



UNIVERSIDADE D  
COIMBRA

Sónia Isabel Rodrigues Ferreira

## **OSTEOPOROSE NA IDADE MÉDIA**

ESTUDO DA MASSA CORTICAL ÓSSEA ATRAVÉS DO 2º  
METACÁRPICO DAS AMOSTRAS OSTEOLÓGICAS DE S. JOÃO  
DE ALMEDINA, CONVENTO DE S. FRANCISCO (SANTARÉM)  
E CACELA-A-VELHA

Dissertação no âmbito do Mestrado em Evolução e Biologia Humanas  
orientada pela Professora Doutora Cláudia Isabel Soares Umbelino e pelo  
Doutor José Francisco Taborda Curate e apresentada ao Departamento de  
Ciências da Vida da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de  
Coimbra.

Fevereiro de 2020



# DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

## OSTEOPOROSE NA IDADE MÉDIA

ESTUDO DA MASSA CORTICAL ÓSSEA ATRAVÉS DO 2º METACÁRPICO DAS  
AMOSTRAS OSTEOLÓGICAS DE S. JOÃO DE ALMEDINA, CONVENTO DE S.  
FRANCISCO (SANTARÉM) E CACELA-A-VELHA

SÓNIA ISABEL RODRIGUES FERREIRA

Dissertação no âmbito do Mestrado em Evolução e Biologia Humanas orientada pela Professora Doutora Cláudia Isabel Soares Umbelino (Universidade de Coimbra) e pelo Doutor José Francisco Taborda Curate (Universidade de Coimbra) e apresentada ao Departamento de Ciências da Vida da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

FEVEREIRO DE 2020

1 2  9 0

UNIVERSIDADE D  
COIMBRA



*“Man still bears in his bodily frame  
the indelible stamp of his lowly origin.”*

- Charles Darwin



À avó Lúcia  
(*in memoriam*)





## Agradecimentos

O término da minha formação académica, que culmina com a defesa desta dissertação, representa o encerrar de um capítulo e o começo de outro neste extraordinário livro que é a vida. Chegar até aqui foi desafiador e implicou um grande trabalho de superação e construção; a nível académico, mas sobretudo a nível pessoal. Todo este esforço não seria possível sem um grupo excepcional de pessoas que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para a concretização desta tese.

Em primeiro lugar, gostaria de começar por agradecer aos meus orientadores, a Doutora Cláudia Umbelino e o Doutor Francisco Curate, não só por terem aceitado orientar-me neste estudo, como também pelo rigor e conhecimento científico que transmitiram ao longo deste percurso. Agradeço também à Doutora Eugénia Cunha, pela autorização do estudo da coleção arqueológica de São João de Almedina e à Doutora Sofia Wasterlain, por me conceder a autorização de acesso ao sótão do Departamento de Ciências da Vida da Universidade de Coimbra, onde se encontra acondicionado o material de estudo. À Doutora Ana Maria Silva, não só pela autorização do estudo da coleção arqueológica do Convento de São Francisco de Santarém, como também por todo o conhecimento transmitido. Desde as disciplinas que integraram o Menor em Antropologia durante a minha Licenciatura em Biologia, até ao terminar do Mestrado. Agradeço todos os esclarecimentos e toda a ajuda prestada na análise e no fornecimento de dados importantes relativos ao material osteológico deste trabalho. À Doutora Ana Luísa Santos, pelo rigor e exigência com que leciona a disciplina de Paleopatologia e por ter despertado o interesse na área. À Daniela do CIAS, pela simpatia e por guardar 'religiosamente' a chave do sótão 'do outro lado'. Quero ainda agradecer à Doutora Teresa Rafael, do Serviço de Imagiologia do Centro Hospitalar da Universidade de Coimbra, pela sua disponibilidade e colaboração num aspeto tão indispensável neste estudo como as radiografias dos segundos metacárpicos.

Ao primo Pedro, pela disponibilidade e pela preciosa ajuda na edição das fotografias.

À minha colega e amiga Ana Rita, por ter sido a minha 'companheira de guerra', pelas conversas que viajavam entre partilha de opiniões científicas divergentes até desabafos emocionais, pelo apoio e incentivo. Num mundo em que a competitividade parece prevalecer sobre a humanidade, o meu obrigada e que tenhas todo o sucesso que mereces.

À Ana Contente, a amiga de sempre e para sempre. Obrigada pelas sandes de panado no Jardim Botânico, o resto, tu sabes.

Conciliar o mercado de trabalho com a vida académica nem sempre é uma tarefa fácil, mas é possível. Não posso, por isso, deixar de agradecer aos melhores patrões de sempre. À Catarina e ao Frederico Santos, pela flexibilidade de horários, por me ensinarem e me permitirem crescer enquanto

pessoa e profissional, pelo à vontade, pela preocupação, pelo apoio e pelo carinho. Aos filhotes, a Joana e o Bruno, pela ternura dos seus sorrisos que alegam os dias mais cinzentos.

À avó Arménia e ao avô Carlos, pela minha infância que ditou muito da pessoa que sou, pelo amor e por serem meus apoiantes incondicionais.

Não posso deixar de expressar a minha gratidão à mãe Carmen e ao pai Basílio, por tudo. Pelo amor, pelo apoio, pelo suporte financeiro, pela educação e acima de tudo por me permitirem ser, crescer e sonhar. Ao mano Alexandre, pelo apoio, pela compreensão e pelos desabafos.

Por último, mas não menos importante, ao António. Por ser o meu refúgio, por todos estes anos de partilha e de crescimento e por nunca deixar de acreditar em mim. Obrigada por me tornares numa pessoa melhor, por tolerares os meus devaneios e por seres sempre a minha lucidez.

Embora esta dissertação só carregue o meu nome, eu carrego-vos a todos no coração. Com um sentimento de profunda gratidão, o meu muito obrigada!

## **Resumo**

A osteoporose pode ser definida como uma desordem metabólica de etiologia multifatorial, caracterizada por um decréscimo na massa óssea e, conseqüentemente, por uma maior suscetibilidade à fratura. Tendo em conta a sua crescente prevalência nas populações contemporâneas, tem-se revelado um grave problema de saúde pública. Os estudos paleopatológicos constituem uma ajuda valiosa para a antecipação deste tipo de problemas através do auxílio na compreensão dos padrões de perda de massa óssea no passado e no potencial de previsão da suscetibilidade das populações para a doença.

O propósito deste trabalho consistiu essencialmente em compreender os padrões de perda de massa óssea numa amostra de indivíduos pertencentes a três populações medievais portuguesas distintas, datadas desde o século XII até aos princípios da modernidade, provenientes da igreja de São João de Almedina (N=11;  $\pm 12,6\%$ ), do Convento de São Francisco (em Santarém) (N=48;  $\pm 55,2\%$ ) e da necrópole Cristã de Cacela-a-Velha (N=28;  $\pm 32,2\%$ ).

A técnica de radiogrametria foi aplicada aos segundos metacárpicos (II MTC) para posterior cálculo do índice cortical (ICM) e avaliação da perda de massa óssea em função do sexo e classe etária dos indivíduos. Foi efetuada a análise e registo das fraturas de fragilidade e procedeu-se ainda à realização de um conjunto de medidas morfométricas do fémur de modo a avaliar o papel da sua morfologia na ocorrência de fraturas de fragilidade associadas à região da anca. Devido ao pequeno número de indivíduos nas amostras os três sítios arqueológicos foram analisados estatisticamente em conjunto.

Os resultados obtidos foram inconclusivos no que concerne aos padrões e taxas de perda óssea associados ao envelhecimento. Os parâmetros avaliados variavam de forma inconsistente ao longo das classes etárias, provavelmente devido ao reduzido número de indivíduos em estudo. Não se verificaram diferenças significativas na prevalência das fraturas vertebrais entre sexos nem o seu aumento com a idade. Apenas foram observadas fraturas de compressão vertebral, não havendo qualquer registo de fraturas na anca, no úmero proximal ou no antebraço. Foi registado um evento fraturante numa mulher jovem, que não tem necessariamente de ser justificado como consequência direta de uma perda óssea numa idade precoce, apresentando possivelmente outras etiologias.

É essencial prosseguir com este tipo de estudos, com uma amostragem mais significativa e inclusive noutros contextos cronológicos.

**Palavras-chave:** radiogrametria; osso cortical; perda óssea; fraturas; paleopatologia

## **Abstract**

Osteoporosis can be defined as a metabolic disorder of multifactorial etiology, characterized by a decrease in bone mass and consequently a greater susceptibility to fracture. Given its increasing prevalence in contemporary populations, it has proved to be a serious public health problem. Paleopathological studies are a valuable aid in anticipating such problems by helping to understand past bone loss patterns and the potential to predict the susceptibility of populations to disease.

The purpose of this work was essentially to understand the patterns of bone loss in a sample of individuals belonging to three distinct portuguese medieval populations, dating from the 12th century to the beginning of modernity, coming from the church of São João de Almedina (N = 11;  $\pm$  12.6%), Convento de São Francisco (in Santarém) (N = 48;  $\pm$  55.2%) and the Christian necropolis of Cacula-Velha (N = 28;  $\pm$  32.2%).

The radiogrammetry technique was applied to the second metacarpal (II MTC) for subsequent calculation of cortical index (ICM) and evaluation of bone mass loss according to gender and age group. The analysis and recording of fragility fractures was performed and a set of femoral morphometric measurements was carried out to evaluate the role of its morphology in the occurrence of hip fractures. Due to the small number of individuals in the samples the three archaeological sites were statistically analyzed together.

The results obtained were inconclusive regarding the patterns and rates of bone loss associated with aging. The parameters evaluated varied inconsistently across age groups, probably due to the small number of individuals under study. There were no significant differences in the prevalence of vertebral fractures between sexes and their increase with age. Only vertebral compression fractures were observed, with no record of hip, proximal humerus or forearm fractures. A fracturing event has been reported in a young woman, which does not necessarily have to be justified as a direct consequence of bone loss at an early age, possibly having other etiologies.

It is essential to pursue this type of studies with more significant sampling and even in other chronological contexts.

**Keywords:** radiogrammetry; cortical bone; bone loss; fractures; paleopathology

## **Sumário**

Agradecimentos.....	vii
Resumo.....	ix
Abstract.....	x
Sumário.....	xi
Índice de Figuras .....	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas/Acrónimos .....	xvii
1. Introdução .....	1
1.1. A Paleopatologia: contextualização .....	3
1.2. Osteoporose .....	4
1.2.1. Definição .....	4
1.2.2. Epidemiologia e fraturas de fragilidade .....	5
1.2.3. Compreender a perda de massa óssea .....	6
1.2.4. Paleopatologia da osteoporose em Portugal .....	14
1.3. Objetivos.....	16
2. Materiais e Métodos .....	17
2.1. A Amostra.....	19
2.1.1. São João de Almedina .....	19
2.1.2. Convento de São Francisco (Santarém) .....	20
2.1.3. Cacula-a-Velha.....	21
2.2. Metodologia .....	23
2.2.1. Estimativa do sexo e idade à morte .....	23
2.2.2. Fraturas osteoporóticas.....	24
2.2.3. Morfometria no fémur .....	26
2.2.4. Radiogrametria.....	27
2.2.5. Estimativa do erro de medida.....	30

2.2.6. Análise estatística .....	31
3. Resultados .....	33
3.1. Erro Intra-Observador .....	35
3.2. Análise radiométrica .....	35
3.2. Geometria do fêmur .....	37
3.3. Fraturas vertebrais.....	37
4. Discussão .....	43
4.1. Radiogrametria .....	45
4.2. Geometria do fêmur.....	46
4.3. Fraturas vertebrais.....	47
4.4. Comparação entre estudos.....	49
5. Considerações finais .....	51
6. Referências .....	55
Apêndice I – Exemplo de radiografia dos segundos metacárpicos para medição no <i>software</i> MicroDicom Viewer 2.9.2. ....	75

## **Índice de Figuras**

### **Capítulo 1**

**Figura 1.1.** – Fatores de risco e interações que podem estabelecer entre si que são conhecidas por influenciar o pico de massa óssea e contribuir para a perda de osso. O pico de massa óssea parece ser influenciado por múltiplos fatores que podem ser divididos em ambientais e genéticos. Estes fatores, juntamente com o envelhecimento e fatores relacionados com a reprodução (alguns deles herdáveis) conduzem à perda de massa óssea no esqueleto. .... 10

### **Capítulo 2**

**Figura 2.1.** – Representatividade dos elementos ósseos analisados para as três amostras em estudo. (a) – São João de Almedina; (b) – Convento de São Francisco – Santarém; (c) – Cacela-a-Velha, sítio do Poço Antigo. .... 22

**Figura 2.2.** - Classificação semi-quantitativa de Genant *et al.* (2013) das fraturas e/ou deformações vertebrais. *In* Curate e colaboradores (2016) (adaptado). .... 25

**Figura 2.3.** - Esquema representativo de algumas das medições efetuadas no fémur. CMCF – Comprimento Morfológico do Colo do Fémur; CECF – Comprimento do Eixo do Colo Femoral; CBCF – Comprimento Biomecânico do Colo do Fémur; ACDF – Ângulo do Colo-Diafisário do Fémur; ACF – Altura do Colo Femoral; DVCF – Diâmetro Vertical da Cabeça do Fémur; DSSF – Diâmetro Sagital Subtrocantérico do Fémur. Adaptado de Curate *et al.* (2017). .... 27

**Figura 2.4.** - Sistema radiográfico de digitalização direta – Senographe DS (GE Healthcare®) – e posicionamento dos segundos metacárpicos radiografados em norma ântero-posterior. .... 29

**Figura 2.5.** - Espessuras corticais avaliadas: LCM – Largura do Canal Medular (a azul); LTD – Largura Total da Diáfise (a vermelho) e respetiva localização no segundo metacárpico (pertencente ao indivíduo SJA 1, sexo feminino, classe etária III, radiografado em norma ântero-posterior). Adaptado de Curate (2011). .... 30

### **Capítulo 3**

**Figura 3.1.** – Fratura vertebral de grau 3 em cunha; indivíduo do sexo masculino, classe etária II (SJA). .... 38

**Figura 3.2** – Fratura vertebral de grau 2 em cunha; indivíduo do sexo masculino, classe etária II (CVPA).

..... 38



## **Índice de Tabelas**

### **Capítulo 2**

**Tabela 2.1.** - Composição final das três amostras osteológicas..... 22

**Tabela 2.2.** - Localização e descrição das fraturas de fragilidade mais comuns avaliadas na extremidade proximal do fêmur, do úmero e extremidade distal do rádio. .... 25

**Tabela 2.3.** - Medidas efetuadas para o estudo da morfologia do fêmur descritas em Curate *et al.*, 2017. .... 26

### **Capítulo 3**

**Tabela 3.1.** - Valores do ETM e ETMr intra-observador para as medidas LTD e LCM obtidas a partir das radiografias aos II MTC..... 35

**Tabela 3.2.** - Estatística descritiva para as medidas do II MTC em ambos os sexos; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas)..... 35

**Tabela 3.3.** - Estatística descritiva para as medidas do II MTC por classe etária para o sexo feminino; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas)..... 36

**Tabela 3.4.** - Estatística descritiva para as medidas do II MTC por classe etária para o sexo masculino; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas)..... 36

**Tabela 3.5.** - Estatística descritiva para as medidas do fêmur em ambos os sexos; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas)..... 37

**Tabela 3.6.** - Frequência das fraturas de compressão vertebral por sexo: São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas)..... 39

**Tabela 3.7.** - Frequência das fraturas de compressão vertebral por classe etária para o sexo feminino: São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas)..... 39

**Tabela 3.8.** - Frequência das fraturas de compressão vertebral por classe etária para o sexo masculino: São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas)..... 40

**Tabela 3.9.** - Estatística descritiva para as medidas do fémur em relação aos indivíduos do sexo feminino sem e com fraturas de compressão vertebral; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas). ..... 40

**Tabela 3.10.** - Estatística descritiva para as medidas do fémur em relação aos indivíduos do sexo masculino sem e com fraturas de compressão vertebral; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas)..... 41

**Tabela 3.11.** - Estatística descritiva para as medidas do II MTC em relação aos indivíduos do sexo feminino sem e com fraturas de compressão vertebral; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas)..... 42

**Tabela 3.12.** - Estatística descritiva para as medidas do II MTC em relação aos indivíduos do sexo masculino sem e com fraturas de compressão vertebral; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas)..... 42

## **Lista de Abreviaturas/Acrónimos**

II MTC – Segundo Metacárpico  
ACDF – Ângulo do Colo-Diafisário do Fémur  
ACF – Altura do Colo Femoral  
CA – Comprimento Articular do Segundo Metacárpico  
CBCF – Comprimento Biomecânico do Colo do Fémur  
CECF – Comprimento do Eixo do Colo Femoral  
CFF – Comprimento Fisiológico do Fémur  
CM – Comprimento Máximo do Segundo Metacárpico  
CMCF – Comprimento Morfológico do Colo do Fémur  
CMDF – Circunferência a Meio da Diáfise do Fémur  
CMF – Comprimento Máximo do Fémur  
CSF – S – Convento de São Francisco, Santarém  
CVPA – Cacela – a – Velha, Poço Antigo  
DAPSF – Diâmetro Ântero-Posterior Subtrocantérico do Fémur  
DMO – Densidade Mineral Óssea  
DSMDF – Diâmetro Sagital a Meio da Diáfise do Fémur  
DSSF – Diâmetro Sagital Subtrocantérico do Fémur  
DTMDF – Diâmetro Transversal a Meio da Diáfise do Fémur  
DVCF – Diâmetro Vertical da Cabeça do Fémur  
DXA – *Dual X-Ray Absorptiommetry*  
DXR – *Digital X-Ray Radiogrammetry*  
ICM – Índice Cortical  
LCbF – Largura da Cabeça do Fémur  
LCF – Largura do Colo Femoral  
LCM – Largura do Canal Medular do segundo metacárpico  
LEF – Largura Epicondilar do Fémur  
LTD – Largura Total da Diáfise do segundo metacárpico  
PMO – Pico de Massa Óssea  
PTH – Hormona Paratiróide  
SJA – São João de Almedina



## 1. Introdução



## 1.1. A Paleopatologia: contextualização

A paleopatologia designa o estudo (*logos*) da doença (*páthos*) antiga (*paleo*) (Santos, 1999/2000), um termo popularizado por Sir Marc Armand Ruffer (1859-1917) e que já havia sido sugerido por R.W. Shufeldt (1892-1893) (Aufderheide & Rodríguez-Martín, 1998).

