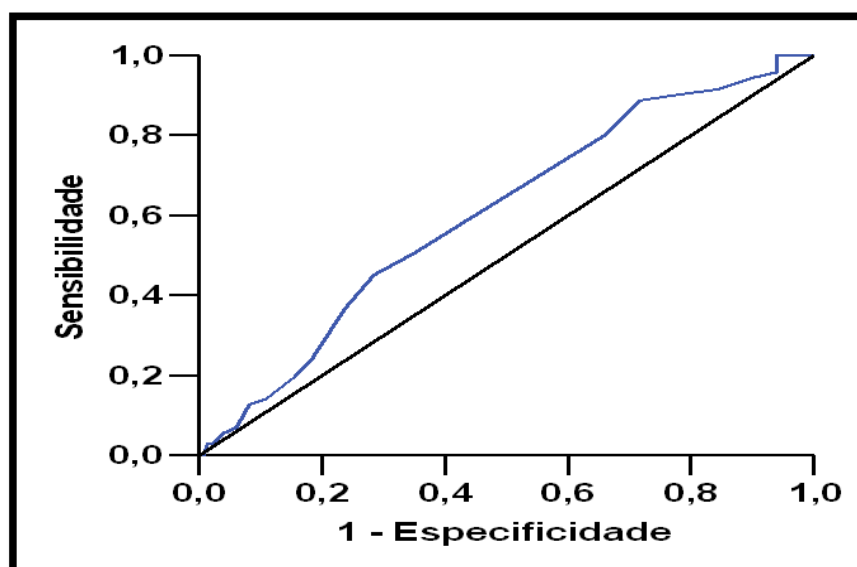
## 5.9 Acurácia dos testes de força muscular para predizer o diagnóstico de osteoporose e de T-Score $\leq$ -2,0

Pela curva *ROC*, foi obtido o ponto de corte do teste de sentar e levantar de uma cadeira no valor de 20,5 repetições para o diagnóstico unificado de osteoporose e para o diagnóstico de T-Score  $\leq$  -2,0. A tabela 40 apresenta as medidas de acurácia do teste de sentar e levantar.

Tabela 40 - Sensibilidade, especificidade e valores preditivos dos pontos de corte do teste de sentar e levantar para o diagnóstico de osteoporose e de T-Score  $\leq -2,0$ 

	Teste de sentar e levantar (T-Score $\leq -2,5$ )	Teste de sentar e levantar (T-Score $\leq -2,0$ )
<b>Sensibilidade (IC)</b>	0,887 (0,870-0,905)	0,879 (0,860-0,897)
<b>Especificidade (IC)</b>	0,284 (0,249-0,319)	0,346 (0,307-0,385)
<b>Valor preditivo positivo (IC)</b>	0,373 (0,333-0,413)	0,561 (0,519-0,604)
<b>Valor preditivo negativo (IC)</b>	0,840 (0,817-0,863)	0,750 (0,718-0,782)

Nas figuras 8 e 9 estão representadas as curvas ROC para o teste de sentar e levantar de uma cadeira para o diagnóstico densitométrico de osteoporose e de baixa densidade mineral óssea unificada (T-Score  $\leq -2$ ), respectivamente.

Figura 8 - Curva ROC para o teste de sentar e levantar para diagnóstico unificado de T-Score  $\leq -2,5$



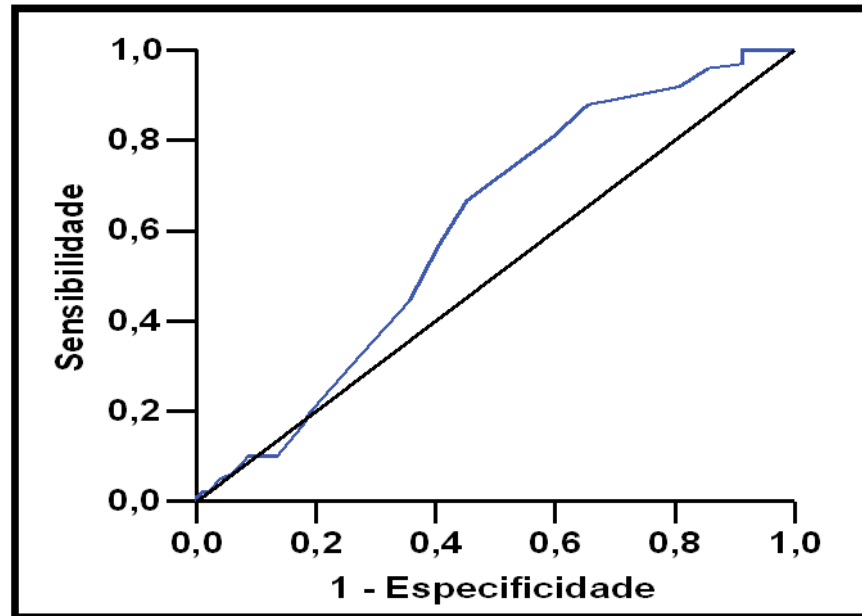


Figura 9 - Curva ROC para o teste de sentar e levantar para diagnóstico unificado de T-Score  $\leq -2,0$

Pela curva *ROC*, foi obtido o ponto de corte do teste dinamometria lombar nos valores de 99,5 kgf para o diagnóstico unificado de osteoporose e para o diagnóstico de T-Score  $\leq -2,0$ . A tabela 41 apresenta as medidas de acurácia para estes pontos de corte.

Tabela 41 – Sensibilidade, especificidade e valores preditivos dos pontos de corte do teste de dinamometria lombar para o diagnóstico de osteoporose e de T-Score  $\leq -2,0$

	<b>Dinamometria lombar (T-Score <math>\leq -2,5</math>)</b>	<b>Dinamometria lombar (T-Score <math>\leq -2,0</math>)</b>
<b>Sensibilidade (IC)</b>	0,792 (0,763-0,820)	0,752 (0,720-0,784)
<b>Especificidade (IC)</b>	0,460 (0,417-0,503)	0,519 (0,476-0,562)
<b>Valor preditivo positivo (IC)</b>	0,413 (0,371-0,455)	0,603 (0,562-0,644)
<b>Valor preditivo negativo (IC)</b>	0,821 (0,796-0,847)	0,684 (0,646-0,721)

Nas figuras 10 e 11 estão representadas as curvas ROC para o teste de dinamometria lombar para o diagnóstico densitométrico de osteoporose e de baixa densidade mineral óssea unificada (T-Score  $\leq -2$ ), respectivamente.

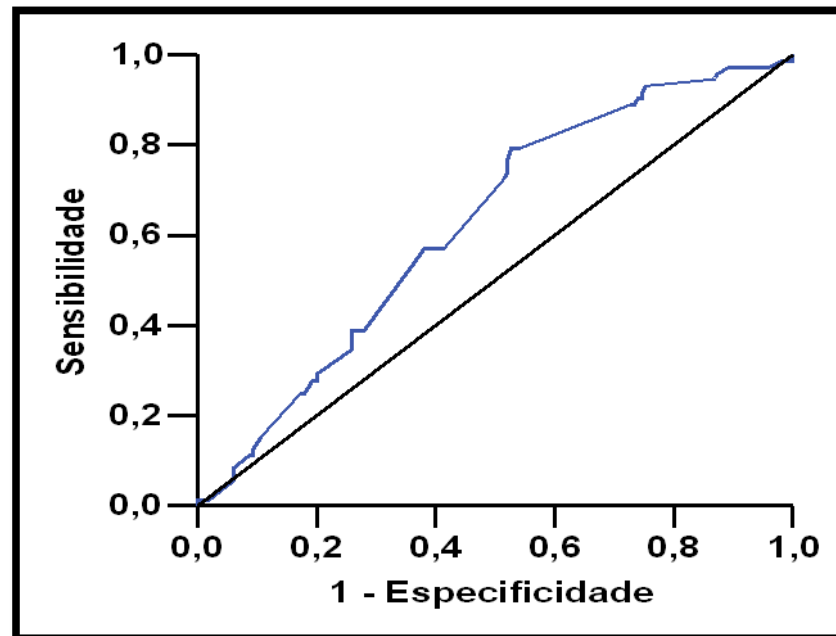


Figura 10 - Curva ROC para a dinamometria lombar para diagnóstico unificado de T-Score  $\leq -2,5$