Atualmente, a paleopatologia pode ser considerada uma subdisciplina da antropologia biológica, que se concentra na variação anormal de restos ósseos humanos e outros animais provenientes dos sítios arqueológicos (Roberts & Manchester, 2010). O seu estudo, segue uma abordagem multidisciplinar concentrando-se em evidências primárias; tais como ossos, tecidos calcificados, corpos preservados, mumificados e coprólitos; e evidências secundárias, que incluem dados documentais (registros médicos e históricos) contemporâneos com o período de tempo em estudo, representações iconográficas, artefactos e obras de arte (Ortner & Putschar, 1981 e Armelagos, 1997 *in* Santos, 1999/2000; Ortner, 2003; Roberts & Manchester, 2010).

Um dos aspetos mais desafiadores do estudo da biologia do esqueleto é a investigação da saúde e doença do passado. Embora nem todas as doenças deixem marcas no esqueleto, o estudo do osso com lesões pode fornecer informações importantes sobre o estado de saúde de um indivíduo. Deste modo, uma amostra representativa da população, pode fornecer estimativas da saúde da comunidade através da análise da patologia do esqueleto e, assim, facilitar as investigações do padrão de doença numa perspetiva comparativa (Buikstra & Ubelaker, 1994). O estudo dos restos humanos dentro do seu contexto cultural, ou seja, o período de tempo, área geográfica e cultura material, ajuda na interpretação da história da doença (Roberts & Manchester, 2010). Além disso, um estudo paleopatológico é útil se de alguma forma ajudar a prever, para uma população específica, a sua suscetibilidade para a doença, podendo fornecer uma ajuda valiosa na antecipação e resolução de problemas de saúde contemporâneos através de um melhor entendimento da resposta biológica que, no passado, terá fomentado um dado resultado (Pfeiffer, 1991).

Nos últimos anos, o perfil demográfico da população mundial tem revelado um grande aumento no número total e relativo de idosos. Este facto, traduz-se num incremento da prevalência da osteoporose, já que afeta uma grande proporção desta faixa etária, resultando em fraturas que têm consequências humanas e económicas significativas, sendo considerado um grave problema de saúde pública. Mudanças históricas nos agentes etiológicos da osteoporose como alterações na alimentação e aumento da longevidade têm vindo a provocar oscilações na prevalência desta doença. É por isso que o estudo da sua epidemiologia no passado é de extrema importância para a perceção científica da doença (Curate, 2014).

## 1.2. Osteoporose

### 1.2.1. Definição

A massa óssea declina como resultado de um processo natural. Se esse processo exceder um certo estágio, a osteoporose pode ser definida como doença (Strømsøe, 2004). A origem etimológica do termo “osteoporose” deriva do grego *ostéon-oûn*: osso e *póros*: poroso. Em 1941, Albright e colaboradores associaram a ocorrência de osteoporose a mulheres pós-menopáusicas, porém, esta definição ignorava a desproporcionada incidência de fraturas no segmento mais envelhecido da população, de ambos os sexos; assim como os indivíduos com uma baixa densidade óssea, mas que ainda não haviam experienciado um evento fraturante (Curate, 2005).

Atualmente, a osteoporose designa uma doença esquelética sistêmica caracterizada por um decréscimo da massa óssea e uma deterioração da microarquitetura do tecido ósseo, que leva a um aumento consequente da fragilidade óssea e suscetibilidade à fratura (Consensus Development Conference, 1993; NIH Consensus Development Panel, 2001).

A osteoporose pode ser classificada como primária e secundária consoante o principal fator desencadeador da perda óssea. Deste modo, a primeira surge associada ao envelhecimento e alterações hormonais e a segunda como resultado de procedimentos médicos ou outras condições patológicas (Gugliemi *et al.*, 2011). Em 1986, Riggs & Melton III sugerem uma subdivisão da osteoporose primária em duas categorias distintas: Tipo I (ou osteoporose “pós-menopáusicas”) e Tipo II (ou osteoporose “senil”).

A osteoporose do tipo I, ocorre tipicamente em mulheres entre os 50 e 65 anos de idade, devido à reabsorção óssea trabecular acelerada relacionada com o déficit de estrogênio endógeno. O padrão de fratura neste grupo de mulheres, envolve principalmente as vértebras e a extremidade distal do antebraço (Gugliemi *et al.*, 2011). Na osteoporose do tipo II, há uma perda proporcional de osso cortical e trabecular (Riggs *et al.*, 1991 *in* Agarwal, 2008). Observa-se em ambos os sexos, tipicamente após os 70 anos de idade, embora as mulheres também tenham maior probabilidade de sofrer de osteoporose relacionada com a idade, provavelmente, em parte, devido ao efeito combinado com a perda óssea pós-menopáusicas anterior (Agarwal, 2008). As fraturas de fragilidade normalmente ocorrem ao nível do colo femoral, corpo vertebral, rádio distal e úmero proximal (Curate, 2014).

Na clínica, devido à necessidade de encontrar metodologias de diagnóstico para a osteoporose, a Organização Mundial de Saúde (OMS) estabeleceu uma definição operacional para o diagnóstico clínico da doença, baseada na quantificação da massa óssea através da técnica de densitometria radiológica (DXA) (WHO, 1994), o método clínico primário para avaliar o risco de fratura (Agarwal, 2008). Esta definição, complementada alguns anos mais tarde, inclui, para além de mulheres caucasianas pós-



menopáusicas, mulheres não caucasianas e homens com idade superior a 50 anos (Kanis *et al.*, 2009). Com efeito, foram propostas quatro categorias descritivas de acordo com o desvio padrão obtido para a densidade mineral óssea (DMO) de cada paciente em relação ao valor médio de indivíduos jovens saudáveis do mesmo sexo (*T-score*). Assim, valores de DMO iguais ou superiores a -1 desvio padrão (d.p.) relativamente ao *T-score* são considerados normais, valores compreendidos entre -1 e -2,5 são indicadores de osteopenia, e valores iguais ou inferiores -2,5 d.p. já implicam o diagnóstico de osteoporose. Se o valor da DMO for inferior a -2,5 d.p. e já estiver associado a uma ou mais fraturas de fragilidade estamos perante uma osteoporose grave (Kanis *et al.*, 2008).

### **1.2.2. Epidemiologia e fraturas de fragilidade**

A osteoporose representa uma das principais doenças não transmissíveis da atualidade e deverá aumentar significativamente no futuro. No ano de 2010 foram diagnosticados cerca de 28 milhões de indivíduos com osteoporose segundo os critérios definidos pela WHO (*World Health Organization*). Em 2025, estima-se que este número sofra um aumento de 23% atingindo os 34 milhões de indivíduos (Hernlund, 2013).

O conhecimento da prevalência e da incidência das fraturas osteoporóticas é fundamental, uma vez que constituem as complicações clínicas verdadeiramente significativas da osteoporose (Canhão *et al.*, 2005). A osteoporose, causa mais de 8,9 milhões de fraturas anualmente em todo o mundo e mais de um terço de todas as fraturas osteoporóticas ocorrem na Europa. A incidência destas fraturas é superior em mulheres pós-menopáusicas e indivíduos idosos de ambos os sexos (Odén *et al.*, 2015; Saavedra *et al.*, 2016). As fraturas osteoporóticas mais comuns incluem fraturas vertebrais, fraturas do antebraço (particularmente a fratura de Colles), fraturas da anca e fraturas do úmero proximal (WHO, 1994; Johnell e Kanis 2006).

No ano de 2010, Portugal registou cerca de 52 mil casos de fraturas de fragilidade e espera-se que em 2025 haja um incremento de 33%. Cerca de 7300 das fraturas registadas nas mulheres foram na anca, 5200 nas vértebras, 7000 no antebraço e 16 500 noutros locais esqueléticos. Quase duas vezes mais fraturas ocorreram no sexo feminino comparativamente ao sexo masculino (Hernlund, 2013). Ainda assim, Portugal tem uma das menores incidências de fraturas entre os países europeus (Marques *et al.*, 2013).

As fraturas da extremidade proximal do fémur são aquelas que estão associadas a maior morbidade e mortalidade (Cummings & Melton III, 2002; Johnell & Kanis, 2006; Laires *et al.*, 2015). As projeções indicam que o número de fraturas da anca que ocorrem no mundo a cada ano aumentará para 6,26 milhões até 2050 (Cooper *et al.*, 1992). Para além de comprometerem a qualidade de vida devido à

dor e perda de mobilidade, independência e autoestima; as fraturas de fragilidade contribuem para uma redução da expectativa de vida (Becker *et al.*, 2010; Gugliemi *et al.*, 2011).

A prevalência crescente da osteoporose também está relacionada a custos humanos, económicos e sociais substanciais, que se tornarão ainda maiores encargos sociais à medida que a população envelhece (Gugliemi *et al.*, 2011). Com o aumento da esperança média de vida e o envelhecimento gradual da população, é esperado que as complicações associadas à osteoporose se acentuem e que o número de doentes com esta condição venha a aumentar nos próximos anos (Laires *et al.*, 2015; Odén *et al.*, 2015; Saavedra *et al.*, 2016).

### **1.2.3. Compreender a perda de massa óssea**

#### *1.2.3.1. Tecido ósseo: constituição*

Antes de proceder ao estudo dos elementos ósseos de um esqueleto humano é útil considerar a sua biologia. Embora em contexto arqueológico as células e os componentes do tecido mole do osso raramente sejam encontrados, ter uma boa noção da fisiologia normal e da histologia do osso nos seus diferentes estádios de desenvolvimento, fornece uma base importante para a interpretação de condições anormais que poderão vir a surgir, permitindo também uma melhor compreensão sobre os processos patológicos que ocorrem num esqueleto humano (Ortner, 2003; White *et al.*, 2012).

O osso constitui uma forma especializada de tecido conjuntivo, vivo, dinâmico e composto por células embutidas numa matriz extracelular calcificada, a matriz óssea, cujas propriedades físicas refletem as funções que desempenha (Faculty of Biological Sciences, University of Leeds, 2003; Morgan *et al.*, 2008).

A matriz óssea é composta por 50-70% de matéria mineral, 20-40% de matéria orgânica e 5-10% de água (Clarke, 2008; Datta *et al.*, 2008). A componente orgânica é maioritariamente constituída por colagénio tipo I, que constitui aproximadamente 95% da matriz orgânica (Marks e Odgren, 2002; Junqueira e Carneiro, 2013) e que confere ao tecido ósseo a sua força tênsil (Serra, 2001); os restantes 5% são células ósseas e numerosas proteínas não colagénicas, fundamentalmente proteoglicanos, fosfoproteínas e glicoproteínas (Marks e Odgren, 2002; Nolla & Rozadilla, 2004; Morgan *et al.*, 2008; Junqueira e Carneiro, 2013). O conteúdo mineral do osso é principalmente fosfato de cálcio, organizado numa forma análoga à da hidroxiapatite  $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ , sob a forma de cristais, mas mais pequenos e irregulares (Serra, 2001). Ainda assim, é possível encontrar também bicarbonato, magnésio, potássio, sódio e citrato em pequenas quantidades (Junqueira e Carneiro, 2013).

O tecido ósseo, para além de desempenhar funções mecânicas reconhecidas – o suporte das partes moles e estrutura corporal, fornecendo locais de fixação para os músculos; a proteção dos órgãos internos e o auxílio da locomoção; desempenha ainda funções metabólicas de extrema importância –

como a manutenção da homeostase de íons no organismo, funcionando essencialmente como um reservatório de cálcio e fosfato e sendo responsável pela produção de células sanguíneas na medula óssea (Faculty of Biological Sciences, University of Leeds, 2003; Datta *et al.*, 2008; Junqueira e Carneiro, 2013).

O osso é composto por quatro tipos diferentes de células: osteoblastos, osteócitos, que permeiam o interior mineralizado, osteoclastos e células de revestimento ósseo, presentes na superfície óssea (Marks e Odgren, 2002)

Os osteoblastos são as células, com um núcleo único e excêntrico (Nolla & Rozadilla, 2004), que sintetizam a parte orgânica da matriz óssea. Uma vez exercida a sua função, a maioria destas células desaparece por morte celular programada, mas parte delas são aprisionadas pela matriz recém-sintetizada, a sua atividade anabolizante cessa e o osteoblasto passa a ser chamado de osteócito (Nolla & Rozadilla, 2004; Junqueira e Carneiro, 2013).

O osteócito é um osteoblasto maduro dentro da matriz óssea e é responsável pela sua manutenção (Marks e Odgren, 2002). A matriz deposita-se em torno do corpo da célula e dos seus prolongamentos, formando assim as lacunas e os canaliculos (Junqueira e Carneiro, 2013). É através deles que estas células realizam as trocas metabólicas e regulam a homeostasia do osso (Serra, 2001; Morgan *et al.*, 2008). A sua morte resulta na sua absorção da matriz por osteoclastos seguida da reparação pela ação de osteoblastos (Junqueira e Carneiro, 2013).

Os osteoclastos são células móveis, grandes, multinucleadas e extensamente ramificadas que reabsorvem o osso (Junqueira e Carneiro, 2013; Marks e Odgren, 2002). Quando ativos, os osteoclastos repousam diretamente sobre a superfície óssea e possuem duas especializações da membrana plasmática: uma margem ondulada (“ruffled border”) e uma ‘zona limpa’ (“clear zone”). A primeira é a área central e altamente dobrada da membrana plasmática, onde ocorre a reabsorção óssea. A segunda é uma área livre de organelos, rica em microfilamentos da membrana plasmática que envolve a margem ondulada e serve como ponto de fixação dos osteoclastos à matriz óssea subjacente (Marks & Odgren, 2002).

As células de revestimento ósseo são células inativas, achatadas e alongadas, que cobrem a superfície óssea e uma vez que estão inativas, têm poucos organelos citoplasmáticos. Pouco se sabe sobre a função destas células, no entanto, especula-se que possam ser precursoras de osteoblastos (Marks & Odgren, 2002).

Histologicamente, existem dois tipos de osso: imaturo e maduro. O osso imaturo – que também pode ser designado de primário, fibroso e não lamelar – é o primeiro tipo de osso que surge, quer seja aquando o desenvolvimento embrionário, como em locais de consolidação de fraturas; a sua existência é temporária sendo substituído por osso definitivo gradualmente e à medida que o crescimento continua.

No adulto é muito pouco frequente, persistindo apenas próximo às suturas dos ossos do crânio, nos alvéolos dentários e em alguns pontos de inserção de tendões. Apesar de conter as mesmas células e os mesmos constituintes da matriz que o osso secundário, o osso primário apresenta maior proporção de osteócitos e menor quantidade de minerais. As fibras de colagénio que o constituem dispõem-se irregularmente, sem orientação definida, o que lhe confere o aspeto fibroso (White *et al.*, 2012; Junqueira e Carneiro, 2013). No osso maduro – também reconhecido como secundário, definitivo ou lamelar – as fibras de colagénio organizam-se em lamelas, que adquirem uma disposição muito peculiar (Junqueira e Carneiro, 2013).

O esqueleto possui dois tipos de osso maduro: cortical ou compacto e trabecular ou esponjoso. Embora ambos os tipos de osso tenham constituição química e propriedades idênticas em todo o esqueleto, as diferenças residem na sua arquitetura, diferenças essas que são responsáveis pelas suas vantagens mecânicas distintas (Serra, 2001).

O osso cortical, que representa 80% da massa óssea do esqueleto adulto, forma o revestimento externo e desempenha, fundamentalmente, funções de sustentação e de proteção (Nolla & Rozadilla, 2004; Hadjidakis & Androulakis, 2006). Este, é formado por unidades estruturais cilíndricas (sistemas de Havers) dispostas paralelamente ao eixo longitudinal dos ossos longos e formadas por lâminas ósseas concêntricas situadas ao redor de canais (canais de Havers), que contêm vasos sanguíneos. Os canais estão ligados entre si por meio de canalículos com disposição transversal ou oblíqua (canais de Volkmann), que também possuem vasos sanguíneos no seu interior (Nolla & Rozadilla, 2004). O osso trabecular, que constitui os 20% restantes da massa óssea do esqueleto adulto, aloja no seu interior tecido hematopoiético e realiza essencialmente funções metabólicas. Este, é formado por uma rede tridimensional de lâminas ósseas finas e aplanadas, separadas por espaços interligados que contêm medula óssea (Nolla & Rozadilla, 2004). Pode ser encontrado em elementos ósseos como os corpos vertebrais, íliacos, costelas e esterno (Serra, 2001; Ortner, 2003). Nos ossos longos, as epífises são formadas por osso esponjoso com uma fina camada superficial compacta. A diáfise é quase totalmente compacta, com uma pequena quantidade de osso esponjoso na sua parte profunda, delimitando o canal medular (Junqueira e Carneiro, 2013).

As porções externa e interna do osso cortical designam-se perióstio e endóstio respetivamente. É nestas camadas que o osso sofre os processos de deposição de osso novo – aposição periosteal, permitindo que este aumente o seu diâmetro; e reabsorção endosteal, conduzindo ao alargamento do canal medular (Ortner, 2003; Datta *et al.*, 2008; Junqueira e Carneiro, 2013).

### 1.2.3.2. Remodelação óssea

O osso seco pode manter-se por milhares de anos, mas o osso vivo é uma estrutura dinâmica que perde gradualmente a suas competências (Parfitt, 2003), sofrendo uma adaptação contínua durante a vida para atingir e preservar o tamanho, forma e integridade estrutural do esqueleto e para regular a homeostase mineral (Raisz, 1999; Clarke, 2008). São dois os processos fundamentais que sustentam o desenvolvimento e a manutenção do sistema esquelético: modelação e remodelação óssea (Raisz, 1999).

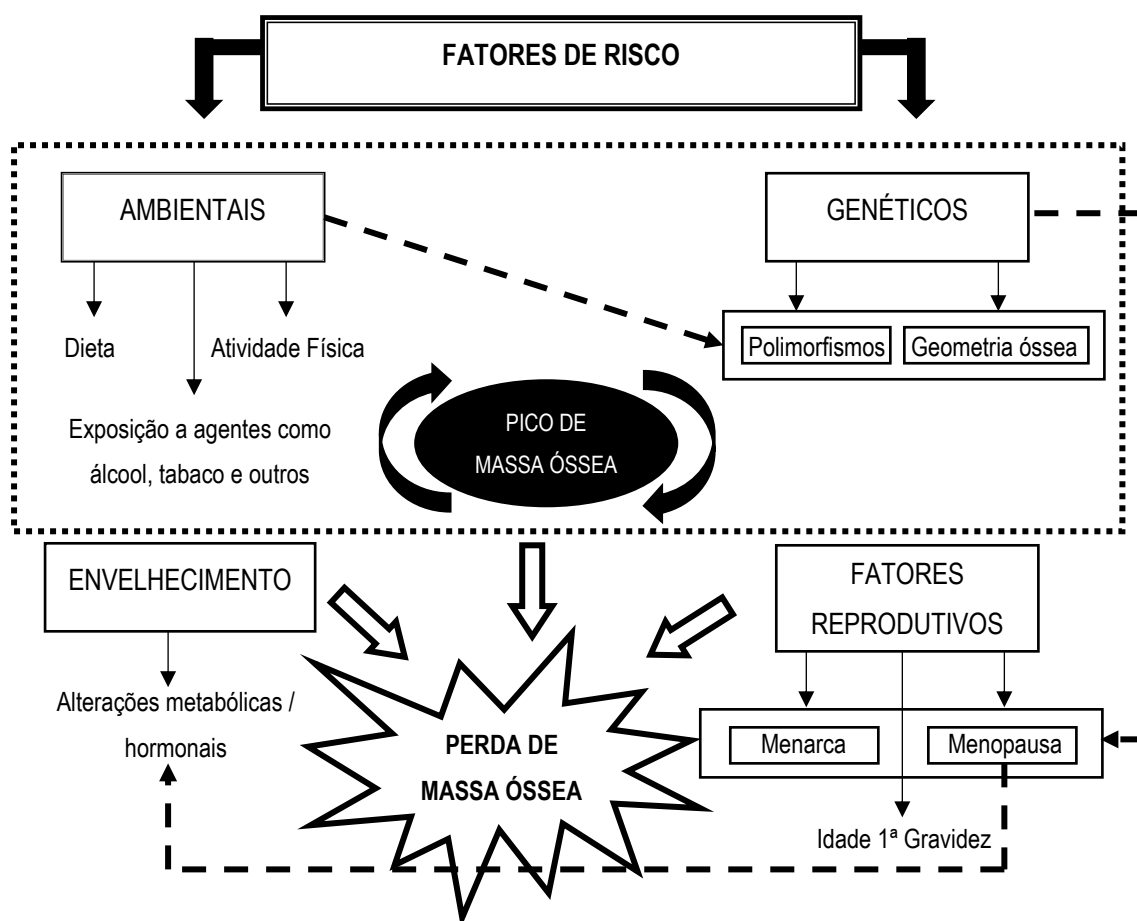
A modelação óssea (formação), é o processo pelo qual o osso é formado por osteoblastos sem reabsorção óssea prévia. Esse processo, ocorre de forma vigorosa durante o crescimento e produz mudanças no tamanho e na forma do osso. A remodelação óssea ocorre ao longo da vida e resulta da ação coordenada dos osteoclastos e dos osteoblastos que cooperam num desígnio comum, sendo que o osso é primeiramente reabsorvido pelos primeiros e formado no mesmo local pelos segundos. Os objetivos essenciais da remodelação óssea são a manutenção da homeostase do cálcio e do fósforo, a reparação de micro danos e a adaptação do esqueleto à carga mecânica e às forças exercidas sobre ele e que são variáveis em cada momento (Datta *et al.*, 2008; Pietschmann *et al.*, 2009).

Se durante o processo de remodelação óssea os osteoclastos e osteoblastos deixam de atuar de forma coordenada, ocorre uma alteração no equilíbrio ósseo (Nolla & Rozadilla, 2004). Na infância, há uma taxa muito alta de renovação óssea, na qual a formação excede a reabsorção. Na idade adulta jovem, a formação e a reabsorção estão em equilíbrio aproximado, mas com o envelhecimento há uma perda de osso (Datta *et al.*, 2008). Para além da idade, este equilíbrio pode ser afetado por outros fatores.

### 1.2.3.3. Pico de massa óssea

O pico de massa óssea (PMO) é definido como a quantidade máxima de osso adquirida durante o crescimento (National Osteoporosis Foundation, 2010). A idade exata do PMO, difere consoante os vários locais do esqueleto, mas geralmente ocorre alguns anos após a fusão dos ossos longos e, portanto, em momentos diferentes em homens e mulheres. A massa óssea e a qualidade óssea em adultos são, portanto, dependentes, não apenas de quanto osso é perdido mais tarde na vida, mas também do pico atingido durante o crescimento (Agarwal, 2008). Assim, o pico de massa óssea parece ser afetado por uma multiplicidade de fatores divididos em, pelo menos, duas classes mais ou menos interdependentes: ambientais e genéticos (Curate, 2011) (Figura 1.1.). Destes fatores, podem distinguir-se: o sexo, a genética, o grupo étnico, a nutrição (especialmente cálcio e vitamina D), alterações hormonais, a atividade física, composição corporal e exposição a agentes como o álcool, tabaco e outros (Albright *et al.*, 1941; Riggs & Melton III, 1986; Duan *et al.*, 2001; McGuigan *et al.*, 2002; Neville *et al.*,

2002; Nelson e Villa, 2003; Asomaning *et al.*, 2006; Egan *et al.*, 2006; Agarwal, 2008; Heaney, 2008; Nordin, 2008; Riggs *et al.*, 2008; Curate, 2013/2014; Cheraghi *et al.*, 2019).



**Figura 1.1.** – Fatores de risco e interações que podem estabelecer entre si que são conhecidas por influenciar o pico de massa óssea e contribuir para a perda de osso. O pico de massa óssea parece ser influenciado por múltiplos fatores que podem ser divididos em ambientais e genéticos. Estes fatores, juntamente com o envelhecimento e fatores relacionados com a reprodução (alguns deles herdáveis) conduzem à perda de massa óssea no esqueleto.

#### 1.2.3.4. Idade e Envelhecimento

A idade é um dos fatores de risco de maior importância para a osteoporose e a ocorrência de fraturas de fragilidade. A perda óssea associada ao envelhecimento, ocorre em ambos os sexos, independentemente dos níveis de hormonas gonadais (Duan *et al.*, 2001; Heaney, 2008).

O processo de envelhecimento exerce consequências diretas e indiretas sobre a massa óssea (Curate, 2011), determinadas pelos efeitos acoplados de vários processos. Com a senescência, ocorre um desequilíbrio entre a reabsorção e a formação óssea (devido à diminuição da ação dos osteoblastos),

verifica-se o decréscimo da absorção de cálcio pelo intestino e a alteração de vários fatores hormonais (Riggs & Melton III, 1986; Brickley & Ives, 2008; Syed & Ng, 2010).

Como já foi referido anteriormente, uma das principais funções do sistema esquelético é funcionar como um depósito mineral para o organismo. Assim, o processo de remodelação óssea desempenha um papel importante na manutenção da homeostase mineral sistémica.

À medida que a idade avança, a absorção intestinal de cálcio diminui (Heaney, 1999). Há ainda a diminuição da produção de  $1,25 (OH)_2 D$ , o metabolito fisiologicamente ativo da vitamina D, provavelmente devido à diminuição da função renal com a senescência (Halloran *et al.*, 1990). Crê-se que o  $1,25 (OH)_2 D$  seja o principal regulador da absorção de cálcio pelo intestino, para além de ajudar a regular o cálcio nos rins, os níveis da hormona paratiróide (PTH) e manter o equilíbrio na remodelação óssea (DeLuca, 2004). Assim, qualquer anomalia na formação, metabolismo ou ação da vitamina D pode levar, portanto, a profundas alterações no equilíbrio de cálcio e resultar em perda óssea (Raisz *et al.*, 2008).

Os níveis de cálcio no organismo são controlados por sensores localizados nas glândulas paratiróides. À medida que a concentração de cálcio desce, as glândulas paratiróides libertam a hormona paratiróide (PTH), desencadeando um estado de hiperparatiroidismo secundário (Lips, 2001; Riggs, 2003). Esta hormona, atua diretamente no osso aumentando a reabsorção óssea osteoclástica e a libertação de cálcio do osso para o sangue, trazendo os níveis sistémicos de volta à normalidade (Brickley & Ives, 2008; Morgan *et al.*, 2008; Nissenson, 2008).

Embora o défice de vitamina D não seja determinante para o desenvolvimento da osteoporose, contribui inevitavelmente para o agravamento dos efeitos do envelhecimento na saúde do esqueleto (Brickley & Ives, 2008).

O processo de envelhecimento conduz, ainda, à acumulação de microfissuras no tecido ósseo diminuindo a sua resistência (Vashishth *et al.*, 2003).

#### *1.2.3.5. Fatores reprodutivos, a menopausa e o papel dos estrogénios*

Em 1941, Albright e colaboradores afirmaram a importância do papel dos estrogénios na osteoporose em mulheres pós-menopáusicas (Albright *et al.*, 1941). Embora Albright considerasse que a osteoporose em mulheres idosas era devido à formação óssea deficiente induzida pela menopausa, estudos mais específicos demonstraram que a osteoporose pós-menopáusicas resulta de um aumento na reabsorção óssea que não é compensado por um aumento concomitante na formação óssea (Riggs *et al.*, 2008).

Na primeira década após a menopausa, ocorre uma perda acelerada e desproporcional de osso trabecular devido aos efeitos diretos da restrição dos estrogénios nas funções das células ósseas. Após

esta perda abrupta, segue-se uma fase mais lenta e contínua, que ocorre ao longo da vida das mulheres e envolve perdas proporcionais de osso trabecular e cortical. A razão aparente é o hiperparatiroidismo secundário progressivo, mediado principalmente pela perda da ação dos estrogénios na homeostase do cálcio (Riggs *et al.*, 2008). O défice de estrogénio aumenta a reabsorção óssea diretamente, aumentando a sensibilidade do osso à PTH, e indiretamente, reduzindo a absorção ao nível intestinal (Gallagher *et al.*, 1980) e a reabsorção renal de cálcio (Nordin, 2008).

Durante a gravidez e a amamentação, também ocorrem grandes alterações ao nível do metabolismo ósseo e na homeostase do cálcio da mulher, a fim de suprir a demanda para o feto e o recém-nascido (Møller *et al.*, 2012). A homeostase cálcica materna é afetada sobretudo no último trimestre da gravidez, quando o esqueleto do feto se torna mais mineralizado; e também durante o período de amamentação, quando as necessidades de cálcio ultrapassam aquelas registadas durante a gestação (Curate *et al.*, 2012). Inicialmente, ocorre um aumento da absorção intestinal de cálcio. Caso isso seja insuficiente para atender às necessidades, o cálcio é então mobilizado do esqueleto materno pela atividade dos osteoclastos, que, por sua vez, causam redução da massa óssea e, em casos raros, pode originar fraturas por fragilidade nas progenitoras (Hardcastle *et al.*, 2019; Miyamoto *et al.*, 2019). No entanto, embora a densidade mineral óssea diminua durante a gravidez e a amamentação, esse declínio parece ser posteriormente recuperado (Møller *et al.*, 2012).

Mulheres com um longo período reprodutivo apresentam uma forte correlação com valores de densidade mineral óssea superiores (Ito *et al.*, 1995; Zhang *et al.*, 2018). Assim, a menarca precoce parece relacionar-se com DMO (densidade mineral óssea) alta, tal como a menopausa precoce apresenta uma relação com DMO baixa (Ito *et al.*, 1995).

A idade com que se tem o primeiro filho também parece afetar a DMO. A gravidez em idade precoce, quando o esqueleto do feto e da mãe estão a amadurecer simultaneamente, pode resultar em menor densidade óssea e maior risco de perda óssea na perimenopausa (Wagman & Marcus, 2008). Por outro lado, a relação do número de filhos (paridade) com a massa óssea é complexa e mal definida, sendo que os resultados apresentados por diversos estudos são inconsistentes e discordantes (Wagman & Marcus, 2008; Curate *et al.*, 2012).

#### 1.2.3.6. *Genética e hereditariedade*

Os fatores genéticos desempenham um papel importante na patogénese da osteoporose (Ralston, 1997). Pelo menos 15 genes confirmados e outros 30 ou mais genes candidatos foram identificados como genes de suscetibilidade à osteoporose (Li *et al.*, 2010).



Alguns estudos têm demonstrado associação de certos polimorfismos<sup>1</sup> (e.g. VDR, ESR1, COL1A1 ou GREB1) e mutações genéticas (e.g. BRCA1 e BRCA2) com a osteoporose (Ferrari, 2008; Hegarty *et al.*, 2018; Powell *et al.*, 2018). A influência genética, parece afetar a densidade e o pico de massa óssea, bem como outros fenótipos associados ao risco de fratura; como a geometria do fêmur proximal, a renovação óssea, a qualidade óssea e a estatura (Mitchell *et al.*, 2003; Ralston, 2007; Uitterlinden *et al.*, 2008; Curate, 2014).

Verifica-se ainda uma tendência étnica para a osteoporose, já que mulheres caucasianas têm maior prevalência e risco de osteoporose comparativamente a mulheres com ascendência africana. Estas diferenças étnicas na saúde esquelética, parecem resultar de relações complexas entre o tamanho dos ossos e do corpo (que pode ser herdado em grande parte) e variáveis fisiológicas, estilo de vida, migração e padrões de aculturação (Nelson & Villa, 2003).

Além da complexidade das interações entre genes, estes também podem interagir com os designados fatores não-genéticos ou “ambientais”, atuando também durante o desenvolvimento ósseo (Nguyen *et al.*, 2000).

Adquirir conhecimento sobre estes fatores genéticos de risco que predispõem à doença, constitui uma mais valia na qual reside a possibilidade de: (1) determinar um “perfil de risco” num estágio precoce; (2) ajustar o estilo de vida em função desse perfil; e (3) desenvolver estratégias de intervenção terapêutica personalizadas (Uitterlinden *et al.*, 2008).

#### *1.2.3.7. Fatores ambientais (não genéticos) (dieta, exercício físico e estilo de vida)*

A nutrição afeta a saúde óssea de duas formas distintas. Primeiramente, as células responsáveis pelas funções de deposição, manutenção e reparação do tecido ósseo são tão dependentes de nutrientes quanto as células de qualquer outro tecido do organismo. A produção da matriz óssea, por exemplo, requer a síntese e modificação do colagénio. Os nutrientes envolvidos nesse processo incluem proteína, vitaminas C, D e K e alguns minerais como o cobre, o manganês e o zinco. Seguidamente, o esqueleto serve como uma grande reserva de cálcio e fósforo e o tamanho dessa reserva dependerá do equilíbrio diário entre a absorção e a excreção desses dois minerais. Embora a baixa quantidade de osso seja sinónima de uma redução na reserva de cálcio, a redução da massa óssea não significa necessariamente que haja um défice nutricional (Heaney, 2008).

O cálcio é um importante bloco de construção do tecido ósseo. O esqueleto, abriga 99% das reservas de cálcio do organismo (International Osteoporosis Foundation, 2017). A quantidade de cálcio necessária vai alterando ao longo da vida. Na adolescência, os requisitos são elevados com o rápido

---

<sup>1</sup> Diferentes variações do mesmo gene. Por exemplo, o sistema ABO.

crescimento do esqueleto (Specker & Binkley, 2003). Com a idade, a capacidade do corpo de absorver o cálcio diminui, o que constitui uma das razões pelas quais os idosos também exigem maiores quantidades (Chapuy *et al.*, 1992). Uma dieta rica em proteína favorece a perda de cálcio pela urina e tem sido associada a um aumento do risco de fratura da anca e do antebraço (Abelow *et al.*, 1992; Feskanich *et al.*, 1996).

Se o cálcio é o nutriente mais importante para atingir o pico de massa óssea, a vitamina D é igualmente necessária para a sua absorção ideal e, portanto, também é importante para a saúde dos ossos (NIH, 2001). A vitamina D é essencial para o desenvolvimento e manutenção óssea, tanto pelo seu papel em auxiliar na absorção do cálcio dos alimentos no intestino, quanto para assegurar a renovação e mineralização do tecido ósseo (International Osteoporosis Foundation, 2017). A vitamina D é sintetizada na pele aquando a exposição à radiação solar ultravioleta (UV-B) podendo também ser obtida a partir de algumas fontes alimentares, embora bastante limitadas, incluindo basicamente peixes oleosos; como salmão, sardinha e cavala; ovos e fígado (International Osteoporosis Foundation, 2017).