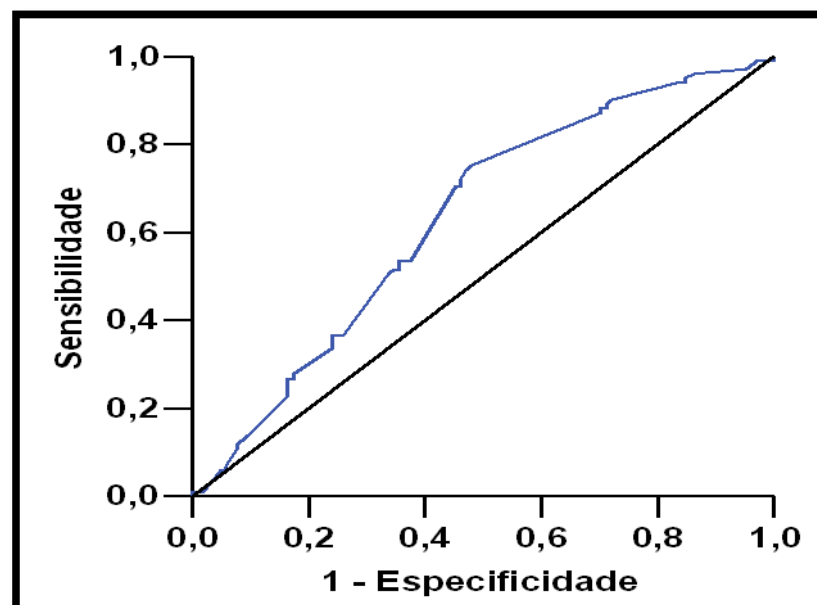


Figura 11 - Curva ROC para a dinamometria lombar para o diagnóstico unificado de T-Score  $\leq -2,0$

Pela curva *ROC*, foi obtido o ponto de corte do teste de preensão palmar direita nos valores de 33,75 kgf para o diagnóstico unificado de osteoporose e para o diagnóstico de T-Score  $\leq -2,0$ . A tabela 42 apresenta as medidas de acurácia para estes pontos de corte.

Tabela 42 – Sensibilidade, especificidade e valores preditivos dos pontos de corte do teste de força de preensão palmar direita para o diagnóstico de osteoporose e de T-Score  $\leq -2,0$

	<b>Preensão palmar direita (T-Score <math>\leq -2,5</math>)</b>	<b>Preensão palmar direita (T-Score <math>\leq -2,0</math>)</b>
<b>Sensibilidade (IC)</b>	0,568 (0,525-0,610)	0,602 (0,561-0,643)
<b>Especificidade (IC)</b>	0,616 (0,575-0,657)	0,610 (0,569-0,650)
<b>Valor preditivo positivo (IC)</b>	0,420 (0,378-0,462)	0,602 (0,561-0,643)
<b>Valor preditivo negativo (IC)</b>	0,744 (0,711-0,777)	0,610 (0,569-0,650)

Nas figuras 12 e 13 estão representadas as curvas *ROC* do teste preensão palmar direita para o diagnóstico densitométrico de osteoporose e de baixa densidade mineral óssea unificada (T-Score  $\leq -2$ ), respectivamente.

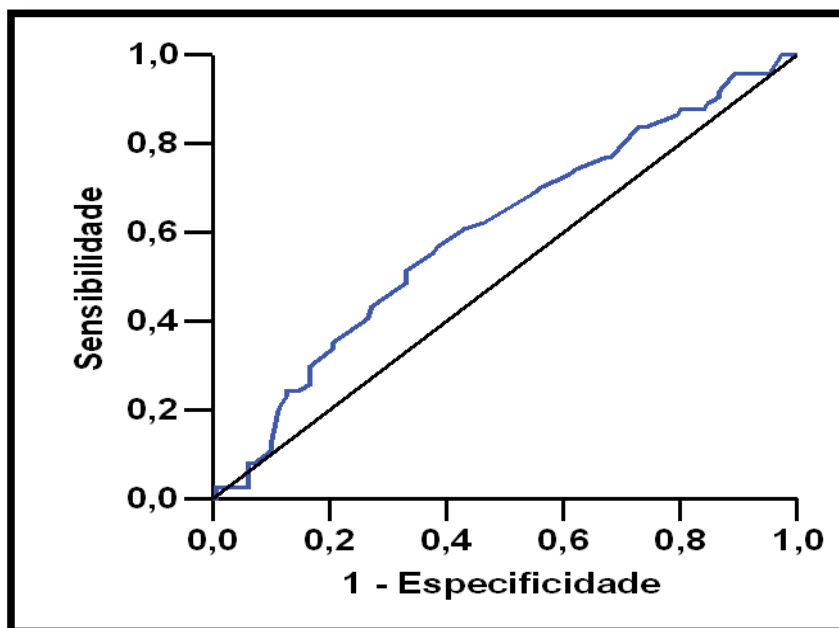


Figura 12 - Curva ROC para o teste de prensão palmar direito para diagnóstico unificado de T-Score  $\leq -2,5$

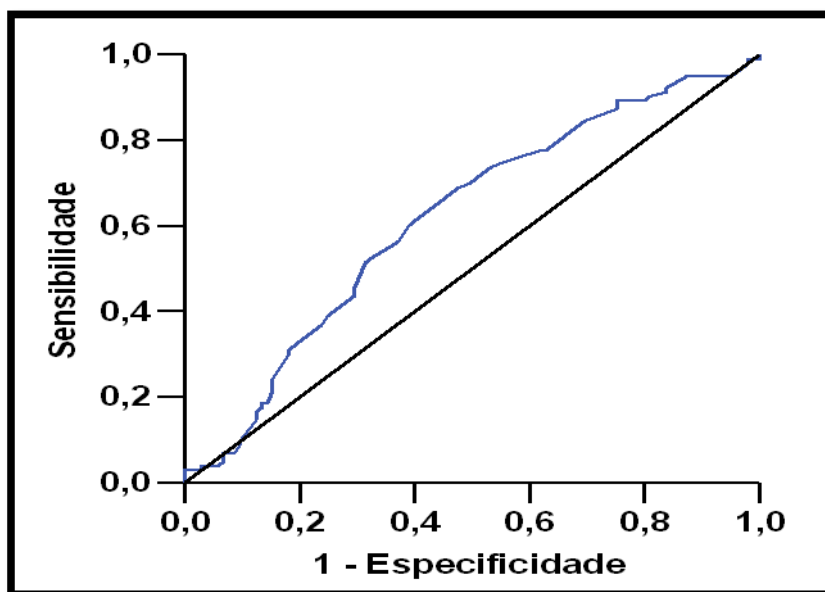


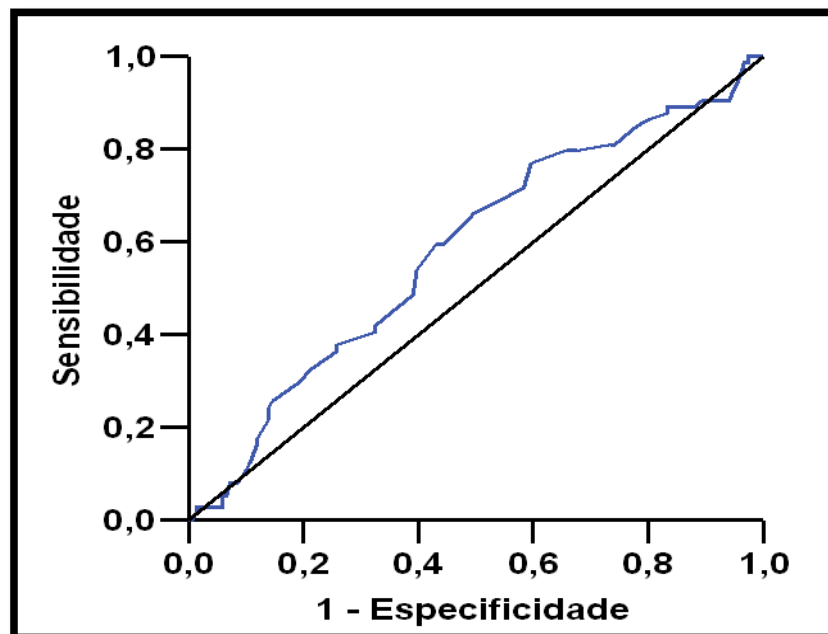
Figura 13 - Curva ROC para o teste de prensão palmar direito para diagnóstico unificado de T-Score  $\leq -2,0$

Pela curva ROC, foi obtido o ponto de corte do teste de prensão palmar esquerda nos valores de 35,75 kgf para o diagnóstico unificado de osteoporose e para o diagnóstico de T-Score  $\leq -2,0$ . A tabela 43 apresenta as medidas de acurácia para estes pontos de corte.

Tabela 43 – Sensibilidade, especificidade e valores preditivos dos pontos de corte do teste de prensão palmar esquerda para o diagnóstico de osteoporose e de T-Score  $\leq -2,0$ 

	Preensão palmar esquerda (T-Score $\leq -2,5$ )	Preensão palmar esquerda (T-Score $\leq -2,0$ )
<b>Sensibilidade (IC)</b>	0,770 (0,740-0,801)	0,757 (0,726-0,789)
<b>Especificidade (IC)</b>	0,404 (0,363-0,445)	0,467 (0,424-0,509)
<b>Valor preditivo positivo (IC)</b>	0,388 (0,347-0,429)	0,582 (0,540-0,624)
<b>Valor preditivo negativo (IC)</b>	0,782 (0,753-0,811)	0,662 (0,624-0,701)

Nas figuras 14 e 15 estão representadas as curvas ROC para o teste de força de prensão palmar esquerda para o diagnóstico densitométrico de osteoporose e de baixa densidade mineral óssea unificada (T-Score  $\leq -2$ ), respectivamente.