A cafeína e o tabaco também parecem intervir no metabolismo do cálcio e promover efeitos negativos na saúde óssea (Nordin, 2008). Já indivíduos que consomem bebidas alcoólicas, parecem sofrer um risco acrescido de desenvolver osteoporose comparativamente a indivíduos que se abstêm desta prática (Cheraghi *et al.*, 2019).

Por outro lado, a atividade física parece exercer efeitos positivos na saúde óssea. Diversos estudos têm demonstrado que o exercício físico não só influencia positivamente o estabelecimento do pico de massa óssea em jovens (Neville *et al.*, 2002; Karlsson *et al.*, 2008; Gracia-Marco *et al.*, 2011; Kurniawan, 2016), tendo associado um importante efeito osteogénico, como é um importante fator na manutenção da saúde óssea, preventivo da osteoporose e das fraturas associadas em indivíduos mais velhos (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2018). O exercício físico regular e a prática desportiva devem começar antes do crescimento abrupto que ocorre na puberdade e devem ser mantidos durante o desenvolvimento, de modo a obter o pico de massa óssea máximo potencialmente alcançável. Nesta altura, o esqueleto humano é bastante sensível à estimulação mecânica provocada pela atividade física e pode promover ainda o aumento da massa muscular, que também constitui um fator importante no auxílio da manutenção da saúde óssea (Vicente-Rodríguez, 2006; Kurniawan, 2016).

#### **1.2.4. Paleopatologia da osteoporose em Portugal**

Num contexto global, a disciplina de paleopatologia tem estado envolvida no estudo da perda óssea associada à idade desde a década de 1960 (Dewey *et al.* 1969; van Gerven *et al.*, 1969). O trabalho de Dewey e colaboradores (1969), provavelmente constituiu o primeiro avanço no âmbito da osteoporose no contexto paleopatológico, uma vez que estabeleceu a perda óssea associada à

osteoporose como um processo degenerativo com profundidade histórica (Curate, 2011). Adicionalmente, van Gerven e colegas (1969) sugeriram que a redução da espessura cortical com a idade, em ambos os sexos, era comparável com a perda óssea em populações modernas (Curate, 2014).

Em Portugal, o antropólogo Francisco Curate terá sido pioneiro no estudo da perda de massa óssea associada à osteoporose nas populações do passado. Em 2005, dá a conhecer o seu estudo com a Coleção de Esqueletos Identificados dos séculos XIX-XX do Museu Antropológico da Universidade de Coimbra, aferindo a perda de osso cortical associada ao envelhecimento e efetuando o reconhecimento das fraturas de fragilidade associadas a esta amostra (Curate, 2005). Deste estudo, onde recorreu ao método radiométrico empregue no presente trabalho (mas usando o fémur, e não o segundo metacárpico, como elemento de análise), retirou conclusões como o facto da perda de massa óssea aumentar com o avançar da idade e ser mais acentuada no sexo feminino, particularmente após os 60 anos de idade, assim como a prevalência de fraturas de fragilidade ser diretamente proporcional ao envelhecimento, ao contrário do índice cortical, que tende a diminuir. Após este marco no estudo da paleopatologia da osteoporose em Portugal, resultaram outros estudos igualmente importantes nesta área, com recurso a métodos alternativos como a densitometria (DXA) (Curate, 2011) e em colaboração com outros investigadores (ex. Curate *et al.*, 2010; Curate *et al.*, 2011; Curate *et al.*, 2013; Umbelino *et al.*, 2016; Curate & Cunha, 2017; Curate *et al.*, 2018). Em 2016 foi publicado um estudo onde Curate e colaboradores procuraram ajustar e testar a fiabilidade do método semi-quantitativo de Genant de forma a ter aplicabilidade nas deformações e fraturas vertebrais em contexto paleopatológico.

Outros trabalhos têm sido desenvolvidos com o objetivo de tentar compreender melhor os padrões de perda de massa óssea nas populações portuguesas do passado em diversos contextos cronológicos (ex. Ferreira, 2012; Martins, 2013; Vicente, 2015; Perinha, 2016; Nogueira, 2017) e procurando estabelecer relações com a alimentação (Luxton, 2015).

De um modo geral, os resultados destes estudos, independentemente do período cronológico, têm-se revelado consistentes com o aumento da perda de massa óssea com o envelhecimento, particularmente no sexo feminino, e com a ocorrência de fraturas de fragilidade. O presente trabalho, insere-se no âmbito destes estudos e prende-se na tentativa de auxiliar, de algum modo, na compreensão e conhecimento acerca dos padrões de perda de massa óssea nas sociedades portuguesas do passado.

### **1.3. Objetivos**

O objetivo fulcral deste estudo consiste essencialmente em compreender os padrões de perda de massa óssea em indivíduos pertencentes a três populações medievais distintas através da técnica de radiogrametria no segundo metacárpico.

Este trabalho assentará, por um lado, numa análise das tendências de variação dos padrões de perda de massa óssea de acordo com o sexo e classe etária e, por outro, numa perspetiva comparativa, confrontando os resultados com outros estudos nomeadamente de períodos cronológicos idênticos.

Além da perda de massa óssea, pretende-se entender melhor os fatores epidemiológicos que contribuem para a ocorrência das designadas fraturas de fragilidade nomeadamente a morfologia do fémur, regularmente associada a um risco acrescido de fratura na anca.

## 2. Materiais e Métodos



## **2.1. A Amostra**

Embora o seu potencial mude, o corpo vivo e o corpo morto são o mesmo (Curate, 2011). Os restos humanos proporcionam momentos de aprendizagem para os vivos, sobretudo porque revelam, ainda que imperfeitamente, as histórias dos indivíduos a que pertenceram (Curate, 2011; O'Donnabhain & Lozada, 2014).

As coleções de esqueletos humanos podem ser encontradas um pouco por todo o mundo e o seu valor antropológico é incalculável (Tobias, 1991). Uma vez que os elementos ósseos humanos constituem uma evidência primária de estudo (Roberts & Manchester, 2010), a combinação de dados biológicos e culturais permite observações de grande amplitude geográfica, sendo possível averiguar a antiguidade e progressão de certas doenças, bem como a forma como podem variar com alterações ambientais ou comportamentais ao longo de milhares de anos (Pfeiffer, 1991; Roberts & Manchester, 2010).

Este estudo tem por base a análise de três amostras medievais portuguesas datadas desde o século XII até aos princípios da modernidade, provenientes da igreja de São João de Almedina, do convento de São Francisco (em Santarém) e da necrópole Cristã de Cacula-a-Velha.

### **2.1.1. São João de Almedina**

A antiga igreja de São João de Almedina, edificada na alta da cidade de Coimbra, localizava-se onde é hoje o pátio do Museu Machado de Castro. Terá sido mandada erguer no século XII e, segundo os registos, terá sido utilizada desde então até ao final século XV ou inícios do século XVI, ou seja, durante 350 anos (Cunha, 1994).

As sepulturas de São João de Almedina terão sido escavadas e o respetivo material ósseo levantado na década de 40, no entanto, pouco se sabe acerca da escavação existindo apenas alguns registos fotográficos que se revelaram de grande importância para inferir dados da antropologia funerária. Os corpos eram inumados diretamente na terra, sem caixão, com uma profundidade variável (uns mais profundos outros mais à superfície), na posição de decúbito dorsal. Existiam sepulturas individuais e outras reutilizadas (Cunha, 1994).

Todo o material ósseo recuperado, deu entrada no Instituto de Antropologia, ainda na década de 1940. Neste local, o material terá sido limpo e a maioria dos ossos marcados com um número a tinta da china, que corresponderá à sepultura de onde foram retirados. Parte deste material, foi alvo de uma análise métrica pela Dra. Maria Augusta Neto, resultando na única publicação sobre este espólio ósseo assinada por Xavier da Cunha em 1963, até que a Doutora Eugénia Cunha, em 1994, realizou um estudo paleobiológico intensivo na sua tese de doutoramento. No decurso deste trabalho, a autora deparou-se

com vários problemas na inventariação do material, dificultada pela inexistência de documentação relacionada com a escavação. Alguns ossos não estavam marcados e outros que deveriam pertencer ao mesmo esqueleto não articulavam entre si. Assim, o espólio ósseo foi reconstruído e acondicionado em novos caixotes de papelão mantendo a numeração original. Os não-adultos foram separados dos adultos (Cunha, 1994).

O material osteológico de São João de Almedina encontra-se acondicionado no sótão do Departamento de Ciências da Vida, antigo Departamento de Antropologia, da Universidade de Coimbra. Um total de 11 indivíduos foram utilizados neste estudo. Alguns indivíduos foram excluídos devido à ausência do II MTC e outros porque apresentavam mais que um osso deste tipo com a mesma lateralidade, sendo impossível averiguar qual (ais) pertenciam ao indivíduo em estudo.

### **2.1.2. Convento de São Francisco (Santarém)**

O Convento de São Francisco, em Santarém, constitui um dos melhores exemplares do gótico “mendicante” em Portugal, tendo sido fundado em 1242 por D. Sancho II, aquando do estabelecimento dos franciscanos na cidade (Pradalié, 1992 *in* Direção Geral do Património Cultural).

Em 1834, com a extinção das ordens religiosas, o Convento sofreu diversas alterações e o incêndio que ocorreu em 1940 contribuiu para o seu estado de degradação (Ferreira, 2012).

Quando, pela primeira vez, se efetuaram trabalhos arqueológicos no Convento de S. Francisco de Santarém, foi desde logo possível constatar a importância e a quantidade de vestígios relacionados com as inumações efetuadas nesse local (Ramalho, 2001). As escavações arqueológicas realizadas no convento de São Francisco, na década de 1990, colocaram em evidência uma série de sepulturas na rocha tanto na nave central da igreja como nas capelas laterais, na zona do adro (Ramalho, 1998 *in* Ferreira, 2012). A investigação levada a cabo pela investigadora Maria Ramalho no Convento de São Francisco contribuiu bastante para o conhecimento antropológico da comunidade ali inumada. É de salientar a intensa atividade de colaboração do ex-Departamento de Antropologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, liderado pelas Doutoras Eugénia Cunha, Cláudia Umbelino e Ana Maria Silva (Ramalho, 1998 *in* Ferreira, 2012).

Durante a escavação parcial do Convento, foram recuperados 132 indivíduos, entre os quais 103 adultos de ambos os sexos e de diferentes grupos etários (Silva, 1999 *in* Ferreira, 2012). O material osteológico foi transportado para as instalações do ex-Departamento de Antropologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Os ossos encontravam-se acondicionados em sacos de plástico no interior de caixotes de papel. A limpeza dos ossos exumados foi efetuada por uma das antropólogas responsáveis pela escavação da necrópole, a doutora Ana Maria Silva (Ferreira, 2012).



A marcação do material consistiu na inscrição de uma sigla – C.S.F-S (Convento de São Francisco, Santarém) – a tinta-da-china sobre uma camada de verniz aplicada sobre o osso, seguida do ano de escavação, número da sepultura e elemento da topografia esquelética. Um total de 48 indivíduos provenientes deste sítio arqueológico foi utilizado como amostra no presente estudo.

### **2.1.3. Cacela-a-Velha**

Cacela é um território que pertence à freguesia de Vila Nova de Cacela, incluída no concelho de Vila Real de Santo António, situado entre os concelhos de Tavira e Castro Marim, Algarve. As suas referências históricas remontam à época fenícia por volta do ano 804 a.C. (Curate, 2003/04).

Durante a segunda metade do séc. XII, Cacela tornou-se um centro defensivo importante, vocacionado para receber os contingentes de tropas muçulmanas provindas do Norte de África. Em meados de 1240 foi conquistada por D. Sancho II aos Mouros (Ferreira, 2012). Após a destruição da aldeia islâmica, os cristãos construíram uma igreja com uma necrópole contígua (Ferreira, 2012).

A necrópole Cristã foi alvo de duas campanhas arqueológicas realizadas em 1998 e 2001 pelo “Centro de Investigação e Informação do Património de Cacela” no Sítio da Várzea, em Cacela-a-Velha, sob a orientação do antropólogo Francisco Curate, de onde pelo menos 74 indivíduos foram recuperados. As duas datações de carbono-14 (<sup>14</sup>C) efetuadas no material osteológico proveniente da necrópole Cristã de Cacela-a-Velha indiciam que a utilização do cemitério decorreu entre os primórdios do séc. XIII e o início do séc. XIV (Curate, 2002).

O material esquelético analisado no presente estudo, proveniente do Sítio do Poço Antigo em Cacela-a-Velha, foi transportado para as instalações do ex-Departamento de Antropologia, atual Departamento de Ciências Da Vida, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Os ossos encontravam-se acondicionados em sacos de plástico no interior de caixotes de plástico. Seguidamente, a limpeza dos ossos exumados foi efetuada pelo antropólogo responsável pela escavação da necrópole. A inventariação do material foi efetuada de acordo com as regras vulgarmente utilizadas, ou seja, através da marcação de uma sigla a tinta-da-china sobre uma pequena camada de verniz. A sigla aplicada foi CVPA (Cacela Velha, Poço Antigo), seguida do ano de escavação (98 ou 01) e do número da sepultura e elemento da topografia esquelética (Curate, 2002).

Para a observação do material utilizado no presente estudo, os sacos plásticos onde o material esquelético se encontrava acondicionado, tiveram de ser substituídos por sacos novos devido ao mau estado de preservação em que se encontravam. O acondicionamento do material foi mantido como o original. Um total de 28 indivíduos foi utilizado como amostra para este trabalho.

Nem sempre foi possível efetuar a estimativa do sexo e idade à morte nos esqueletos pertencentes às amostras em estudo. Em alguns casos, porque o mau estado de conservação do

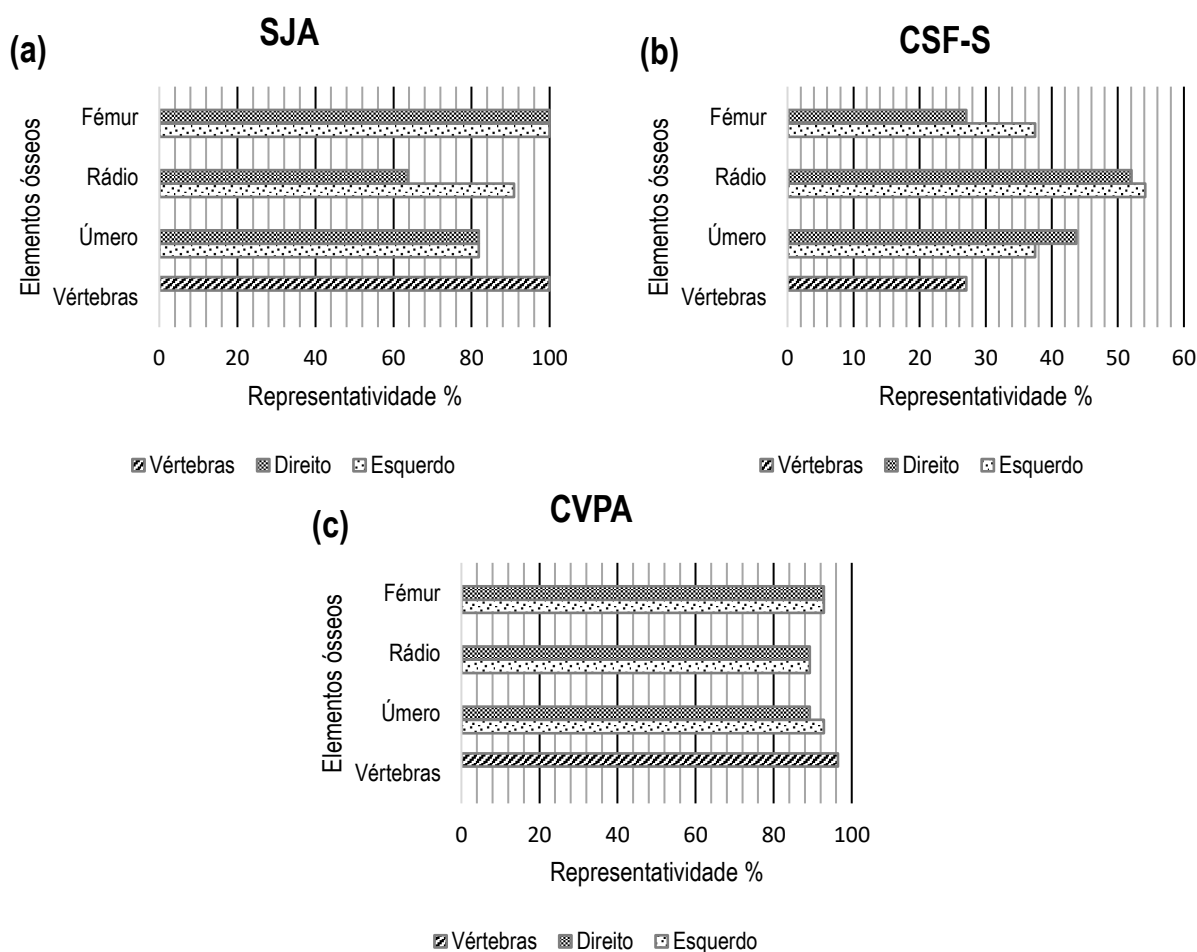
material ósseo não o permitia, em outros, a ausência de elementos ósseos importantes inviabilizou o processo, razões pelas quais alguns indivíduos tiveram de ser excluídos deste estudo, sendo a amostra utilizada no presente estudo constituída por um total de 87 indivíduos.

Na tabela que se segue (Tabela 2.1.) está representada a composição final das amostras em análise neste trabalho: São João de Almedina (SJA); Convento de S. Francisco – Santarém; e Cacela-a-Velha, sítio do Poço Antigo (CVPA); de acordo com o sexo e classe etária. A figura 2.1. mostra a representatividade dos elementos ósseos analisados em cada amostra.

**Tabela 2.1.** - Composição final das três amostras osteológicas.

Amostras	Feminino			Masculino			Total
	I	II	III	I	II	III	
<b>SJA</b>	0	1	2	1	5	2	<b>11</b>
<b>CSF-S</b>	3	10	11	0	3	21	<b>48</b>
<b>CVPA</b>	1	5	1	5	10	6	<b>28</b>
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>29</b>	<b>87</b>
	<b>34</b>			<b>53</b>			

I: 18-29 anos; II: 30-49 anos; III: +50 anos.



**Figura 2.1.** – Representatividade dos elementos ósseos analisados para as três amostras em estudo. (a) – São João de Almedina; (b) – Convento de São Francisco – Santarém; (c) – Cacela-a-Velha, sítio do Poço Antigo.

## 2.2. Metodologia

A seleção dos indivíduos para este estudo foi efetuada a partir das amostras de São João de Almedina, Convento de São Francisco (Santarém) e Cacela-a-Velha. A primeira etapa do presente trabalho consistiu na recolha de um dos segundos metacárpicos, realizada com base em 3 critérios fundamentais: pertencer a um indivíduo adulto, não ser proveniente de ossário e pertencer ao lado esquerdo. No caso de o segundo metacárpico esquerdo estar ausente ou danificado, recorreu-se o seu simétrico, já que a lateralidade parece não ter uma influência estatisticamente significativa nos resultados (Ives & Brickley, 2004).

A análise dos indivíduos selecionados (N=87) foi efetuada com a seguinte ordem de procedimentos técnicos: estimativa do sexo, estimativa da idade, avaliação da presença de fraturas, com especial atenção às designadas fraturas de fragilidade, mensuração do fémur, na tentativa de aceder às suas características morfológicas, e realização de radiografias aos segundos metacárpicos, para posterior cálculo do índice de massa cortical. Estes procedimentos e os respetivos métodos utilizados são descritos seguidamente.

### 2.2.1. Estimativa do sexo e idade à morte

Para além de alguns métodos utilizados na estimativa da idade implicarem o conhecimento atempado do sexo do indivíduo (ex., Brooks & Suchey, 1990; DiGangi *et al.*, 2009), conhecer o perfil sexual e etário dos indivíduos da amostra é essencial para que se possa prosseguir com o estudo, uma vez que um dos objetivos fundamentais é avaliar a variação dos padrões de perda de massa óssea com o sexo e a idade. A ausência de alguns elementos ósseos e muitas vezes o mau estado de conservação dificultaram o processo e muitas vezes implicaram a utilização de métodos alternativos, quer na diagnose sexual quer na estimativa da idade.

Para a diagnose sexual, recorreu-se ao método de Ferembach *et al.* (1980) para o osso coxal e crânio, Klales *et al.* (2012) para o osso coxal como método complementar, aos métodos métricos de Wasterlain (2000), Curate *et al.* (2016a) e Curate *et al.* (2017) para os ossos longos, Falsetti (1995) para os segundos metacárpicos e Silva (1995) para os ossos do pé.

Relativamente à idade, para comprovar o estado adulto de um indivíduo, verificou-se, quando aplicável: a união das epífises e diáfises, a fusão da sincondrose esfeno-occipital (Madeline & Elster, 1995<sup>2</sup>; Shirley & Jantz, 2008<sup>2</sup>), crista íliaca, anel vertebral e extremidade esternal da clavícula (Schulz *et al.*, 2005<sup>2</sup>; Meijerman *et al.*, 2007<sup>2</sup>; Schmidt *et al.*, 2007<sup>2</sup>), bem como o desenvolvimento do terceiro molar (Mincer *et al.*, 1993<sup>2</sup>). De seguida, optou-se pelos métodos de Brooks & Suchey (1990) para a sínfise

---

<sup>2</sup> In Cunha *et al.* (2009).

pública, Buckberry & Chamberlain (2002) para a metamorfose da superfície auricular e DiGangi *et al.* (2009) para a primeira costela no sexo masculino. Ainda para a estimativa da idade, foram tidas em consideração as alterações degenerativas (como osteoartrose), desgaste dentário, perda de dentes *ante mortem* e absorção alveolar (Buikstra & Ubelaker, 1994). Perante a existência de dúvidas em alguns indivíduos, nomeadamente na amostra do Convento de São Francisco e na impossibilidade de serem inseridos nas classes etárias estabelecidas, os resultados obtidos através dos métodos acima mencionados foram confrontados com informações das escavações fornecidas pela professora Ana Maria Silva. Aqueles cujas dúvidas ainda permaneceram foram excluídos deste estudo. Os grupos etários foram divididos segundo as recomendações de Mays (1996) em: adulto jovem (18-29 anos), adulto (30-49 anos) e idoso (mais de 50 anos).

### **2.2.2. Fraturas osteoporóticas**

Embora possa ser incapacitante, a osteoporose é assintomática até que um evento de fratura ocorra (Wylie, 2010). O termo “fratura” designa qualquer quebra, parcial ou completa, na continuidade de um osso (Curate, 2011). As fraturas ocorrem quando as cargas aplicadas ao osso excedem sua força (Bouxsein, 2005). Por outro lado, a definição de “fratura osteoporótica” parece controversa (WHO, 2003, Kanis *et al.*, 2001). Uma abordagem possível e amplamente adotada, é considerar as fraturas de baixa energia como sendo osteoporóticas, isto é, resultantes, por exemplo, de uma queda da própria altura ou de um trauma que num indivíduo saudável não daria origem a fratura (Melton L.J. III *et al.*, 1997). No entanto, com traumas de alta energia, os indivíduos osteoporóticos são mais propensos a fraturas do que aqueles sem osteoporose (Sanders *et al.*, 1998).

Numa tentativa de contemplar as suas causas multifatoriais, a designação de fratura de fragilidade surge como consequência de uma deterioração osteoporótica estabelecida, associada a uma baixa densidade mineral óssea (DMO) e a uma maior incidência após os 50 anos de idade (Kanis *et al.*, 2001; Strømsøe, 2004).

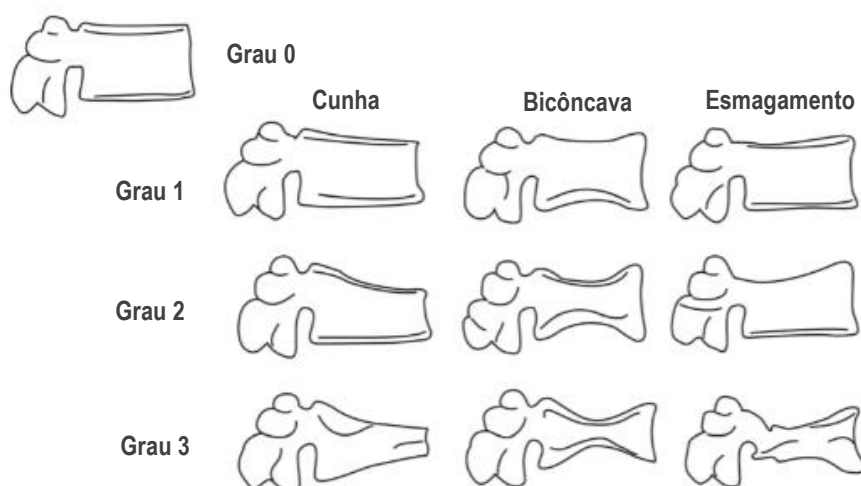
Para que se possa identificar, registar e classificar corretamente as fraturas de fragilidade, é necessário conhecer as que surgem mais comumente e as respetivas definições. Assim, com base na definição adotada e supramencionada, as fraturas que mais tipicamente se encontram associadas à osteoporose são as fraturas vertebrais, da anca (fémur proximal), do antebraço (rádio distal) (Johnell & Kanis, 2006) e do úmero proximal (Reitman *et al.*, 2008).

A análise do material osteológico dos indivíduos em estudo é análoga a Ferreira (2012). A observação é efetuada macroscopicamente de forma a avaliar a presença ou ausência, particularmente, das designadas fraturas osteoporóticas (Tabela 2.2.).

A identificação de possíveis fraturas vertebrais foi efetuada com recurso ao método semi-quantitativo de Genant *et al.* (1993) adaptado por Curate *et al.* (2016b). Este método avalia a presença ou ausência de fraturas/deformações vertebrais e, no caso de existirem, classifica-as quanto à sua forma (cunha, bicôncava ou esmagamento) e o seu grau de deformidade, numa escala de 4 estádios que vão desde o grau 0 (ausência de deformação) até ao grau 3 (deformação severa) (Figura 2.2.). As vértebras torácicas e lombares foram avaliadas macroscopicamente, em norma lateral, e as medições nos corpos vertebrais efetuadas de acordo com as definições apresentadas em Curate e colaboradores (2016b).

**Tabela 2.2.** - Localização e descrição das fraturas de fragilidade mais comuns avaliadas na extremidade proximal do fémur, do úmero e extremidade distal do rádio.

LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO DA FRATURA
FÉMUR PROXIMAL (ANCA)	Ocorrem desde a cabeça do fémur até aproximadamente aos cinco centímetros distais em relação ao pequeno trocânter (Nolla e Rozadilla, 2004).
ÚMERO PROXIMAL	Ocorre no terço superior do osso e envolve normalmente a diáfise na região do colo cirúrgico ou os locais de inserção muscular (tuberosidades maior e menor) (Mostofi, 2006).
RÁDIO DISTAL	Ocorre na zona metafiso-epifisária distal do rádio, ou a menos de três centímetros da articulação rádio-cárpica (Nolla e Rozadilla, 2004).
	<p><b>Colles:</b> A porção óssea distal sofre o impacto e desloca-se posterior e lateralmente (deformidade em “forma de garfo”) (Nolla e Rozadilla, 2004).</p> <p><b>Smith:</b> A luxação do fragmento distal é palmar (Nolla e Rozadilla, 2004).</p>



**Figura 2.2.** - Classificação semi-quantitativa de Genant *et al.* (2013) das fraturas e/ou deformações vertebrais. *In* Curate e colaboradores (2016) (adaptado).

### 2.2.3. Morfometria no fêmur

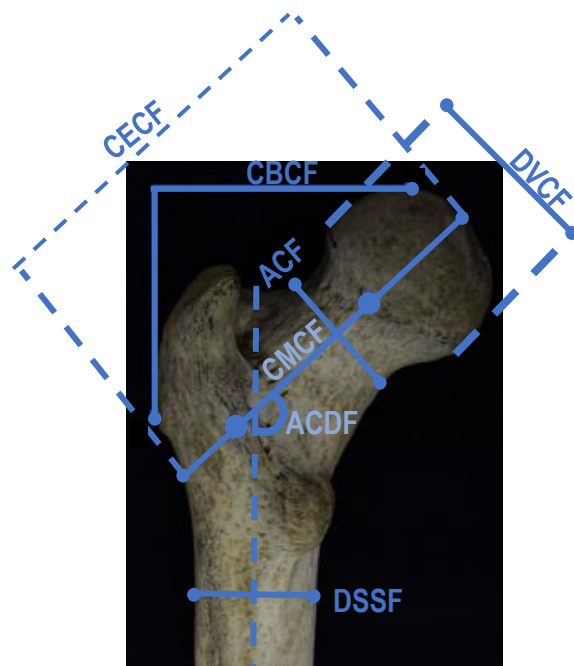
O osso vivo é uma estrutura dinâmica que adapta continuamente as suas propriedades ao stress biomecânico que lhe é exigido (Frost, 2003). Assim, a forma e a estrutura dos ossos devem, de algum modo, ajudar a determinar as forças que atuam nesta região (Gregory e Aspden, 2008). Alguns estudos têm vindo a demonstrar que determinados aspetos da geometria do fêmur, em particular, na região proximal, parecem estar associados a um aumento acrescido do risco de fratura na anca (ex. Faulkner *et al.*, 1993; Mourão & Vasconcelos, 2001; Sievänen *et al.*, 2007; Navega *et al.*, 2013).

Com o objetivo de avaliar a geometria do fêmur de forma a tentar entender melhor o seu papel na ocorrência de fraturas de fragilidade associadas à região da anca, procedeu-se à realização de um conjunto de medidas morfométricas neste osso (Tabela 2.3.; Figura 2.3.).

As medições foram efetuadas (em milímetros) com o auxílio de uma craveira digital ( $\pm 0,01$  mm), um transferidor, uma fita métrica, um compasso e uma tábua osteométrica, e, obtidas, preferencialmente, a partir do fêmur esquerdo, com exceção dos casos em que este estava ausente ou mais danificado, tendo-se utilizado o seu simétrico.

**Tabela 2.3.** - Medidas efetuadas para o estudo da morfologia do fêmur descritas em Curate *et al.*, 2017.

MEDIDAS
Comprimento Fisiológico do Fémur ( <b>CFF</b> )
Comprimento Máximo do Fémur ( <b>CMF</b> )
Comprimento Morfológico do Colo do Fémur ( <b>CMCF</b> )
Comprimento do Eixo do Colo Femoral ( <b>CECF</b> )
Comprimento Biomecânico do Colo do Fémur ( <b>CBCF</b> )
Ângulo do Colo-Diafisário do Fémur ( <b>ACDF</b> )
Altura do Colo Femoral ( <b>ACF</b> )
Largura do Colo Femoral ( <b>LCF</b> )
Diâmetro Vertical da Cabeça do Fémur ( <b>DVCF</b> )
Largura da Cabeça do Fémur ( <b>LCbF</b> )
Diâmetro Ântero-Posterior Subtrocanterico do Fémur ( <b>DAPSF</b> )
Diâmetro Sagital Subtrocanterico do Fémur ( <b>DSSF</b> )
Circunferência a Meio da Diáfise do Fémur ( <b>CMDF</b> )
Diâmetro Transversal a Meio da Diáfise do Fémur ( <b>DTMDF</b> )
Diâmetro Sagital a Meio da Diáfise do Fémur ( <b>DSMDF</b> )
Largura Epicondilar do Fémur ( <b>LEF</b> )



**Figura 2.3.** - Esquema representativo de algumas das medições efetuadas no fêmur. CMCF – Comprimento Morfológico do Colo do Fêmur; CECF – Comprimento do Eixo do Colo Femoral; CBCF – Comprimento Biomecânico do Colo do Fêmur; ACDF – Ângulo do Colo-Diafisário do Fêmur; ACF – Altura do Colo Femoral; DVCF – Diâmetro Vertical da Cabeça do Fêmur; DSSF – Diâmetro Sagital Subtrocanterico do Fêmur. Adaptado de Curate *et al.* (2017).

#### 2.2.4. Radiogrametria

A imagiologia é uma das abordagens mais utilizadas no diagnóstico de patologias associadas ao esqueleto, quer em contexto clínico, quer em restos humanos arqueológicos. Utilizada há mais de 100 anos em múmias egípcias, a radiografia convencional continua a ser o método visual mais importante na descrição e diagnóstico da doença em paleopatologia (Ortner, 2003; Mays, 2008). Esta técnica, consiste na emissão, por um gerador, de radiação eletromagnética de um determinado comprimento de onda (raios-X) que é transmitida através de um objeto/espécime, neste caso, o osso. Parte dessa radiação incidente é absorvida (determinada pela densidade e composição do espécime em questão) e a restante é transmitida para um detetor. O padrão de radiação transmitido, é então convertido numa imagem que, atualmente, é digital. A imagem produzida surge como um “negativo” do filme radiográfico convencional (Lovell, 2008).

Desde a descoberta das imagens radiográficas no final do século XIX, muitas técnicas aliadas aos raios-X foram desenvolvidas e com aplicabilidade à paleopatologia (Mays, 2008). Por exemplo, é possível o uso da imagem radiográfica para obter dados quantitativos sobre o osso cortical, recorrendo à análise da imagem num software de computador (Mays, 2008). Esta técnica, que permite efetuar medições do osso cortical em ossos tubulares a partir de radiografias é designada de radiogrametria (Ives & Brickley, 2004).

Introduzida na clínica em 1960 (Barnett & Nordin, 1960) aplicada a radiografias da mão, a radiogrametria tem vindo a ser utilizada em restos humanos arqueológicos para estudar a perda de osso cortical e aceder à prevalência da osteoporose no passado (Ives & Brickley, 2004). Embora tenham surgido novos métodos que se tornaram mais usuais na área da clínica, como é o caso da DXA (*Dual X-Ray Absorptiometry*) (Rosholm *et al.*, 2001), a radiogrametria apresenta vantagens no estudo antropológico, como o facto de possíveis alterações diagenéticas serem mais facilmente detetáveis, já que a contaminação física do interior do osso por partículas do solo pode ocorrer e afetar potencialmente as leituras de densidade (Mays *et al.*, 1998). Além disso, antes do uso difundido de técnicas como a DXA, a radiogrametria era comumente usada em investigações clínicas e, portanto, dados de indivíduos modernos poderão estar disponíveis para consulta (Brickley & Agarwal, 2003). Em contrapartida, à semelhança dos restantes métodos, a radiogrametria também tem as suas limitações. Destaca-se o erro inter-observador, que pode representar um problema se vários investigadores fizerem uso de critérios diferentes para definir a margem endosteal na medição da largura do canal medular (Dequeker, 1976; Ives & Brickley, 2004). Mais recentemente, o desenvolvimento do DXR (*Digital X-Ray Radiogrammetry*) torna o método mais preciso, pois combina os princípios da radiogrametria clássica com a análise digital de imagens, com um software que localiza automaticamente três regiões de interesse no 2º, 3º e 4º metacárpico. Embora o DXR ainda não tenha sido utilizado em estudos paleopatológicos (Curate, 2014), uma vez que tem aplicabilidade ao nível da clínica (ex. Boonen *et al.*, 2005; Özçakar *et al.*, 2005; Bach-Mortensen *et al.*, 2006; Mentzel *et al.*, 2006; Kälvesten *et al.*, 2016; Wilczek *et al.*, 2017), constitui uma alternativa ao DXA.