Figura 14 - Curva ROC do teste prensão palmar esquerdo para diagnóstico unificado de T-Score  $\leq -2,5$

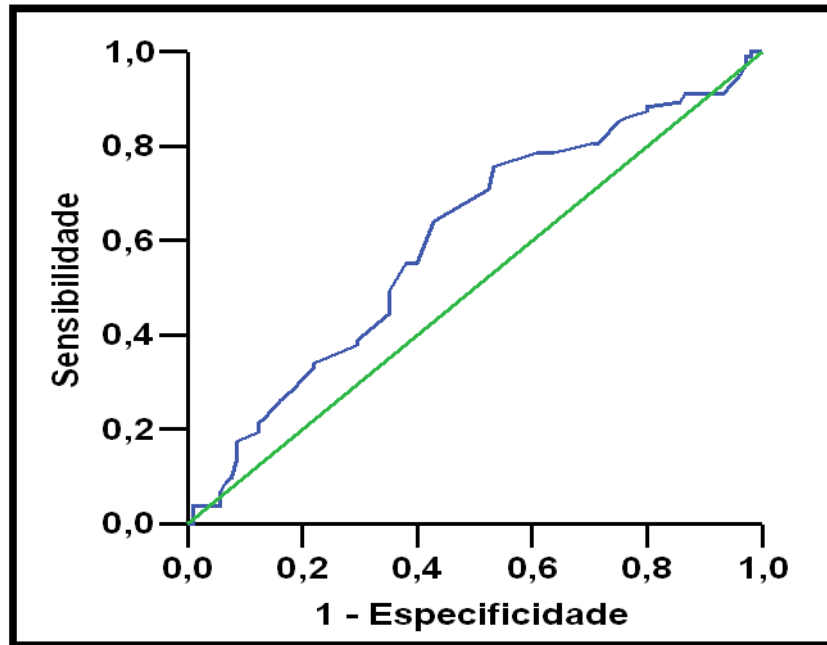


Figura 15 - Curva ROC para o teste de prensão palmar esquerdo para diagnóstico unificado de T-Score  $\leq -2,0$

## **6. DISCUSSÃO**

## 6 DISCUSSÃO

Esta pesquisa encontrou moderadas correlações negativas entre a idade e as densidades minerais ósseas do colo femoral e rádio 33% esquerdo e fracas correlações com trocanter, quadril total e rádio 33% direito. O estudo epidemiológico do idoso (EPIDOSO) avaliou 91 homens idosos de um bairro da cidade de São Paulo e encontrou uma moderada correlação negativa entre a idade e as densidades minerais ósseas do colo femoral e quadril total (Camargo *et al.*, 2005). Estudos em outros países comprovam que há uma significativa correlação negativa entre a idade e a densidade mineral óssea (Broussard & Magnus, 2004, Aydin *et al.*, 2006). No que se refere à correlação entre a idade e a densidade mineral óssea da coluna lombar este estudo não encontrou correlação significativa, corroborando os resultados de Camargo *et al.* (2005).

Neste estudo evidenciou-se uma redução da densidade mineral óssea na faixa etária acima de 70 anos, de maneira semelhante à estudo com população voluntária realizado em São Paulo (Zerbini *et al.*, 2000).

Este estudo constatou que 48% dos homens apresentaram diagnóstico de osteopenia e 32,9% diagnóstico de osteoporose. Apenas 19,1% da amostra apresentaram diagnóstico de normalidade, resultado similar ao reportado por Camargo *et al.* (2005) que encontrou 21,3% de pacientes com diagnóstico unificado de normalidade densitométrica. Apesar deste estudo não ter caráter epidemiológico, a literatura aponta uma menor incidência de osteoporose em homens, cerca de 4 a 6% (Campion & Maricic, 2003). No estudo atual os homens foram avaliados na comunidade em centro de atenção primária à saúde, o que justifica futuras



investigações para determinar a causa do número inexpressivo de homens com diagnóstico densitométrico de normalidade.

A amostra estudada apresentou uma média de peso corporal de 69,2 kg e IMC de 25,72 kg/m<sup>2</sup>, resultado este semelhante ao estudo EPIDOSO que avaliou homens idosos residentes na cidade de São Paulo, com média de peso de 70,8kg e IMC de 25,9 kg/m<sup>2</sup> (Camargo *et al.*, 2005). Estudos prévios em populações européias e norte americanas apresentaram maiores valores para o peso corporal, estatura e IMC (Hughes *et al.*, 1995, Palmer *et al.*, 2006). No entanto, em amostras compostas por asiáticos, autores relataram a mesma estatura, mas um menor peso corporal e IMC (Lim *et al.*, 2004, Cheung *et al.*, 2005).

Está estabelecido na literatura que o peso corporal, a estatura e o IMC, estão associados à densidade mineral óssea, o que aumenta o risco de osteoporose em homens magros, de baixa estatura e baixo IMC (Papaioannou *et al.*, 2009). Corroborando a literatura, foram encontradas correlações positivas entre o peso corporal, estatura e IMC e as densidades minerais ósseas.

Após análise de regressão linear multivariada para a justificativa das densidades minerais ósseas, o peso corporal foi a variável antropométrica que melhor explicou a densidade mineral óssea do colo femoral, da coluna lombar, do rádio 33% direito e do rádio ultra-distal direito e esquerdo. O peso corporal foi também a variável antropométrica que explicou o maior número de sítios densitométricos, reafirmando assim achados na literatura, que apontam o peso corporal como a variável antropométrica que explica o maior número de sítios densitométricos na população idosa masculina (Hughes *et al.*, 1995, Lim *et al.*, 2004, Cheung *et al.*, 2005, Aydin *et al.*, 2006).

O valor da força de preensão palmar encontrada nesta pesquisa foi similar à encontrada em estudos prévios, assim como a média da força de preensão palmar entre os grupos etários (Cheung *et al.*, 2005, Barbosa *et al.*, 2006, Moura, 2008).

Corroborando outras pesquisas, este estudo encontrou uma moderada correlação positiva entre a força de preensão palmar e a densidade mineral óssea do colo femoral, trocanter, rádio 33% direito e esquerdo e rádio ultra-distal direito, e não encontrou correlação significativa entre a força de preensão palmar e a densidade mineral óssea do quadril total, coluna lombar e rádio ultra-distal direito. Outros autores também não encontraram correlação entre a força de preensão palmar e a densidade mineral óssea da coluna lombar (Bevier *et al.*, 1989, Cheung *et al.*, 2005,). Os estudos que analisaram a correlação entre a força muscular e a densidade mineral óssea em homens idosos demonstraram também uma associação significativa entre baixa força muscular e uma menor densidade mineral óssea (Hughes *et al.*, 1995, Reid *et al.*, 2008).

Nesta pesquisa, o percentual de explicação da força de preensão palmar, dado pelo coeficiente de correlação ao quadrado, foi diferente para justificar a variabilidade de cada sítio densitométrico. Valores iguais ou acima de 10% foram encontrados apenas na explicação da variabilidade da densidade mineral óssea do colo femoral, rádio 33% direito e esquerdo e rádio ultra-distal esquerdo. Este estudo apresentou resultados semelhantes aos de Aydin *et al.* (2006), com exceção aos valores encontrados entre a força de preensão palmar e o rádio ultra-distal esquerdo e direito. Ao avaliarem 234 homens com média de idade de  $48 \pm 13,8$  anos, estes autores encontraram que a força de preensão palmar da mão dominante explicou 8,5% da variabilidade da densidade mineral óssea do rádio 33% do membro dominante e 17,38% da variabilidade da densidade mineral óssea do rádio ultra-

distal do membro dominante. A força de preensão palmar da mão não dominante apresentou uma explicação da variabilidade do rádio 33% não dominante de 10,2% e 23,8% da variabilidade do rádio ultra-distal não dominante. A força de preensão palmar do lado dominante e não dominante não foram significativos para explicar a densidade mineral óssea do colo femoral e coluna lombar (Aydin *et al.*, 2006).

Após análise de regressão linear multivariada para as densidades minerais ósseas, foi verificado que a força de preensão palmar direita foi significativa apenas para explicar a variabilidade da densidade mineral óssea do rádio 33% esquerdo e rádio ultra-distal esquerdo. Tais resultados apontam que o aumento de 1kgf no resultado do teste de preensão palmar direito, corresponde a aumentos de 0,001 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do rádio 33% esquerdo e 0,002 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do rádio ultra-distal esquerdo. A força de preensão palmar esquerda não foi significativa para justificar a variabilidade das densidades minerais ósseas. Não foram encontrados estudos com dados comparativos a partir do resultado coeficiente B, obtido pela análise de regressão linear multivariada.

Com a análise de regressão linear multivariada, foi verificado que a força muscular de preensão palmar não foi determinante para as densidades minerais ósseas, com exceção das densidades do rádio 33% e rádio ultra-distal esquerda. O aumento de 1kgf no teste de preensão palmar direita corresponde a um acréscimo de 0,002 g/cm<sup>2</sup> na densidade do rádio 33% esquerdo para homens com mesma idade, estatura e força da musculatura lombar e 0,002 g/cm<sup>2</sup> na densidade do rádio ultra-distal esquerdo para homens de mesma idade e peso.

Este estudo também realizou análise de regressão bivariada para verificar se a força muscular era significativa para explicar os diagnósticos unificados de osteoporose e T-Score  $\leq -2$ . Apenas a força de preensão palmar esquerda foi

significativa para explicar os diagnósticos unificados de osteoporose e T-Score  $\leq -2$ . Os homens da mesma idade e densidade mineral óssea do colo femoral, com força de preensão palmar esquerda abaixo da média, apresentaram a chance de 1,09 para diagnóstico unificado de osteoporose e homens de mesma idade e IMC, com força de preensão palmar esquerda abaixo da média, apresentaram a chance de 1,11 para resultado densitométrico unificado de T-Score  $\leq -2$ . Não foram encontrados estudos semelhantes para a comparação entre os dados.

A força de preensão palmar direita apresentou o ponto de corte de 33,75 kgf para T-Score  $\leq -2,5$ . A sensibilidade do teste de preensão palmar direita foi 57% e a especificidade foi igual a 62%. A força de preensão palmar direita apresentou o ponto de corte de 33,75 kgf para T-Score  $\leq -2,0$ . A sensibilidade do teste de preensão palmar direita foi 60% e a especificidade foi igual a 61%. No nosso conhecimento, não foram encontrados estudos semelhantes.

A força de preensão palmar esquerda apresentou um ponto de corte de 33,75 kgf para T-Score  $\leq -2,5$ . A sensibilidade do teste de preensão palmar direita foi 77% e a especificidade foi igual a 40%. A força de preensão palmar esquerda apresentou um ponto de corte de 33,75 kgf para T-Score  $\leq -2,0$ . A sensibilidade do teste de preensão palmar direita foi 75% e a especificidade foi igual a 47%. No nosso conhecimento não foram encontrados estudos semelhantes.

Diferentemente dos estudos de Jones *et al.* (1994), Huuskonen *et al.* (2000) e Nguyen *et al.* (2000), esta pesquisa utilizou o teste de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos para mensurar a força isotônica dos membros inferiores. Os valores médios da força muscular dos membros inferiores entre os grupos etários foram semelhantes a estudo em população americana (Jones *et al.*, 1999). Esta

pesquisa identificou fracas correlações entre a força isotônica dos membros inferiores e as densidades minerais ósseas.

Alguns autores ao mensurarem a força isométrica do quadríceps por dinamometria encontraram resultados semelhantes a este estudo. Nguyen *et al.* (2000), após a avaliação de 690 homens com média de idade de 69 anos, verificaram que a força isométrica do quadríceps, mensurada por dinamômetro, explicou a densidade mineral óssea da coluna lombar e colo femoral em 4%. Após análise de regressão linear multivariada, encontraram que a fraqueza muscular representava um aumento em 3,7 vezes no risco de um homem com mesmo IMC e consumo de cálcio apresentar osteoporose. Jones *et al.* (1994), ao utilizarem o mesmo método para verificar a força isométrica do quadríceps, encontraram que a força do quadríceps não foi significativa para explicar a densidade mineral óssea do colo femoral e quadril total. Contudo, o efeito da interação entre a força deste músculo e o consumo de cálcio foi significativa na densidade mineral óssea do colo femoral.

Em outro estudo, ao verificar a correlação entre força dos membros inferiores e densidade mineral óssea em 140 homens com idade entre 54 e 63 anos, também foi utilizada a força isométrica do quadríceps para analisar as possíveis associações. No entanto, os autores mensuraram a força isométrica do quadríceps em cadeira extensora por dinamômetro digital, e verificaram a existência de uma fraca correlação positiva entre a força isométrica do quadríceps e a densidade mineral óssea do colo femoral e coluna lombar, com  $r = 0,19$  e  $0,21$ , respectivamente (Huuskonen *et al.*, 2000).

Estudos prévios apresentaram correlações mais fortes entre a força isotônica do quadríceps, mensurada por teste de 1 repetição máxima e as densidades

minerais ósseas em relação a estudos que utilizaram a força isométrica do quadríceps e a força isotônica, mensurada pelo teste de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos para as associações. No entanto, a amostra dos estudos que mensuraram a força isotônica do quadríceps eram inferiores a estudos que utilizaram outro método para aferir a força muscular dos membros inferiores (Palmer *et al.*, 2006, Reid *et al.*, 2008).

Reid *et al.* (2008) ao avaliarem 26 homens com média de idade de 76 anos, encontraram uma moderada correlação entre a força do quadríceps e a densidade mineral óssea do quadril total ( $r = 0,55$ ). Foram avaliados em outro estudo, 72 homens com idade entre 20 a 81 anos e encontrada uma moderada correlação positiva entre a força isotônica do quadríceps e a densidade mineral óssea do colo femoral, do quadril total e do trocânter, com  $r = 0,657$ ,  $0,650$  e  $0,395$ , respectivamente (Palmer *et al.*, 2006).

Os homens com diagnóstico densitométrico de T-Score  $\leq -2$  apresentaram neste estudo menor força isotônica dos membros inferiores. Contudo, não foi encontrada diferença significativa entre a média da força muscular isotônica dos membros inferiores em relação ao diagnóstico normal e os diagnósticos de osteopenia e osteoporose. No nosso conhecimento, não há estudos comparando a média da força muscular dos membros inferiores em relação ao diagnóstico densitométrico da OMS (1994) ou de T-Score  $\leq -2$  ou  $>-2$ .

Após análise de regressão bivariada e regressão linear multivariada, foi constatado que a força muscular isotônica dos membros inferiores não foi determinante para o diagnóstico densitométrico unificado, para o resultado densitométrico de T-Score  $\leq -2$  e as densidades minerais ósseas, com exceção da densidade mineral óssea do rádio ultra-distal direito. O aumento de uma repetição

no teste de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos correspondeu a um acréscimo de 0,003 g/cm<sup>2</sup> na densidade mineral óssea do rádio ultra-distal direito para os homens de mesma idade e peso corporal.

A força isotônica dos membros inferiores apresentou um ponto de corte de 20,5 repetições para T-Score  $\leq -2,5$ . A sensibilidade do teste de sentar e levantar foi 89% e a especificidade foi igual a 28%. A força isotônica dos membros inferiores também apresentou um ponto de corte de 20,5 repetições para T-Score  $\leq -2,0$ . A sensibilidade do teste de sentar e levantar foi 88% e a especificidade foi igual a 35%. No nosso conhecimento não foram encontrados estudos semelhantes.

No presente estudo, ao mensurar a força isométrica da musculatura lombar, foi encontrada uma correlação moderada com as densidades minerais ósseas. A dinamometria lombar, em relação aos coeficientes de correlação, foi o teste que melhor explicou os sítios densitométricos avaliados. Bevier *et al.* (1989) ao avaliarem 91 homens e mulheres com idade entre 61 e 84 anos, também encontraram correlações moderadas entre a força muscular isométrica da coluna lombar e a densidade mineral óssea do rádio 33% e coluna lombar. Os autores, diferentemente do presente estudo, verificaram que a força da musculatura lombar foi a variável independente que melhor explicou a densidade mineral óssea da coluna lombar.

Huuskonen *et al.* (2000), ao avaliarem 140 homens com idade entre 54 e 63 anos, encontraram fraca correlação entre a força do abdômen, mensurada por dinamômetro digital e a densidade mineral óssea do colo femoral e coluna lombar ( $r = 0,28$  e  $0,20$ ; respectivamente).

A força muscular da coluna lombar compôs os modelos de regressão linear multivariada para explicar as densidades minerais ósseas do colo femoral, trocanter, quadril total, coluna lombar, rádio 33% esquerdo e rádio 33% direito. Foi verificado

que o aumento em 1kgf da força muscular da coluna lombar correspondia a um acréscimo na densidade do colo femoral de 0,001 g/cm<sup>2</sup> , trocanter (0,001 g/cm<sup>2</sup>), quadril total (0,001 g/cm<sup>2</sup>), coluna lombar (0,001 g/cm<sup>2</sup>), rádio 33% esquerdo (0,001 g/cm<sup>2</sup>) e rádio 33% direito (0,003 g/cm<sup>2</sup>). No nosso conhecimento não foram encontrados estudos similares.

A força isométrica da coluna lombar apresentou um ponto de corte de 99,5 kgf para T-Score  $\leq$  -2,5. A sensibilidade do teste de dinamometria lombar foi de 79% e a especificidade foi igual a 46%. A força isotônica dos membros inferiores também apresentou um ponto de corte de 99,5 kgf para T-Score  $\leq$  -2,0. A sensibilidade do teste de dinamometria lombar foi 75% e a especificidade foi igual a 51%. No nosso conhecimento não foram encontrados estudos semelhantes.