Neste estudo, recorreu-se à técnica da radiogrametria clássica para o estudo dos parâmetros corticais dos ossos, sendo radiografado o segundo metacárpico. Este osso tem sido selecionado para análise, quer em investigações clínicas (Virtamä & Helelä, 1969; Meema & Meema, 1987), como paleopatológicas (ex. Ekenman *et al.*, 1995; Mays, 1996, 2000, 2001; Lazenby, 1998; Rewekant, 2001; Glencross & Agarwal, 2011). A facilidade em ser posicionado de forma a mimetizar a sua posição original em indivíduos vivos, a sua diáfise relativamente circular (Mays, 1996) e a propensão para ser preservado em contexto arqueológico (Lazenby, 1998), pesaram na decisão de eleger o segundo metacárpico como o elemento osteológico a ser utilizado neste estudo. As radiografias foram realizadas no Serviço de



Imagiologia do Centro Hospitalar da Universidade de Coimbra (CHUC), com recurso ao sistema radiográfico de digitalização direta (obtenção imediata da imagem no computador) Senographe DS (GE Healthcare®)(Figura 2.4.), a uma distância focal de 65 cm, em norma ântero-posterior e cujos parâmetros radiológicos variaram entre 29-32 kV e 12-36 mA/s, de acordo com as características dos ossos (ver Apêndice I).



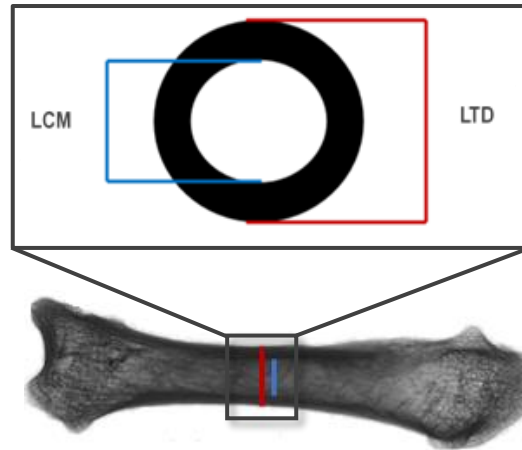
**Figura 2.4.** - Sistema radiográfico de digitalização direta – Senographe DS (GE Healthcare®) – e posicionamento dos segundos metacárpicos radiografados em norma ântero-posterior.

A perda de osso cortical pode ser identificada através do aumento da largura da cavidade medular em relação à largura total do osso, o que representa um afinamento das paredes corticais (Ives & Brickley, 2004). O índice cortical (ICM) fornece a percentagem de largura do osso absorvida pelo córtex (Brickley & Agarwal, 2003) através de duas medidas fundamentais obtidas a partir da radiografia: LTD – Largura Total da Diáfise e LCM – Largura do Canal Medular (Brickley & Agarwal, 2003); e com a aplicação da seguinte fórmula:

$$\text{ICM} = \left( \frac{\text{LTD} - \text{LCM}}{\text{LTD}} \right) \times 100$$

Assim, para a análise radiogramétrica, distinguem-se as seguintes etapas fundamentais: obtenção da imagem radiográfica total do osso, cálculo do seu comprimento máximo, medição das espessuras corticais a meio da diáfise (Figura 2.5.) e cálculo do ICM com a aplicação da respetiva fórmula.

As medições (em milímetros) foram efetuadas utilizando o *software* MicroDicom Viewer 2.9.2 (MicroDicom) e segundo os critérios recomendados por Meema & Meema (1987).



**Figura 2.5.** - Espessuras corticais avaliadas: LCM – Largura do Canal Medular (a azul); LTD – Largura Total da Diáfise (a vermelho) e respetiva localização no segundo metacárpico (pertencente ao indivíduo SJA 1, sexo feminino, classe etária III, radiografado em norma ântero-posterior). Adaptado de Curate (2011).

### 2.2.5. Estimativa do erro de medida

Neste estudo avaliou-se a precisão dos dados obtidos a partir da mensuração das radiografias dos segundos metacárpicos. Foram efetuadas duas medições à LTD e LCM, realizadas em tempos diferentes e em condições comparáveis pela mesma observadora, a uma amostra de 30 indivíduos. A partir dos dois conjuntos de medições, foi avaliado o erro intra-observador através do cálculo do ETM (erro técnico de medida). Uma vez que foram efetuadas duas medições, o ETM pode ser definido através da seguinte fórmula:

$$ETM = \sqrt{\frac{\sum D^2}{2N}},$$

em que D representa a diferença entre a primeira e a segunda medição e N o número de indivíduos mensurados (Weinberg *et al.*, 2005).

O valor absoluto do ETM foi transposto para ETMr (erro técnico de medida relativo), que corresponde à média total da variável em estudo e assim expresso em percentagem. Assim, o ETMr obtém-se dividindo o ETM pelo valor médio da variável avaliada e multiplicando o resultado por 100. A

uma menor percentagem do ETMr encontra-se associada uma maior precisão (Weinberg *et al.*, 2005), de tal modo que valores de medidas associados a uma percentagem acima de 5% serão considerados imprecisos neste trabalho.

### **2.2.6. Análise estatística**

A análise estatística dos dados obtidos foi realizada com recurso ao software IBM® SPSS® (Statistical Package for the Social Sciences). Para as variáveis em estudo, foram estimadas a respetiva estatística descritiva, médias de grupo, desvio padrão e intervalos de confiança a 95%. A homogeneidade de variâncias foi testada através do teste de Levene. Quando se tratava de comparar médias de amostras independentes de dois grupos utilizou-se o teste *t-student* e em alternativa o teste não paramétrico de Mann-Whitney, quando os pressupostos do teste paramétrico não se verificavam (quando os dados não obedeciam a uma distribuição normal). Por outro lado, quando o propósito era comparar mais que dois grupos (ex., diferenças entre classes etárias em cada sexo), recorreu-se ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, sempre que os pressupostos do teste paramétrico *one-way* ANOVA não se verificavam. A quantificação da relação entre duas variáveis foi analisada através da aplicação do coeficiente de correlação de Pearson. O teste exato de Fisher foi aplicado para analisar se a distribuição observada dos elementos das amostras pelas diferentes classes da variável era aleatória (ex., distribuição das fraturas pelos sexos).

Para os testes estatísticos acima referidos, valores de p resultantes (significância) inferiores a 0,05 foram considerados estatisticamente significativos.

Note-se que devido ao pequeno tamanho das amostras optou-se por analisar os três sítios arqueológicos em conjunto.



### 3. Resultados



### 3.1. Erro Intra-Observador

De modo a averiguar a precisão dos dados obtidos calculou-se o erro intra-observador. Os valores do ETMr apresentados na tabela 3.1 sugerem que as medições obtidas a partir das radiografias dos segundos metacárpicos foram realizadas com um grau aceitável de rigor e precisão, com um ETMr inferior a 5%. O erro foi maior na medição da LCM, tal como era esperado (Curate, 2011; Curate *et al.*, 2019), visto que a identificação da margem endosteal é mais complicada.

**Tabela 3.1.** - Valores do ETM e ETMr intra-observador para as medidas LTD e LCM obtidas a partir das radiografias aos II MTC.

Medidas II MTC	ETM	ETMr	N
LTD	0,13	0,07%	30
LCM	0,11	2,8%	30

### 3.2. Análise radiogramétrica

De um modo geral, após a análise dos valores médios dos II MTC, pode dizer-se que estes apresentam um comportamento semelhante em cada variável (CM; CA; LTD; LCM e ICM) relativamente ao sexo dos indivíduos amostrados. Ainda que a LTD apresente um valor médio inferior no sexo feminino ( $\bar{x} = 7,7$ ;  $d.p. = 0,6$ ) ao correspondente no sexo masculino ( $\bar{x} = 8,4$ ;  $d.p. = 0,8$ ) com o valor de  $p$  mais próximo do nível de significância (Student's  $t = -4,942$ ;  $p = 0,065$ ), as diferenças entre sexos não chegam a ser estatisticamente significativas. O mesmo é observado para as restantes variáveis representadas na Tabela 3.2.; embora os valores médios sejam sempre inferiores no sexo feminino comparativamente ao sexo masculino, essas diferenças não são significativas.

**Tabela 3.2.** - Estatística descritiva para as medidas do II MTC em ambos os sexos; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas).

Medidas	Feminino				Masculino				Student's t test	
	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	t	sig.
CM	62,7	3,9	61,4 – 64,1	34	69,3	3,5	68,3 – 70,3	53	-8,217	0,922
CA	60,2	3,6	58,9 – 61,5	34	66,4	4,0	65,3 – 67,5	53	-7,338	0,370
LTD	7,7	0,6	7,4 – 7,9	34	8,4	0,8	8,2 – 8,7	53	-4,942	0,065
LCM	3,8	0,8	3,5 – 4,0	34	4,1	0,9	3,8 – 4,3	53	-1,463	0,367
ICM	50,9	9,1	47,7 – 54,0	34	52,8	8,6	50,4 – 55,1	53	-0,980	0,371

DP: desvio padrão; 95% IC: intervalo de confiança a 95%;  $t$ : valor do teste-t;  $sig.$ : significância.

As variáveis LTD, LCM e ICM variam de forma diversa com o incremento etário e em ambos os sexos (Tabelas 3.3. e 3.4.).

Na amostra total do sexo feminino, tanto os valores médios da variável LCM ( $\bar{x} = 3,0$ ;  $\bar{x} = 3,9$ ;  $\bar{x} = 3,8$ ) como do ICM ( $\bar{x} = 57,0$ ;  $\bar{x} = 49,1$ ;  $\bar{x} = 51,1$ ) variam de forma inconstante com o aumento etário, não apresentando diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes classes etárias. Por outro lado, os valores de LTD crescem com o aumento etário ( $\bar{x} = 7,3$ ;  $\bar{x} = 7,6$ ;  $\bar{x} = 7,9$ ), mas também não diferem significativamente entre classes etárias distintas (*Kruskal – Wallis*  $x^2 = 3,594$ ; *g. l.* = 2; *p* = 0,166) (Tabela 3.2.).

No sexo masculino, os valores médios de LTD ( $\bar{x} = 8,7$ ;  $\bar{x} = 8,3$ ;  $\bar{x} = 8,5$ ) variam de forma irregular com o aumento da idade (à semelhança do que acontece com LCM e ICM no sexo feminino) e não existem diferenças significativas entre os grupos etários (*Kruskal – Wallis*  $x^2 = 0,975$ ; *g. l.* = 2; *p* = 0,614). Todavia, os valores médios das variáveis LCM e ICM sofrem um aumento ( $\bar{x} = 3,8$ ;  $\bar{x} = 4,0$ ;  $\bar{x} = 4,1$ ) e um decréscimo ( $\bar{x} = 55,0$ ;  $\bar{x} = 52,9$ ;  $\bar{x} = 52,2$ ) com o incremento etário, respetivamente. Ainda assim, também não são observadas diferenças estatisticamente significativas entre as classes etárias distintas (*Kruskal – Wallis*  $x^2 = 0,488$ ; *g. l.* = 2; *p* = 0,784 / (*Kruskal – Wallis*  $x^2 = 0,613$ ; *g. l.* = 2; *p* = 0,736) (Tabela 3.3).

**Tabela 3.3.** - Estatística descritiva para as medidas do II MTC por classe etária para o sexo feminino; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas).

Medidas	I				II				III				Kruskal-Wallis Test	
	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	$x^2$	sig.
LTD	7,3	0,5	6,5 – 8,0	4	7,6	0,7	7,2 – 7,9	16	7,9	0,5	7,5 – 8,2	14	3,594	0,166
LCM	3,0	0,8	1,7 – 4,3	4	3,9	0,8	3,5 – 4,4	16	3,8	0,7	3,4 – 4,2	14	3,963	0,138
ICM	57,0	7,5	45,0 – 69,0	4	49,1	9,9	43,8 – 54,4	16	51,1	8,2	46,4 – 55,8	14	3,001	0,223

I: 18-29 anos; II: 30-49 anos; III: +50 anos; DP: desvio padrão; 95% IC: intervalo de confiança a 95%;  $x^2$ : valor do teste de Kruskal Wallis; sig.: significância

**Tabela 3.4.** - Estatística descritiva para as medidas do II MTC por classe etária para o sexo masculino; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas).

Medidas	I				II				III				Kruskal-Wallis Test	
	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	$x^2$	sig.
LTD	8,7	0,5	8,1 – 9,2	6	8,3	0,7	8,0 – 8,7	18	8,5	0,9	8,1 – 8,8	29	0,975	0,614
LCM	3,8	0,4	3,4 – 4,3	6	4,0	0,8	3,6 – 4,4	18	4,1	1,1	3,7 – 4,6	29	0,488	0,784
ICM	55,0	6,0	48,8 – 61,3	6	52,9	8,7	48,6 – 57,2	18	52,2	9,1	48,7 – 55,7	29	0,613	0,736

I: 18-29 anos; II: 30-49 anos; III: +50 anos; DP: desvio padrão; 95% IC: intervalo de confiança a 95%;  $x^2$ : valor do teste de Kruskal Wallis; sig.: significância



### 3.2. Geometria do fémur

Os dados da geometria do fémur também foram comparados de acordo com o sexo. De um modo geral, verificou-se que os valores médios das medidas geométricas do fémur para o sexo masculino são superiores aos correspondentes do sexo feminino. Contudo, apenas as variáveis CMCF ( ♀:  $\bar{x} = 36,4$ ;  $d.p. = 3,7$  e ♂:  $\bar{x} = 39,1$ ;  $d.p. = 6,2$ ; *Student's t* = -1,807; *g.l.* = 41,364;  $p = 0,013$  ) e DT MDF ( ♀:  $\bar{x} = 26,7$ ;  $d.p. = 2,9$  e ♂:  $\bar{x} = 29,0$ ;  $d.p. = 1,8$ ; *Student's t* = -2,720; *g.l.* = 19,766;  $p = 0,024$  ) apresentam valores médios discrepantes estatisticamente significativos (Tabela 3.5.).

**Tabela 3.5.** - Estatística descritiva para as medidas do fémur em ambos os sexos; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas).

Medidas	Feminino				Masculino				Student's t test	
	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	t	sig.
CFF	409,7	29,4	393,4 – 425,9	15	443,4	16,9	435,5 – 451,2	20	-4,286	0,128
CMF	412,7	29,3	396,5 – 429,0	15	446,4	17,1	438,3 – 454,4	20	-4,268	0,164
CMCF	36,4	3,7	34,5 – 38,2	18	39,1	6,2	36,6 – 41,6	26	-1,807	<b>0,013</b>
CECF	87,4	4,4	85,1 – 89,6	17	98,6	5,1	96,7 – 100,6	29	-7,592	0,895
CBCF	75,4	5,0	72,7 – 78,0	16	84,8	5,0	82,8 – 86,8	26	-5,980	0,510
ACDF	123,6	2,8	122,1 – 125,0	17	124,0	4,4	122,3 – 125,7	28	-0,343	0,733
ACF	28,2	2,2	27,1 – 29,2	21	32,9	2,2	32,1 – 33,7	32	-7,579	0,853
LCF	25,0	2,7	23,8 – 26,3	21	29,4	3,3	28,2 – 30,6	32	-5,038	0,293
DVCF	41,2	2,4	39,9 – 42,5	16	47,1	2,6	46,1 – 48,2	25	-7,353	0,769
LCbF	40,1	2,0	38,9 – 41,3	14	46,3	2,1	45,4 – 47,2	23	-8,674	0,998
DAPSF	25,4	2,3	24,5 – 26,3	30	27,9	3,1	27,0 – 28,9	43	-3,757	0,185
DSSF	28,4	2,2	27,6 – 29,3	30	31,2	2,3	30,5 – 31,9	43	-5,210	0,514
CMDF	81,1	6,1	77,5 – 84,6	14	89,3	4,4	87,2 – 91,3	20	-4,526	0,080
DTMDF	26,7	2,9	25,0 – 28,3	14	29,0	1,8	28,2 – 29,8	21	-2,720	<b>0,024</b>
DSMDF	24,7	1,7	23,7 – 25,7	14	26,9	1,6	26,2 – 27,7	21	-3,905	0,739
LEF	71,3	4,2	68,4 – 74,1	11	80,9	3,2	79,4 – 82,3	21	-7,163	0,684

DP: desvio padrão; 95% IC: intervalo de confiança a 95%; t: valor do teste-t; sig.: significância.

### 3.3. Fraturas vertebrais

As fraturas de compressão vertebral constituem as únicas fraturas observadas nos grupos em estudo que se inserem no âmbito das fraturas osteoporóticas. A forma mais vulgar de fratura vertebral foi em cunha e a severidade das deformações varia entre os graus 1 e 3 (Figuras 3.1. e 3.2.). Não houve qualquer registo de fraturas de *Colles* ou das regiões proximais do úmero e do fémur.