## **7. CONCLUSÃO**

## 7 CONCLUSÃO

- Houve correlação positiva entre o teste de preensão palmar e todas as densidades minerais ósseas, com exceção da densidade mineral óssea do rádio ultra-distal direito.
- Houve correlações positivas entre o teste de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos e todas as densidades minerais ósseas avaliadas.
- Houve correlações positivas entre o teste de dinamometria lombar e todas as densidades minerais ósseas avaliadas.
- A idade apresentou correlação negativa com todas as densidades minerais ósseas avaliadas, com exceção da densidade mineral óssea da coluna lombar.
- Houve correlações positivas entre o peso corporal e todas as densidades minerais ósseas.
- Foram encontradas correlações positivas entre a estatura e todas as densidades minerais ósseas avaliadas, com exceção das densidades minerais ósseas do quadril total e do rádio ultra-distal direito.
- O índice de massa corporal apresentou correlação positiva com todas as densidades minerais ósseas avaliadas.
- O peso corporal, a estatura e o índice de massa corporal apresentaram diferenças significativas entre os idosos com diagnóstico densitométrico de normal e os idosos com diagnóstico densitométrico de osteopenia e osteoporose.

- O peso corporal, estatura e índice de massa corporal apresentaram diferenças significativas entre os idosos com T-Score  $\leq -2$  e T-Score  $> -2$ .
- O teste de força de preensão palmar direita apresentou diferença significativa entre os idosos com diagnóstico densitométrico dentro da normalidade e os idosos com diagnóstico de osteoporose.
- O teste de força de preensão palmar esquerda apresentou diferença significativa entre os idosos com diagnóstico densitométrico dentro da normalidade e os homens idosos com diagnóstico de osteopenia e osteoporose.
- O teste de sentar e levantar apresentou diferença significativa entre os idosos com diagnóstico densitométrico unificado de osteopenia e idosos com diagnóstico de osteoporose.
- O teste de dinamometria lombar apresentou diferença significativa entre os idosos com diagnóstico densitométrico unificado.
- Após ajuste da idade, o peso corporal explicou a variabilidade das densidades minerais ósseas do colo femoral, da coluna lombar, do rádio 33% direito e rádio ultra-distal direito e esquerdo.
- Após ajuste da idade, a estatura explicou a variabilidade da densidade mineral óssea do rádio 33% esquerdo.
- Após ajuste da idade, o índice de massa corporal explicou a variabilidade das densidades minerais ósseas do quadril total e trocanter.
- A força de preensão palmar direita explicou a variabilidade das densidades minerais ósseas do rádio 33% e rádio ultra-distal esquerdo, após ajuste da idade.

- O teste de sentar e levantar de uma cadeira em 30 segundos explicou a variabilidade da densidade mineral óssea do rádio ultra-distal direito, após ajuste da idade.
- O teste de dinamometria lombar explicou a variabilidade das densidades minerais ósseas do colo femoral, do trocanter, do quadril total, da coluna lombar, do rádio 33% esquerdo e direito, após ajuste da idade.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## 8 Referências Bibliográficas

1. Melton LJ, Chrischilles EA, Cooper C, Lane AW, Riggs BL. Perspective. How many women have osteoporosis? *J Bone Miner Res.* 1992 Sep;7(9):1005-10.
2. Cummings SR, Melton LJ. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *Lancet.* 2002 May;359(9319):1761-7.
3. Schuit SC, Van der Klift M, Weel AE, De Laet CE, Burger H, Seeman E, et al. Fracture incidence and association with bone mineral density in elderly men and women: the Rotterdam Study. *Bone.* 2004 Jan;34(1):195-202.
4. Lane NE. Epidemiology, etiology, and diagnosis of osteoporosis. *Am J Obstet Gynecol.* 2006 Feb;194(2 Suppl):S3-11.
5. WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Prevention and Management of Osteoporosis. WHO. Library Cataloguing in Publication Data, 2003.
6. Seeman E, Bianchi G, Khosla S, Kanis JA, Orwoll E. Bone fragility in men-where are we? *Osteoporos Int.* 2006;17(11):1577-83.
7. Gass M, Dawson-Hughes B. Preventing osteoporosis-related fractures: an overview. *Am J Med.* 2006 Apr;119(4 Suppl 1):S3-S11.
8. Ferreira R. SUS gasta R\$ 70 milhões com fraturas em idosos [database on the Internet]. 2008 [cited 22 de abril de 2008]. Available from: <http://www.gazetadigital.com.br>.
9. Johnell O, Kanis JA, Jonsson B, Oden A, Johansson H, De Laet C. The burden of hospitalised fractures in Sweden. *Osteoporos Int.* 2005 Feb;16(2):222-8.
10. Kanis JA, Borgstrom F, De Laet C, Johansson H, Johnell O, Jonsson B, et al. Assessment of fracture risk. *Osteoporos Int.* 2005 Jun;16(6):581-9.
11. Szulc P, Munoz F, Duboeuf F, Marchand F, Delmas PD. Bone mineral density predicts osteoporotic fractures in elderly men: the MINOS study. *Osteoporos Int.* 2005 Oct;16(10):1184-92.
12. Baim S, Binkley N, Bilezikian JP, Kendler DL, Hans DB, Lewiecki EM, et al. Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry and executive summary of the 2007 ISCD Position Development Conference. *J Clin Densitom.* 2008 Jan-Mar;11(1):75-91.
13. Oliveira LG. Osteoporose: Guia para diagnóstico, prevenção e tratamento. Rio de Janeiro: REVINTER; 2002.

14. Gerdhem P, Ringsberg KA, Akesson K, Obrant KJ. Influence of muscle strength, physical activity and weight on bone mass in a population-based sample of 1004 elderly women. *Osteoporos Int.* 2003 Sep;14(9):768-72.
15. Crepaldi G, Maggi S. Sarcopenia and osteoporosis: A hazardous duet. *J Endocrinol Invest.* 2005;28(10 Suppl):66-8.
16. Soot T, Jurimae T, Jurimae J, Gapeyeva H, Paasuke M. Relationship between leg bone mineral values and muscle strength in women with different physical activity. *J Bone Miner Metab.* 2005;23(5):401-6.
17. Brownie S. Why are elderly individuals at risk of nutritional deficiency? *Int J Nurs Pract.* 2006 Apr;12(2):110-8.
18. Mizuma N, Mizuma M, Yoshinaga M, Iwamoto I, Matsuo T, Douchi T, et al. Difference in the relative contribution of lean and fat mass components to bone mineral density with generation. *J Obstet Gynaecol Res.* 2006 Apr;32(2):184-9.
19. Walsh MC, Hunter GR, Livingstone MB. Sarcopenia in premenopausal and postmenopausal women with osteopenia, osteoporosis and normal bone mineral density. *Osteoporos Int.* 2006 Jan;17(1):61-7.
20. Matsudo SMM. Envelhecimento e atividade física. Londrina: MIDIOGRAF; 2001.
21. Cheung EY, Ho AY, Lam KF, Tam S, Kung AW. Determinants of bone mineral density in Chinese men. *Osteoporos Int.* 2005 Dec;16(12):1481-6.
22. Kaplan SJ, Hayes WC, Stone JL, Beaupre GS. Tensile strength of bovine trabecular bone. *J Biomech.* 1985;18(9):723-7.
23. Szejnfeld VL. Osteoporose: Diagnóstico e Tratamento. São Paulo: SARVIER; 2000.
24. Azevedo E, Chahade WH. Anatomia, Ultra-Estrutura e Remodelamento do Tecido Ósseo. In: Anijar JR, editor. *Densitometria Óssea: Na Prática Médica.* São Paulo: SARVIER; 2003. p. 1 - 8.
25. Junqueira LC, Carneiro J. *Histologia Básica.* 9º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999.
26. Athanasiou KA, Zhu C, Lanctot DR, Agrawal CM, Wang X. Fundamentals of biomechanics in tissue engineering of bone. *Tissue Eng.* 2000 Aug;6(4):361-81.
27. Einhorn TA. Enhancement of fracture healing. *Instr Course Lect.* 1996;45:401-16.
28. Hoebertz A, Arnett TR, Burnstock G. Regulation of bone resorption and formation by purines and pyrimidines. *Trends Pharmacol Sci.* 2003 Jun;24(6):290-7.
29. Vaananen HK. Mechanism of bone turnover. *Ann Med.* 1993 Aug;25(4):353-9.

30. Imai Y, Kondoh S, Kouzmenko A, Kato S. Regulation of bone metabolism by nuclear receptors. *Mol Cell Endocrinol*. In press 2008 Aug 22.
31. Baron R. Molecular mechanisms of bone resorption by the osteoclast. *Anat Rec*. 1989 Jun;224(2):317-24.
32. Delaisse JM, Eeckhout Y, Neff L, Francois-Gillet C, Henriet P, Su Y, et al. (Pro)collagenase (matrix metalloproteinase-1) is present in rodent osteoclasts and in the underlying bone-resorbing compartment. *J Cell Sci*. 1993 Dec;106 (Pt 4):1071-82.
33. Teitelbaum SL, Abu-Amer Y, Ross FP. Molecular mechanisms of bone resorption. *J Cell Biochem*. 1995 Sep;59(1):1-10.
34. Suda T, Takahashi N, Udagawa N, Jimi E, Gillespie MT, Martin TJ. Modulation of osteoclast differentiation and function by the new members of the tumor necrosis factor receptor and ligand families. *Endocr Rev*. 1999 Jun;20(3):345-57.
35. Roux S, Orcel P. Bone loss: Factors that regulate osteoclast differentiation - an update. *Arthritis Res*. 2000 Sep;2(6):451-6.
36. Syed F, Khosla S. Mechanisms of sex steroid effects on bone. *Biochem Biophys Res Commun*. 2005 Mar;328(3):688-96.
37. Frost HM. Skeletal structural adaptations to mechanical usage (SATMU): 3. The hyaline cartilage modeling problem. *Anat Rec*. 1990 Apr;226(4):423-32.
38. Heaney R. Remodeling and skeletal fragility. *Osteoporos Int*. 2003 Sep;14 (Suppl 5): S12-15.
39. Frost T, Norevall LI, Persson M. Bond strength and clinical efficiency for two light guide sizes in orthodontic bracket bonding. *Br J Orthod*. 1997 Feb;24(1):35-40.
40. Zerwekh JE, Ruml LA, Gottschalk F, Pak CY. The effects of twelve weeks of bed rest on bone histology, biochemical markers of bone turnover, and calcium homeostasis in eleven normal subjects. *J Bone Miner Res*. 1998 Oct;13(10):1594-601.
41. Fukada E, Yasuda I. On the piezoelectric effect of bone. *J Phys Soc Japan*. 1957 Oct;12:1158 - 62.
42. Fukada E. Piezoelectricity in polymers and biological materials. *Ultrasonics*. 1968 Oct;6(4):229-34.
43. National Institute of Health - NIH. Consensus Statement. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. *JAMA*. 2001 Feb 14;285(6):785-95.
44. Currey JD. How well are bones designed to resist fracture? *J Bone Miner Res*. 2003 Apr;18(4):591-8.



45. Bonjour JP, Chevalley T, Ammann P, Slosman D, Rizzoli R. Gain in bone mineral mass in prepubertal girls 3.5 years after discontinuation of calcium supplementation: a follow-up study. *Lancet*. 2001 Oct;358(9289):1208-12.
46. Naganathan V, Macgregor A, Snieder H, Nguyen T, Spector T, Sambrook P. Gender differences in the genetic factors responsible for variation in bone density and ultrasound. *J Bone Miner Res*. 2002 Apr;17(4):725-33.
47. Ammann P, Rizzoli R. Bone strength and its determinants. *Osteoporos Int*. 2003;14 (Suppl 3):S13-8.
48. Paula AP, Carneiro, R. Osteoporose em homens. In: SZEJNFELD VL, editor. *Osteoporose: Diagnóstico e Tratamento*. São Paulo: SARVIER; 2000. p. 106 - 18.
49. Melton LJ. Adverse outcomes of osteoporotic fractures in the general population. *J Bone Miner Res*. 2003 Jun;18(6):1139-41.
50. Kanis JA, Johnell O, Oden A, De Laet C, Mellstrom D. Epidemiology of osteoporosis and fracture in men. *Calcif Tissue Int*. 2004 Aug;75(2):90-9.
51. Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Melton LJ, 3rd. Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population-based study in Rochester, Minnesota, 1985-1989. *J Bone Miner Res*. 1992 Feb;7(2):221-7.
52. Farias ML. Osteoporotic femoral fractures: a challenge for health systems and society. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2005 Dec;49(6):865-6.
53. Jiang HX, Majumdar SR, Dick DA, Moreau M, Raso J, Otto DD, et al. Development and initial validation of a risk score for predicting in-hospital and 1-year mortality in patients with hip fractures. *J Bone Miner Res*. 2005 Mar;20(3):494-500.
54. Morales-Torres J, Gutierrez-Urena S. The burden of osteoporosis in Latin America. *Osteoporos Int*. 2004 Aug;15(8):625-32.
55. Atik OS, Gunal I, Korkusuz F. Burden of osteoporosis. *Clin Orthop Relat Res*. 2006 Feb;443:19-24.
56. Reginster JY, Burlet N. Osteoporosis: a still increasing prevalence. *Bone*. 2006 Feb;38(2 Suppl 1):S4-9.
57. Araujo DV, Oliveira JH, Bracco OL. Cost of osteoporotic hip fracture in the Brazilian private health care system. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2005 Dec;49(6):897-901.
58. National Osteoporosis Foundation. *Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis*. Copyright NOF, Washington, DC. 2008.
59. Kanis JA, Johnell O, Oden A, Jonsson B, Dawson A, Dere W. Risk of hip fracture derived from relative risks: an analysis applied to the population of Sweden. *Osteoporos Int*. 2000;11(2):120-7.

60. Hannan MT, Felson DT, Dawson-Hughes B, Tucker KL, Cupples LA, Wilson PW, et al. Risk factors for longitudinal bone loss in elderly men and women: the Framingham Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res.* 2000 Apr;15(4):710-20.
61. Jones G, Nguyen T, Sambrook P, Kelly PJ, Eisman JA. Progressive loss of bone in the femoral neck in elderly people: longitudinal findings from the Dubbo osteoporosis epidemiology study. *BMJ.* 1994 Sep;309(6956):691-5.
62. Campion JM, Maricic MJ. Osteoporosis in men. *Am Fam Physician.* 2003 Apr;67(7):1521-6.
63. Pinheiro MM, Cicconeli RM, Ferraz, MB. Perfil dos fatores de risco para osteoporose e fraturas em mulheres e homens brasileiros – THE BRAZILIAN OSTEOPOROSIS STUDY (BRAZOS). *Rev Bras Reumatol.* 2006; 46(2):S143.
64. Clark P, Cons-Molina F, Deleze M, Ragi S, Haddock L, Zanchetta JR, et al. The prevalence of radiographic vertebral fractures in Latin American countries: the Latin American Vertebral Osteoporosis Study (LAVOS). *Osteoporos Int.* 2009; 20: 275-82.
65. Miller PD, Zapalowski C, Kulak CA, Bilezikian JP. Bone densitometry: the best way to detect osteoporosis and to monitor therapy. *J Clin Endocrinol Metab.* 1999 Jun;84(6):1867-71.
66. Lochmuller EM, Muller R, Kuhn V, Lill CA, Eckstein F. Can novel clinical densitometric techniques replace or improve DXA in predicting bone strength in osteoporosis at the hip and other skeletal sites? *J Bone Miner Res.* 2003 May;18(5):906-12.
67. Szejnfeld VL, Heymann RE. Avaliação da massa óssea por DXA. In: Anijar JR, editor. *Densitometria óssea na prática médica.* São Paulo: SARVIER; 2003. p. 19-25.
68. Papaioannou A, Kennedy CC, Cranney A, Hawker G, Brown JP, Kaiser SM, et al. Risk factors for low BMD in healthy men age 50 years or older: a systematic review. *Osteoporos Int.* 2009; 20:507-18.
69. Costa-Paiva L, Horovitz AP, Santos AO, Fonsechi-Carvasan A, Pinto-Neto AM. Prevalência de Osteoporose em Mulheres na Pós-menopausa e Associação com Fatores Clínicos e Reprodutivos. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2003;25(7):507-12
70. Malvestiti LF, Sapienza MT, Marone MMS, Lewin S. Proteção radiológica e controle de qualidade em sistemas DXA. In: Anijar JR, editor. *Densitometria óssea na prática médica.* São Paulo: Sarvier; 2003. p. 29-36.
71. Brunader R, Shelton DK. Radiologic bone assessment in the evaluation of osteoporosis. *Am Fam Physician.* 2002 Apr;65(7):1357-64.
72. WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Technical Report Series 843. Geneve, 1994.