Na amostra, há uma prevalência total de 19,6% (10/51) de fraturas de compressão vertebral, das quais 25,0% (4/16) pertencem ao sexo feminino e 17,1% (6/35) ao sexo masculino (Tabela 3.6.). É possível observar que a frequência de indivíduos com fraturas vertebrais é superior no sexo feminino comparativamente ao sexo masculino, apesar deste último apresentar uma maior representatividade na amostra total relativamente ao primeiro. Ainda assim, as diferenças no padrão fraturário entre sexos não são significativas (Fisher  $p = 1,000$ ).



**Figura 3.1.** – Fratura vertebral de grau 3 em cunha; indivíduo do sexo masculino, classe etária II (SJA).



**Figura 3.2** – Fratura vertebral de grau 2 em cunha; indivíduo do sexo masculino, classe etária II (CVPA).

**Tabela 3.6.** - Frequência das fraturas de compressão vertebral por sexo: São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas).

	Feminino		Masculino		Total	
	%	N	%	N	%	N
Sem fratura	75,0	12	82,9	29	80,4	41
Com fratura	<b>25,0</b>	4	<b>17,1</b>	6	<b>19,6</b>	10
<b>Total</b>	100,0	16	100,0	35	100,0	51

A prevalência de fraturas vertebrais de acordo com a idade parece ser diferente em ambos os sexos e encontra-se representada nas tabelas 3.7. e 3.8. . No sexo feminino, os indivíduos com fratura vertebral pertencem exclusivamente às classes etárias abaixo dos 50 anos [I: 1/2 (50%); II: 3/9 (33,3%)], não tendo sido observadas fraturas nos indivíduos mais velhos. É de notar o registo de um indivíduo com fratura na classe etária mais jovem. Contrariamente, a prevalência de fraturas vertebrais no sexo masculino recai mais sobre os indivíduos das classes II (30-49 anos) e III (mais de 50 anos), com uma prevalência de 20,0% (3/15) e 21,4% (3/14) respetivamente, não havendo registo de fraturas em indivíduos com idade à morte abaixo dos 30 anos. Contudo, de um modo geral, a idade não influencia significativamente a prevalência fraturaria em nenhum dos sexos (Feminino: Fisher F=3,644; p=0,199 / Masculino: Fisher F=0,925; p=0,696).

**Tabela 3.7.** - Frequência das fraturas de compressão vertebral por classe etária para o sexo feminino: São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas).

	I		II		III		Total	
	%	N	%	N	%	N	%	N
Sem fratura	50,0	1	66,7	6	100,0	5	75,0	12
Com fratura	<b>50,0</b>	<b>1</b>	<b>33,3</b>	3	<b>0</b>	0	<b>25,0</b>	4
<b>Total</b>	100,0	2	100,0	9	100,0	5	100,0	16

I: 18-29 anos; II: 30-49 anos; III: +50 anos.

**Tabela 3.8.** - Frequência das fraturas de compressão vertebral por classe etária para o sexo masculino: São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas).

	I		II		III		Total	
	%	N	%	N	%	N	%	N
Sem fratura	100,0	6	80,0	12	78,6	11	82,9	29
Com fratura	<b>0</b>	0	<b>20,0</b>	3	<b>21,4</b>	3	<b>17,1</b>	6
<b>Total</b>	100,0	6	100,0	15	100,0	14	100,0	35

I: 18-29 anos; II: 30-49 anos; III: +50 anos.

**Tabela 3.9.** - Estatística descritiva para as medidas do fémur em relação aos indivíduos do sexo feminino sem e com fraturas de compressão vertebral; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas).

Medidas	Sem Fratura				Com Fratura				Mann-Whitney	
	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	Z	sig.
CFF	415,2	30,3	395,9 – 434,4	12	387,7	9,3	364,6 – 410,7	3	-1,732	0,083
CMF	417,8	30,4	398,5 – 437,2	12	392,3	11,1	364,9 – 419,8	3	-1,588	0,112
CMCF	37,4	3,5	35,3 – 39,4	14	32,9	1,9	29,8 – 36,0	4	-2,249	<b>0,025</b>
CECF	88,3	4,2	85,9 – 90,7	14	83,0	1,7	78,7 – 87,3	3	-1,903	0,057
CBCF	76,5	4,8	73,6 – 79,4	13	70,1	2,5	64,4 – 76,9	3	-1,830	0,067
ACDF	123,9	2,5	122,4 – 125,3	14	122,3	4,5	111,1 – 133,5	3	-0,771	0,441
ACF	28,3	2,3	27,1 – 29,5	17	27,4	1,8	24,5 – 30,3	4	-0,724	0,469
LCF	25,1	2,9	23,6 – 26,5	17	25,0	1,8	22,1 – 27,9	4	-0,180	0,857
DVCF	41,3	2,5	39,8 – 42,8	13	40,7	2,5	34,4 – 46,9	3	-0,205	0,837
LCbF	40,1	2,0	38,8 – 41,4	12	40,0	2,8	14,6 – 65,4	2	-0,094	0,925
DAPSF	25,3	2,4	24,4 – 26,3	26	25,8	2,1	22,5 – 29,0	4	-0,527	0,599
DSSF	28,7	1,9	27,9 – 29,5	26	26,9	3,6	21,1 – 32,6	4	-0,625	0,532
CMDF	82,5	5,8	78,6 – 86,5	11	75,7	4,2	65,3 – 86,0	3	-1,736	0,083
DTMDF	27,0	3,0	25,1 – 29,0	11	25,3	2,5	19,1 – 31,6	3	-1,098	0,272
DSMDF	25,2	1,5	24,2 – 26,2	11	23,0	1,7	18,7 – 27,3	3	-1,738	0,082
LEF	72,1	3,4	69,3 – 74,9	8	69,2	6,3	53,4 – 84,9	3	-0,308	0,758

DP: desvio padrão; 95% IC: intervalo de confiança a 95%; Z: valor do teste Mann-Whitney; sig.: significância.

De um modo geral, é possível observar pelas tabelas 3.9. e 3.10., que as medidas do fémur são, em média, superiores no sexo masculino comparativamente aos valores correspondentes no sexo feminino, quer em indivíduos com ou sem fratura.

Verificou-se que, geralmente, em ambos os sexos, as medidas geométricas do fémur apresentam dimensões menores aquando da presença de, pelo menos, uma fratura vertebral. No entanto, não são verificadas diferenças significativas do ponto de vista estatístico. O comprimento

morfológico do colo do fémur (CMCF) constitui uma exceção no sexo feminino, mostrando diferenças significativas ( *sem fratura*:  $\bar{x} = 37,4$ ; *d.p.* = 3,5 *com fratura*:  $\bar{x} = 32,9$ ; *d.p.* = 1,9 ) (Mann-Whitney  $Z = -2,249$ ;  $p = 0,025$ ). Os dados apontam no sentido desta medida ser inferior em mulheres com fraturas vertebrais.

**Tabela 3.10.** - Estatística descritiva para as medidas do fémur em relação aos indivíduos do sexo masculino sem e com fraturas de compressão vertebral; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas).

Medidas	Sem Fratura				Com Fratura				Mann-Whitney	
	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	Z	sig.
CFF	444,4	17,5	435,7 – 453,1	18	434,0	1,4	421,3 – 446,7	2	-1,009	0,313
CMF	447,5	17,7	438,7 – 456,3	18	436,0	2,8	410,6 – 461,4	2	-0,946	0,344
CMCF	39,5	6,2	36,9 – 42,1	24	33,5	3,5	1,7 – 65,3	2	-1,449	0,147
CECF	99,0	5,3	96,8 – 101,2	25	96,3	3,8	90,2 – 102,3	4	-1,082	0,279
CBCF	85,4	4,9	83,3 – 87,5	23	80,3	3,1	72,7 – 87,9	3	-1,853	0,064
ACDF	123,7	4,4	121,9 – 125,6	24	125,8	4,9	117,9 – 133,6	4	-1,191	0,234
ACF	32,9	2,3	32,0 – 33,8	28	32,7	1,8	29,8 – 35,5	4	-0,431	0,667
LCF	29,1	2,9	28,0 – 30,2	28	31,8	5,6	22,9 – 40,6	4	-0,833	0,405
DVCF	46,9	2,4	45,8 – 48,0	21	48,5	3,3	43,2 – 53,8	4	-0,900	0,368
LCbF	46,1	1,9	45,2 – 46,9	20	48,0	3,5	39,4 – 56,6	3	-0,833	0,405
DAPSF	27,8	3,0	26,8 – 28,8	37	28,4	3,8	24,3 – 32,4	6	-0,106	0,916
DSSF	31,0	2,2	30,3 – 31,7	37	32,7	2,3	30,2 – 35,1	6	-1,485	0,138
CMDF	89,4	4,6	87,1 – 91,7	18	88,0	2,8	62,6 – 113,4	2	-0,633	0,527
DTMDF	29,1	1,7	28,3 – 30,0	19	28,1	2,8	3,3 – 52,8	2	-0,729	0,466
DSMDF	26,9	1,7	26,1 – 27,7	19	27,5	0,7	21,1 – 33,9	2	-0,612	0,540
LEF	81,0	3,2	79,5 – 82,6	20	77,5	-	-	1	-1,327	0,184

DP: desvio padrão; 95% IC: intervalo de confiança a 95%; Z: valor do teste Mann-Whitney; sig.: significância.

À semelhança do que acontece com as medidas geométricas do fémur, também as medidas radiográficas obtidas a partir dos segundos metacárpais não parecem apresentar qualquer diferença estatisticamente significativa entre a LTD, LCM e o ICM e a ocorrência de fraturas vertebrais em ambos os sexos (ver Tabelas 3.11. e 3.12.).

**Tabela 3.11.** - Estatística descritiva para as medidas do II MTC em relação aos indivíduos do sexo feminino sem e com fraturas de compressão vertebral; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas).

Medidas	Sem Fratura				Com Fratura				Mann-Whitney	
	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	Z	sig.
LTD	7,7	0,6	7,5 – 7,9	30	7,3	0,5	6,5 – 8,0	4	-1,459	0,145
LCM	3,8	0,8	3,5 – 4,1	30	3,5	1,0	1,9 – 5,1	4	-0,894	0,371
ICM	50,8	8,8	47,5 – 54,1	30	51,7	12,1	32,4 – 71,0	4	-0,348	0,728

DP: desvio padrão; 95% IC: intervalo de confiança a 95%; Z: valor do teste Mann-Whitney; sig.: significância.

**Tabela 3.12.** - Estatística descritiva para as medidas do II MTC em relação aos indivíduos do sexo masculino sem e com fraturas de compressão vertebral; São João de Almedina (SJA), Convento de S. Francisco – Santarém (CSF-S) e Cacela-a-Velha (Poço Antigo) (CVPA) (amostras agrupadas).

Medidas	Sem Fratura				Com Fratura				Mann-Whitney	
	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	$\bar{x}$	DP	95% IC	N	Z	sig.
LTD	8,4	0,7	8,2 – 8,6	47	8,7	0,8	7,8 – 9,5	6	-0,471	0,638
LCM	4,0	0,9	3,7 – 4,3	47	4,3	1,0	3,2 – 5,4	6	-0,902	0,367
ICM	52,8	8,6	50,2 – 55,3	47	52,7	9,1	43,2 – 62,2	6	-0,197	0,844

DP: desvio padrão; 95% IC: intervalo de confiança a 95%; Z: valor do teste Mann-Whitney; sig.: significância.

## **4. Discussão**





## 4.1. Radiogrametria

As diferenças sexuais observadas nas medidas obtidas a partir dos metacárpicos (CM; CA; LTD; LCM e ICM), embora não sejam significativas do ponto de vista estatístico, surgem como resultado das dissemelhanças de género nas dimensões dos ossos e nos padrões e taxas de perda óssea (Samuel *et al.*, 2009). Por norma, os homens possuem esqueletos maiores que as mulheres (Samuel *et al.*, 2009) e, de um modo geral, no presente estudo, o sexo masculino obteve valores absolutos superiores comparativamente aos correspondentes do sexo feminino. Enquanto nas mulheres o estrogénio produzido após a puberdade inibe a formação óssea ao nível do perióstio e limita o diâmetro do osso, o androgénio produzido nos homens aumenta a formação periosteal óssea potenciando o aumento do diâmetro (Seeman, 2003; 2008). Das três medidas corticais, a LTD surge como aquela cuja diferença entre os sexos se encontra mais próxima do nível de significância. Resultados semelhantes foram obtidos na amostra de Muge, nos quais se observaram diferenças significativas referentes à LTD entre sexos nesta amostra proveniente do Mesolítico (Perinha, 2016; Umbelino, 2016). Outros trabalhos, quer com populações modernas (e.g. Curate, 2005; Curate *et al.*, 2018), quer arqueológicas (e.g. Dewey *et al.*, 1969; Mays, 1996; Mays *et al.*, 1998; Glencross & Agarwal, 2011), também descrevem diferenças na perda óssea cortical em ambos os sexos, mas não só na LTD como também nos restantes parâmetros corticais.

No entanto, a análise dos resultados obtidos permite depreender que o envelhecimento não constitui um fator preponderante para as alterações corticais ósseas dos metacárpicos nesta amostra que, tanto nos homens como nas mulheres, não foram significativas do ponto de vista estatístico. No sexo feminino, o ICM apresenta uma diminuição notória dos valores absolutos até à faixa etária III (a partir dos 50 anos de idade), verificando-se aí um ligeiro aumento. Embora no sexo masculino se observe também um decréscimo que se estende até acima dos 50 anos, essa diminuição é praticamente impercetível sendo os valores muito próximos entre si. Relativamente à LCM, os valores absolutos sofrem um aumento tanto nas mulheres como nos homens, embora nas primeiras este padrão não se estenda até à classe etária dos indivíduos mais velhos.

Tal como já foi referido acima, por norma, os homens possuem esqueletos maiores que as mulheres, logo, ossos com diâmetros superiores. No entanto, os indivíduos do sexo feminino desta amostra parecem apresentar um aumento da LTD ao longo das classes etárias, que contrasta com variações irregulares dos valores absolutos deste parâmetro para o sexo masculino. Ora, enquanto a perda óssea endocortical contribui para a fragilidade óssea, a deposição de osso na superfície externa (periosteal) que, conseqüentemente, conduz ao aumento da LTD, pode ser considerada uma resposta adaptativa para manter a resistência à flexão (Szulc *et al.* 2006) quando ocorre perda óssea, já que um dos objetivos essenciais do processo de remodelação consiste em adaptar o esqueleto às necessidades

exigidas em cada momento da vida (Datta *et al.*, 2008; Pietschmann *et al.*, 2009). Assim, o aumento da LTD verificado nas mulheres da amostra, embora não sendo estatisticamente significativo, poderá funcionar como uma estratégia compensatória de uma possível perda óssea a nível endocortical associada ao envelhecimento, que nos homens ocorre de forma mais lenta devido à ausência de um processo fisiológico por volta dos 50 anos de idade como a menopausa.

A ausência de diferenças significativas entre géneros e nas modificações corticais ósseas associadas à idade pode ser explicada pelo número limitado de indivíduos analisados. Ainda que as três amostras em estudo tenham sido agrupadas e analisadas estatisticamente como um todo, o reduzido tamanho total da amostra pode ter condicionado o seu potencial estatístico.

Outra hipótese pode ser admitida – sugerir que a influência do esforço físico nestes indivíduos ao longo da vida – bastante acentuado – pode ter “ofuscado”, isto é, desacelerado a perda óssea. Embora tenha sido demonstrado que é difícil restaurar a massa óssea em indivíduos osteoporóticos através do exercício, a alta atividade física durante o crescimento pode aumentar a massa óssea e a continuação desse nível de atividade até a meia-idade pode diminuir a taxa de perda óssea (Ekenman *et al.*, 1995). Seria interessante realizar um estudo para comparação entre amostras rurais, urbanas e de ambiente monástico (Holck, 2007), de modo a tentar excluir o papel do exercício na “camuflagem” da perda óssea, já que as atividades desempenhadas nestes três ambientes distintos provavelmente exigiriam diferentes níveis de esforço físico. Tal não foi possível neste estudo, mais uma vez, devido ao reduzido número de indivíduos.

Obviamente, poderia ainda supor-se que este seria o padrão existente na época das populações em estudo e que as tendências apenas se alteraram nos últimos anos. No entanto, esta hipótese não é válida, não só devido à existência de outros estudos no mesmo período cronológico a afirmar o contrário (ex. Mays *et al.*, 1996; Mays *et al.*, 2006), como o número limitado de indivíduos no presente estudo não permite tirar conclusões fiáveis.

## **4.2. Geometria do fémur**

Para além da perda de massa óssea e das alterações corticais que ocorrem como consequência deste fenómeno, a resistência do fémur parece também ser influenciada pela sua geometria, em particular da região proximal (Faulkner *et al.*, 1993; 2006; Flasenbergh & Boonen, 2005). Os resultados obtidos revelam, de um modo geral, valores médios absolutos superiores no sexo masculino comparativamente ao sexo feminino. Tal já era expectável, pois como já foi referido anteriormente, os homens geralmente possuem esqueletos maiores. No entanto, essas diferenças entre géneros só apresentam valor estatístico significativo em dois parâmetros: CMCF e DT MDF.

Embora os valores médios geralmente apresentem dimensões inferiores em ambos os sexos na presença de, pelo menos, uma fratura vertebral, só se verificaram diferenças significativas no CMCF no sexo feminino, corroborando a hipótese de que mulheres com fraturas vertebrais apresentam um colo do fémur menos comprido. No entanto, não parecem existir evidências, nem paleopatológicas nem clínicas, de que exista qualquer relação entre as fraturas vertebrais e o comprimento morfológico do colo do fémur. Posto isto, o facto de existirem diferenças significativas entre estas duas variáveis poderá, mais uma vez, estar relacionado com o número limitado de indivíduos na amostra que enviou os resultados, não sendo, por isso, possível tirar qualquer ilação relativamente à relação do CMCF com a prevalência de fraturas vertebrais nas mulheres. Mais estudos e com um número mais representativo de indivíduos seriam necessários para avaliar esta relação.