73. National Osteoporosis Foundation - NOF. Physician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. [online]; 1999 [updated 1999; cited]; Available from: <http://www.nof.org/professionals/clinical>.
74. Pereira RMR. Manifestações clínicas. In: Szejnfeld VL, editor. Osteoporose: Diagnóstico e Tratamento. São Paulo: SARVIER; 2000. p. 89-95.
75. Aydin G, Atalar E, Keles I, Tosun A, Zog G, Keles H, et al. Predictive value of grip strength for bone mineral density in males: site specific or systemic? *Rheumatol Int*. 2006 Dec;27(2):125-9.
76. Lim S, Joung H, Shin CS, Lee HK, Kim KS, Shin EK, et al. Body composition changes with age have gender-specific impacts on bone mineral density. *Bone*. 2004 Sep;35(3):792-8.
77. Hughes VA, Frontera WR, Dallal GE, Lutz KJ, Fisher EC, Evans WJ. Muscle strength and body composition: associations with bone density in older subjects. *Med Sci Sports Exerc*. 1995 Jul;27(7):967-74.
78. Robbins J, Schott AM, Azari R, Kronmal R. Body mass index is not a good predictor of bone density: results from WHI, CHS, and EPIDOS. *J Clin Densitom*. 2006 Jul-Sep;9(3):329-34.
79. Camargo MB, Cendoroglo MS, Ramos LR, Latorre MRDO, Saraiva GL, Lage A, et al. Bone mineral density and osteoporosis among a predominantly Caucasian elderly population in the city of Sao Paulo, Brazil. *Osteoporos Int*. 2005 Nov;16(11):1451-60.
80. Paula AP. Densitometria Óssea. *Rev. bras. reumatol*. 2006;46(2):S11.
81. Kanis JA, Johnell O, Oden A, Dawson A, De Laet C, Jonsson B. Ten year probabilities of osteoporotic fractures according to BMD and diagnostic thresholds. *Osteoporos Int*. 2001 Dec;12(12):989-95.
82. Kanis JA, Oden A, Johnell O, Johansson H, De Laet C, Brown J, et al. The use of clinical risk factors enhances the performance of BMD in the prediction of hip and osteoporotic fractures in men and women. *Osteoporos Int*. 2007 Aug;18(8):1033-46.
83. Organização das Nações Unidas. Assembléia Mundial sobre envelhecimento: Resolução 39/125. Viena: ONU; 1982.
84. Raso V, Matsudo SMM, Matsudo V, Andrade E. Efeito de três protocolos de treinamento na aptidão física de mulheres idosas. *Gerontologia*. 1997;5(4):162-70.
85. Monteiro WD, Amorin PRS, Farjalla R, Farinatti PTV. Força muscular e características morfológicas de mulheres idosas praticantes de um programa de atividades físicas. *Rev. bras. ativ. fís e saúde*. 1999;4(1):20-28.
86. Raso V, Andrade EL, Matsudo SMM, Matsudo VKR. Exercício aeróbio ou de força muscular melhora as variáveis da aptidão física relacionadas à saúde em mulheres idosas? *Rev. bras. ativ. fís e saúde*. 1997;2(3):36-49.

87. Raso V, Andrade EL, Matsudo SMM, Matsudo VKR. Exercícios com pesos para mulheres idosas. *Rev. bras. ativ. fís e saúde*. 1997;2(4):17-26.
88. Zerbini CA, Latorre MR, Jaime PC, Tanaka T, Pippa MG. Bone mineral density in Brazilian men 50 years and older. *Braz J Med Biol Res*. 2000 Dec;33(12): 1429-35.
89. Broussard DL, Magnus JH. Risk assessment and screening for low bone mineral density in a multi-ethnic population of women and men: does one approach fit all? *Osteoporos Int*. 2004 May;15(5):349-60.
90. Janssen I, Shepard DS, Katzmarzyk PT, Roubenoff R. The healthcare costs of sarcopenia in the United States. *J Am Geriatr Soc*. 2004 Jan;52(1):80-5.
91. Izquierdo M, Hakkinen K, Anton A, Garrues M, Ibanez J, Ruesta M, et al. Maximal strength and power, endurance performance, and serum hormones in middle-aged and elderly men. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 Sep;33(9):1577-87.
92. Deschenes MR. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med*. 2004;34(12):809-24.
93. Fleck SJ, Kraemer WJ. *Fundamentos do Treinamento de Força Muscular*. 3º ed. São Paulo: ARTMED; 2006.
94. Geraldles AAR, Oliveira ARM, Albuquerque RB, Carvalho JM, Farinatti PTV. A Força de Preensão Manual é Boa Preditora do Desempenho Funcional de Idosos Frágeis: um Estudo Correlacional Múltiplo. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14(1):12-6.
95. Bachle TR, Groves BR. *Treinamento de força: passos para o sucesso*. 2, editor. Porto Alegre: ARTMED; 2000.
96. Hunter SK, Critchlow A, Enoka RM. Influence of aging on sex differences in muscle fatigability. *J Appl Physiol*. 2004 Nov;97(5):1723-32.
97. Hakkinen K, Kraemer WJ, Newton RU. Muscle activation and force production during bilateral and unilateral concentric and isometric contractions of the knee extensors in men and women at different ages. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 1997 Apr-May;37(3):131-42.
98. Brill PA, Macera CA, Davis DR, Blair SN, Gordon N. Muscular strength and physical function. *Med Sci Sports Exerc*. 2000 Feb;32(2):412-6.
99. Lindle RS, Metter EJ, Lynch NA, Fleg JL, Fozard JL, Tobin J, et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *J Appl Physiol*. 1997 Nov;83(5):1581-7.
100. Fiatarone MA, Evans WJ. The etiology and reversibility of muscle dysfunction in the aged. *J Gerontol*. 1993 Sep;48 (Spec No):77-83.

101. Reid KF, Naumova EN, Carabello RJ, Phillips EM, Fielding RA. Lower extremity muscle mass predicts functional performance in mobility-limited elders. *J Nutr Health Aging*. 2008 Aug-Sep;12(7):493-8.
102. Enoka RM. Neuromechanical basis of kinesiology. *Human Kinetics* ed. 2, editor. CHAMPAIGN; 1994.
103. Abernethy P, Wilson G, Logan P. Strength and power assessment, issues, controversies and challenges. *Sports Med*. 1995;19(6):401-17.
104. Brown LE, Weir JP. (ASEP) Procedures Recommendation I: Accurate Assessment Of Muscular Strength And Power. *JEP*. 2001;3:1-21.
105. American College Sport Medicine - ACSM. Manual de pesquisas das diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 4, editor.: Guanabara Koogan; 2001.
106. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport*. 1999 Jun;70(2):113-9.
107. Balogun JA, Akomolafe CT, Amusa LO. Grip strength: effects of testing posture and elbow position. *Arch Phys Med Rehabil*. 1991 Apr;72(5):280-3.
108. Moreira D, Godoy JR, Junior WS. Estudo sobre a realização da preensão palmar com a utilização do dinamômetro: considerações anatômicas e cinesiológicas. *Fisiot Brasil*. 2001;2(5):295-300.
109. Moura PMLS. Estudo de força de preensão palmar em diferentes faixas etárias do desenvolvimento humano [Mestrado]. Brasília: Universidade de Brasília - UnB 2008.
110. Barbosa AR, Souza JMP, Lebrão ML, Marucci MDFN. Relação entre estado nutricional e força de preensão manual em idosos do município de São Paulo, Brasil: dados da pesquisa SABE. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2006;8(1): 37-44.
111. Dutta C. Significance of sarcopenia in the elderly. *J Nutr*. 1997 May;127(5 Suppl):992S-3S.
112. Júnior IL, Natour J. Atividade Física. In: Szejnfeld VL, editor. *Osteoporose: Diagnóstico e Tratamento*. São Paulo: SARVIER; 2000. p. 289-301.
113. Palmer IJ, Runnels ED, Bemben MG, Bemben DA. Muscle–bone interactions across age in men. *JSSM*. 2006;5:43-51.
114. Lau EM, Leung PC, Kwok T, Woo J, Lynn H, Orwoll E, et al. The determinants of bone mineral density in Chinese men--results from Mr. Os (Hong Kong), the first cohort study on osteoporosis in Asian men. *Osteoporos Int*. 2006 Feb;17(2):297-303.

115. Bevier WC, Wiswell RA, Pyka G, Kozak KC, Newhall KM, Marcus R. Relationship of body composition, muscle strength, and aerobic capacity to bone mineral density in older men and women. *J Bone Miner Res.* 1989 Jun;4(3):421-32.
116. Huuskonen J, Vaisanen SB, Kroger H, Jurvelin C, Bouchard C, Alhava E, et al. Determinants of bone mineral density in middle aged men: a population-based study. *Osteoporos Int.* 2000;11(8):702-8.
117. Nguyen TV, Center JR, Eisman JA. Osteoporosis in elderly men and women: effects of dietary calcium, physical activity, and body mass index. *J Bone Miner Res.* 2000 Feb;15(2):322-31.
118. Lemos AL, Camponesz, Carloskleber, João TG, Junio GR, Rhcastilhos, Salgueiro.. Coeficiente de correlação de Pearson. [database on the Internet]. 2008 [cited 15 de janeiro de 2009]. Available from <http://pt.wikipedia.org/wiki>

## **9. APÊNDICE**

## 9 APÊNDICE

### Apêndice 1

#### Termo de consentimento livre e esclarecido

As informações abaixo descreverão o protocolo de estudo para o qual você está sendo convidado a participar. O pesquisador poderá esclarecer todas as dúvidas que você tiver a respeito do estudo e desta carta.

Por favor, leia cuidadosamente e não deixe de perguntar qualquer coisa que você considere necessária sobre as informações fornecidas a seguir.

Você, por ter mais de 60 anos, está sendo convidado a participar de uma pesquisa para avaliar se existe associação entre quantidade de massa muscular, massa de gordura e força muscular com o conteúdo de cálcio do osso. Você já foi avaliado por um médico, e submetido ao exame de densitometria óssea, que avalia o conteúdo de cálcio no osso, massa muscular e massa de gordura. O exame de ultra-som de calcâneo, que avalia o risco de quebrar os ossos (apresentar uma fratura) foi realizado aqui em São Sebastião, onde você ficou sentado e colocou o pé no aparelho de ultra-som por um minuto. Nós precisamos da sua autorização para utilizar os resultados destes exames. Você também realizará testes para avaliar sua força muscular que serão: 1) fechar a mão apertando um aparelho para medir esta força, 2) puxar uma barra fixada num apoio para os pés, para avaliar a força da musculatura lombar e 3) teste de sentar e levantar da cadeira repetidamente por 30 segundos, para avaliar a força de seus membros inferiores.

Osteoporose é uma doença que ataca os ossos e aumenta o risco de fratura. O tratamento da osteoporose é feito, principalmente, com o uso de remédios e com a prática de atividade física e dieta rica em cálcio. Os remédios, atividade física e a dieta previnem a fratura que é a principal complicação da osteoporose. Se descobrirmos que você tem osteoporose nós iremos tratá-lo no Programa de Prevenção e Diagnóstico de Osteoporose



Para a realização deste protocolo, necessitaremos que você realize os testes colocados acima, feitos sob supervisão especializada. O estudo terá início e fim hoje, com a realização dos testes de força.

Você realizará os testes com orientação do pesquisador e supervisão dos médicos responsáveis. Você não correrá nenhum risco, apenas poderá sentir o desconforto associado à realização dos testes, ou melhor, os seus músculos serão estimulados e isto pode levar a um pouco de desconforto.

Se em qualquer momento você decidir não participar do protocolo, isto poderá ser feito sem qualquer prejuízo à continuidade de seu acompanhamento no Centro de Saúde de São Sebastião.

Apenas os pesquisadores terão acesso aos dados confidenciais que identifiquem você pelo nome. Você não será identificado em nenhum relatório ou publicação resultante deste estudo.

Você será informado do resultado dos seus exames e de qualquer descoberta que surja no período do estudo e que seja importante para você. Você não pagará nenhuma quantia para realizar os testes de força muscular.

Lembre-se que a participação neste protocolo é voluntária, portanto, você poderá recusar-se a participar ou descontinuar a sua participação a qualquer momento, sem penalidades ou perda de benefícios que você tenha direito. Quando terminarmos a análise dos dados você será informado sobre os resultados que este estudo encontrou. O telefone para você entrar em contato para maiores esclarecimentos é 3568-8463 / 84479497 (professor Fernando).

Declaro que li e entendi esta carta e que todas as minhas dúvidas foram esclarecidas.

Eu concordo voluntariamente em participar deste protocolo.

Data: \_\_\_\_\_

---

Assinatura do paciente

---

Assinatura do médico

## Apêndice 2

### Protocolo de Avaliação Clínica

Data observação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

#### I - Identificação:

Nome: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_

Data nasc.: \_\_/\_\_/\_\_ Naturalidade: \_\_\_\_\_ Sexo: ( )M ( )F Idade: \_\_\_\_ anos

Endereço: \_\_\_\_\_

Cor: ( ) branco ( ) oriental ( ) pardo ( ) negro

CEP: \_\_\_\_\_ Tel.Contato: \_\_\_\_\_

Procedente: \_\_\_\_\_ Tempo no DF: \_\_\_\_\_

Renda familiar: \_\_\_\_\_ Sal. Mínimos Nº pessoas em casa \_\_\_\_\_

#### II – Antecedentes patológicos e/ou doenças associadas:

##### a) Endócrinas

( ) hipertireóidismo

( ) diabetes

( ) hiperparatireoidismo

( ) outras \_\_\_\_\_

##### b) Gastrointestinais

( ) hepáticas

( ) gastrectomia

( ) doença intestinal

( ) outras \_\_\_\_\_

##### c) Reumatológicas

( ) fibromialgia

( ) AR

( ) LES

##### d) Outras

( ) calculose renal

( ) mieloma múltiplo

( ) hipertensão arterial

( ) OA local \_\_\_\_\_

( ) ICC

( ) Outras \_\_\_\_\_

( ) pneumopatias

( ) neoplasias tipo \_\_\_\_\_

( ) outras

### III - Avaliação dietética/hábitos:

Leite: \_\_\_\_\_ copos (200 ml/dia)

Derivados queijos: \_\_\_\_\_ vezes/semana

( ) iogurte: \_\_\_\_\_ vezes/semana

Verduras: \_\_\_\_\_

Café: \_\_\_\_\_ xícaras/dia

Tabagismo \_\_\_\_\_ anos/maço

Etilismo diário ( ) sim ( ) não

Bebidas destiladas \_\_\_\_\_ doses/dia

### IV – Histórico de fraturas:

Local: \_\_\_\_\_ Traumática

( ) sim

( ) não

Idade em que fraturou: \_\_\_\_\_ anos

( ) sim

( ) não

História familiar de OP: ( ) sim ( ) não

Com fratura: ( ) sim ( ) não

### V – Atividade física:

( ) serviços de casa

( ) anda regularmente

( ) corre regularmente

( ) sentado maior parte dia

( ) restrito ao leito

( ) outros

( ) praticou esportes na adolescência \_\_\_\_\_

( ) mudou de atividades nos últimos 5 anos \_\_\_\_\_

### VI – Uso de medicamentos:

( ) glicocorticóides dose max \_\_\_/dia

Tempo \_\_\_\_\_ VO ( ) EV ( ) IM ( ) Inal ( )

( ) anticonvulsivante Tipo: \_\_\_\_\_

Tempo: \_\_\_\_\_

( ) antiácidos Tipo: \_\_\_\_\_

Tempo: \_\_\_\_\_

( ) heparina

Tempo: \_\_\_\_\_

( ) vitamina D Tipo: \_\_\_\_\_

Tempo: \_\_\_\_\_

- ( ) diuréticos                      Tipo:\_\_\_\_\_                      Tempo:\_\_\_\_\_
- ( ) cálcio      dose\_\_\_mg/dia                      Tempo:\_\_\_\_\_
- ( ) fluoreto de sódio: dose\_mg/dia                      Tempo\_\_\_\_\_
- ( ) estrógenos                      Tipo:\_\_\_\_\_                      Tempo:\_\_\_\_\_
- ( ) calcitonina                      Tipo:\_\_\_\_\_                      Tempo:\_\_\_\_\_
- ( ) bisfosfonato                      Tipo:\_\_\_\_\_                      Tempo:\_\_\_\_\_
- ( ) anabolizante                      Tipo:\_\_\_\_\_                      Tempo:\_\_\_\_\_
- ( ) MTX                      dose\_\_mg/sem                      Tempo:\_\_\_\_\_
- ( ) outros\_\_\_\_\_

**VII- Medicação em uso atualmente**

Medicação	Dose	Início	Término
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

**10. ANEXO**

# Anexo 1

## Protocolo do Comitê de Ética



Universidade de Brasília  
Faculdade de Ciências da Saúde  
Comitê de Ética em Pesquisa –CEP/FS

### PROCESSO DE ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

Registro do Projeto: 122/2006

Título do Projeto: “Análise da correlação entre força muscular, massa muscular, massa gorda com densidade mineral óssea e stiffness (parâmetro de ultra-sonometria óssea) em homens com idade igual ou acima de 58 anos residentes em São Sebastião”.

Pesquisador Responsável: Fernando Borges Pereira

Data de Entrada: 17/10/2006.


Com base nas Resoluções 196/96, do CNS/MS, que regulamenta a ética da pesquisa em seres humanos, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, após análise dos aspectos éticos e do contexto técnico-científico, resolveu **APROVAR** o projeto 122/2006 com o título: “Análise da correlação entre força muscular, massa muscular, massa gorda com densidade mineral óssea e stiffness (parâmetro de ultra-sonometria óssea) em homens com idade igual ou acima de 58 anos residentes em São Sebastião”. Analisado na 10ª Reunião, realizada no dia 14 de novembro de 2006.

O pesquisador responsável fica, desde já, notificado da obrigatoriedade da apresentação de um relatório semestral e relatório final sucinto e objetivo sobre o desenvolvimento do Projeto, no prazo de 1 (um) ano a contar da presente data (item VII.13 da Resolução 196/96).

Brasília, 05 de março de 2007.

*Fernando Borges Pereira*  
14/03/07

Campus Universitário Darcy Ribeiro  
Faculdade de Ciências da Saúde  
Cep: 70.910-900

  
Prof. Volnei Garrafa  
Coordenador do CEP-FS/UnB