### **4.3. Fraturas vertebrais**

No presente estudo as fraturas vertebrais constituem as únicas fraturas registadas nos indivíduos amostrados e que podem ser consideradas fraturas de fragilidade. No seu estudo em Wharram Percy, Mays (2006) também não registou qualquer outro tipo de fratura osteoporótica, observando apenas a compressão dos corpos vertebrais, considerando que tal se deveu à inexistência de indivíduos mais velhos na sua amostra. No entanto, este facto não é verificado no presente estudo, já que a classe etária III é aquela que apresenta maior representatividade. Ressalve-se, contudo, que a classe etária III é muito ampla, e na verdade não sabemos se é aqui composta realmente por indivíduos idosos (com mais de 70 anos) ou por indivíduos com idades mais próximas dos 50 anos. Por exemplo, Curate (2011) refere que, nas mulheres, qualquer diferença na categoria etária III é difícil de interpretar, devido à junção de mulheres peri- e pós-menopáusicas na mesma classe etária.

Na amostra, o sexo feminino registou uma prevalência de 25,0% de fraturas de compressão nos corpos vertebrais comparativamente a 17,1% registado no sexo masculino, uma diferença não significativa em termos estatísticos. Ora, no geral, parece bem estabelecido que a prevalência das fraturas vertebrais aumenta com a idade e é superior no sexo feminino, sobretudo após a menopausa (Nolla & Rozadilla, 2004). Contudo, dentro dos 25,0%, não houve qualquer registo de fraturas vertebrais em mulheres com idade à morte acima dos 50 anos, ao contrário do que era expectável inicialmente, tendo em conta que é por volta desta idade que ocorre a menopausa. Por outro lado, foi registado um evento fraturante numa mulher pertencente à classe etária I (18-29 anos). Uma vez que quase todas as fraturas são consequência direta de algum evento traumático, não seria correto atribuir a ocorrência de todas à influência da osteoporose, sobretudo em idade precoce. Traumatismos de alta energia resultantes de acidentes, processos patológicos e a ocupação profissional, constituem possíveis causas

para as fraturas vertebrais observadas em indivíduos de classe etária mais jovem (Melton III *et al.*, 1997; Curate *et al.*, 2011). Na Idade Média, as mulheres realizariam muitas tarefas centradas no lar, atividades artesanais e juntar-se-iam frequentemente aos homens no trabalho agrícola (Mays, 1996), desempenhando um esforço físico superior à maioria das mulheres da atualidade, o que aumentaria a hipótese de sofrerem fraturas vertebrais em idade pré-menopáusia. No sexo masculino, as fraturas observadas recaem mais sobre os indivíduos das classes etárias II (30-49 anos) e III (mais de 50 anos), com percentagens de 20,0% e 21,4% respetivamente. Posto isto, de um modo geral, pode dizer-se que nesta amostra não se verificou uma influência significativa da idade na prevalência de fraturas vertebrais compressivas em ambos os sexos.

Além dos habituais inconvenientes nas investigações arqueológicas, sendo exemplos a má preservação óssea ou a dificuldade em estimar a idade à morte em indivíduos mais velhos, existem limitações exclusivas das interpretações das fraturas em populações arqueológicas. Enquanto o estágio de cura fornece uma estimativa de quando uma fratura recente ocorreu em relação à idade da morte, uma fratura mais antiga e bem cicatrizada não pode ser atribuída a uma idade de ocorrência (Judd & Roberts, 1998). Além disso, o *cut-off* preconizado por Genant *et al.*, 1993 e aceite por Curate e colaboradores (2014) para diagnosticar as fraturas de grau mínimo, demarca, obviamente, um espaço algo arbitrário de diagnóstico, podendo tratar-se apenas de variações anatómicas ou associadas a outras patologias degenerativas, limitando de certo modo a identificação de verdadeiras fraturas de compressão vertebral (Curate, 2011).

Procurou-se ainda verificar a existência de uma relação entre as medidas radiogramétricas dos segundos metacárpicos e a ocorrência de fraturas vertebrais compressivas em ambos os sexos. Nos homens, os valores médios da LCM e da LTD aumentam nos indivíduos com fratura. Este facto é consistente com uma massa óssea inferior em indivíduos que já sofreram, pelo menos, um evento fraturário e o surgimento do mecanismo compensatório referido anteriormente, como o potencial aumento das dimensões externas do segundo metacárpico de modo a colmatar a perda óssea endocortical. Consequentemente, embora praticamente impercetível, o ICM diminui. Embora fosse expectável um padrão idêntico, mas mais acentuado no sexo feminino, isso não se verifica e a maioria dos valores varia de forma irregular. Uma vez mais, não foram detetadas diferenças estatisticamente significativas para nenhum dos sexos, o que acentua novamente a necessidade de aumentar o número de indivíduos analisados.

#### **4.4. Comparação entre estudos**

As séries osteológicas de São João de Almedina, Convento de São Francisco e Cacela-a-Velha, já deram origem e diversas publicações científicas, dissertações de mestrado e doutoramento, tendo já sido alvo de diversos estudos paleopatológicos, paleobiológicos e históricos (ex. Cunha, 1994; Ramalho, 1999; Curate, 2003/04; Luxton, 2015). Todavia, só no ano de 2012 foi realizado o primeiro estudo de análise da perda óssea numa tese de mestrado com recurso à técnica de DXA (Ferreira, 2012). Os resultados obtidos não permitiram traçar um padrão da perda óssea nestas amostras medievais portuguesas, à semelhança do que ocorre no presente estudo. Tal como no estudo de Ferreira (2012), também os valores médios dos parâmetros radiogramétricos não são significativos e apresentam muitas vezes inconsistências, existindo casos em que os valores aumentam até à classe etária II diminuindo de seguida na III e vice-versa. Embora no presente estudo as três séries fossem estudadas como um todo, de modo a constituir uma única amostra e dessa forma tentar compensar o reduzido número de indivíduos, os resultados foram idênticos – não sendo verificadas diferenças significativas nem entre sexos nem entre classes etárias e a frequência de fraturas de compressão vertebral também não se correlaciona com o aumento da idade à morte e nem com os parâmetros radiogramétricos / diminuição da massa óssea. Também Ekenman (1995), numa investigação realizada em amostras arqueológicas medievais de Estocolmo, obteve resultados semelhantes, observando valores mais elevados de densidade mineral óssea em classes etárias mais velhas comparativamente às mais novas.



## 5. Considerações finais





O objetivo fundamental deste trabalho consistiu na compreensão dos padrões seculares de perda de massa óssea nas populações históricas portuguesas, através do estudo de uma amostra osteológica medieval. Com recurso à técnica de radiogrametria do segundo metacárpico, à análise da geometria femoral e ao registo de fraturas de fragilidade, este estudo, que incluiu indivíduos pertencentes a três populações distintas: São João de Almedina, Convento de São Francisco (Santarém) e Cacela-a-Velha, assentou no pressuposto de que existiam diferenças no padrão de perda de massa óssea entre sexos (mais acentuada no sexo feminino) e que essas diferenças seriam particularmente notórias com o envelhecimento (sobretudo na fase pós-menopáusia nas mulheres).

Na verdade, os resultados obtidos a partir da radiogrametria, embora sem valor estatisticamente significativo, levam a crer que existam algumas diferenças entre sexos nas dimensões dos ossos, mas não na perda óssea. Todos os parâmetros radiogramétricos apresentam valores superiores no sexo masculino comparativamente ao feminino, o que mostra que o dimorfismo sexual existe e deve ser tido em consideração neste tipo de estudos. No entanto, no que concerne aos padrões e taxas de perda óssea associados ao envelhecimento, os resultados são inconclusivos. Os mesmos parâmetros, quando analisados ao longo das classes etárias revelam, de um modo geral, inconsistências, verificando-se situações como o aumento da LCM no sexo feminino até à classe etária II e a sua diminuição na classe etária III. Parece, no entanto, rebuscado concluir que o envelhecimento não tem qualquer influência na perda de massa óssea nesta amostra e que esta também não difere entre os sexos, tendo em conta que o tamanho da amostra não permite retirar conclusões fiáveis a partir dos resultados obtidos.

Relativamente ao registo de fraturas, as únicas observadas e que podem inserir-se nas fraturas de fragilidade são as fraturas de compressão vertebral. Não houve qualquer registo de fraturas na anca, no úmero proximal ou no antebraço. Também não se verificaram diferenças significativas na prevalência das fraturas vertebrais entre sexos nem o seu aumento com a idade, particularmente após os 50 anos. Contrariamente, foi registado um evento fraturante numa mulher jovem (18-29 anos), que não tem necessariamente que ser justificado como consequência direta de uma perda óssea numa idade precoce. Algum evento traumático de alta energia associado a um acidente, a um processo patológico ou como resultado da ocupação profissional constituem causas possíveis.

Por fim, o presente estudo apresenta algumas limitações a nível metodológico sobretudo pelo reduzido número de indivíduos amostrados, como já foi referido anteriormente. É importante prosseguir com este tipo de estudos, com uma amostragem mais significativa, inclusive noutros contextos cronológicos de modo a complementar os estudos já existentes e tentar traçar as tendências epidemiológicas desta condição nas sociedades portuguesas do passado.



## 6. Referências



## [A]

Abelow, B.J.; Holford, T.R.; Insogna, K.L. 1992. Cross-cultural association between dietary animal protein and hip fracture: A hypothesis. *Calcified Tissue International*, 50:14-18.

Agarwal, S. 2008. Light and broken bones: examining and interpreting bone loss and osteoporosis in past populations. In: Katzenberg, M.A.; Saunders, S. R. (Eds.). *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. Hoboken, N.J., John Wiley & Sons: 387-410.

Albright, F.; Smith, P.H.; Richardson, A.M. 1941. Postmenopausal osteoporosis: its clinical features. *Journal of the American Medical Association*, 116: 2465-2474.

Asomaning, K.; Bertone-Johnson, E.R.; Nasca, P.C.; Hooven, F.; Pekow, P.S. 2006. The association between body mass index and osteoporosis in patients referred for a bone mineral density examination. *Journal of Women's Health*, 15 (5): 1028-1034.

Aufderheide, A.C.; Rodríguez-Martín. 1998. *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge, Cambridge University Press: 1-10.

## [B]

Bach-Mortensen, P.; Hyldstrup, L.; Appleyard, M.; Hindsø, K.; Gebuhr, P.; Sonne-Holm, S. 2006. Digital X-ray, radiogrammetry identifies women at risk of osteoporotic fracture: results from a prospective study. *Calcified Tissue International*, 79:1-6.

Barnett, E.; Nordin, E.C. 1960. The radiological diagnosis of osteoporosis: a new approach. *Clinical Radiology*, 11: 166-174.

Becker, D.J.; Kilgore, M.L.; Morrisey, M.A. 2010. The societal burden of osteoporosis. *Current Rheumatology Reports*, 12: 186-191.

Boonen, S.; Nijs, J.; Borghs, H.; Peeters, H.; Vanderschueren; Luyten, F.P. 2005. Identifying postmenopausal women with osteoporosis by calcaneal ultrasound, metacarpal digital X-ray radiogrammetry and phalangeal radiographic absorptiometry: a comparative study. *Osteoporosis International*, 16: 93-100.

Bouxsein, M.L. 2005. Determinants of skeletal fragility. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 19 (6): 897-911.

Brickley M, Agarwal SC. 2003. Techniques for the investigation of age-related bone loss and osteoporosis in archaeological bone. *In: Agarwal, S.C.; Stout, S.D. (Eds.). Bone Loss and Osteoporosis: An Anthropological Perspective.* New York, Kluwer Plenum Academic Press: 157–172.

Brickley, M.; Ives, R. 2008. *The bioarchaeology of metabolic bone disease.* Oxford, Academic Press.

Brooks, S.; Suchey, J. M. 1990. Skeletal age determination based on the pubis: a comparison of the Ascádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution*, 5(3): 227-238.

Buckberry, J. L.; Chamberlain, A. T. 2002. Age estimation from the auricular surface of the ilium: A revised method. *American Journal of Physical Anthropology*, 119: 231–239.

Buikstra, J.; Ubelaker, D. 1994. *Standards for data collection from human skeletal remains.* Proceedings of a Seminar at the Field Museum of Natural History. Fayetteville, Arkansas Archeological Survey.

## [C]

Canhão, H.; Fonseca, J.; Queiroz, M. 2005. Epidemiologia da osteoporose, mecanismos de remodelação óssea e factores protectores do osso. *Acta Reumatológica Portuguesa*, 30(3): 225-240.

Chapuy, M.C.; Arlot, M.E.; Duboeuf, F.; Brun, J.; Crouzet, B.; Arnaud, S.; Delmas, P.D.; Meunier, P.J. 1992. Vitamin D<sub>3</sub> and calcium to prevent hip fractures in elderly women. *The New England Journal of Medicine*, 327 (23): 1637-1642.

Cheraghi, Z.; Doosti-Irani, A.; Almasi-Hashiani, A.; Baigi, V.; Mansournia, N.; Etminan, M.; Mansournia, M. A. 2019. The effect of alcohol on osteoporosis: a systematic review and meta-analysis. *Drug and Alcohol Dependence*, 197: 197-202.

Clarke, B. 2008. Normal bone anatomy and physiology. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*: S131-S139.

Consensus Development Conference. 1993. Diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. *The American Journal of Medicine*, 94: 646–650.

Cooper, C.; Campion, G.; Melton III, L.J. 1992. Hip fractures in the elderly: a world-wide projection. *Osteoporosis International*, 2: 285-289.

Cummings, S. R.; Melton III, L. J. 2002. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *The Lancet*, 359(9319): 1761-1767.

- Cunha, E. 1994. Paleobiologia das populações medievais portuguesas: os casos de Fão e de S. João de Almedina. Tese de Doutoramento em Antropologia, Departamento de Antropologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Cunha, E.; Baccino, E.; Martrille, L.; Ramsthaler, F.; Prieto, J.; Schuliar, Y.; Lynnerup, N.; Cattaneo, C. 2009. The problem of aging human remains and living individuals: A review. *Forensic Science International*, 193: 1-13.
- Curate, F. 2002. Cacela Velha, sítio do Poço Antigo: a antropologia de campo. Vila Real de Santo António. [Não publicado].
- Curate, F. 2003/2004. A brucelose em paleopatologia: um estudo de caso proveniente da necrópole Cristã de Cacela Velha. *Antropologia Portuguesa*, 20/21: 209-235.
- Curate, F. 2005. *Pressentindo o silêncio: a perda de osso relacionada com o envelhecimento na Coleção de Esqueletos Identificados do Museu Antropológico*. Tese de Mestrado em Evolução Humana. Departamento de Antropologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Curate, F. 2011. *O perímetro do declínio: osteoporose e fracturas de fragilidade em três amostras osteológicas identificadas portuguesas – séculos XIX & XX*. Dissertação de Doutoramento em Antropologia Biológica, Departamento de Antropologia, Universidade de Coimbra.
- Curate, F. (2013/2014). Osteoporosis and nutrition – a paleopathological insight. *Antropologia Portuguesa*, 30/31: 29-51.
- Curate, F. 2014. Osteoporosis and paleopathology: a review. *Journal of Anthropological Sciences*, 92: 119-146.
- Curate, F.; Albuquerque, A.; Correia, J.; Ferreira, I.; Pedroso de Lima, J.; Cunha, E. 2013. A glimpse from the past: osteoporosis and osteoporotic fractures in a Portuguese identified skeletal sample. *Acta Reumatológica Portuguesa*, 38:20-27.
- Curate, F.; Assis, S.; Lopes, C.; Silva, A.M. 2011. Hip fractures in the Portuguese archaeological record. *Anthropological Science*, 119 (1): 87-93.
- Curate, F.; Coelho, J.; Gonçalves, D.; Coelho, C.; Ferreira, M.T.; Navega, D.; Cunha, E. 2016a. A method for sex estimation using the proximal femur. *Forensic Science International*, 266: 579.e1-579.e7.
- Curate, F.; Cunha, E. 2017. Femoral cortical bone in a Portuguese reference skeletal collection. *Antropologia Portuguesa*, 34: 91-109.

Curate, F.; de Lima, J.P.; Albuquerque, A.; Ferreira, I.; Correia, J.; Cunha, E. 2012. Hip fractures in the Portuguese archaeological record. *Cadernos do GEEvH*, 1 (1): 57–65.

Curate, F.; Lopes, C.; Cunha, E. 2010. A 14th-17th Century Osteoporotic Hip Fracture from the Santa Clara-a-Velha Convent in Coimbra (Portugal). *International Journal of Osteoarchaeology*, 20(5): 591 – 596.

Curate, F.; Perinha, A.; Silva, A.M.; Cunha, E.; Umbelino, C.; Nogueira, C. 2018. Metacarpal cortical bone loss and osteoporotic fractures in the Coimbra Identified Skeletal Collection. *International Journal of Osteoarchaeology*. [Publicado online: 19-09-2018]. DOI: 10.1002/ao.2717

Curate, F.; Silva, T.F.; Cunha, E. 2016b. Vertebral Compression Fractures: Towards a Standard Scoring Methodology in Paleopathology. *International Journal of Osteoarchaeology*, 26: 366-372.

Curate, F.; Umbelino, C.; Perinha, A.; Nogueira, C.; Silva, A.M.; Cunha, E. 2017. Sex determination from the femur in Portuguese populations with classical and machine-learning classifiers. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 52: 75-81.

## [D]

Datta, H.K.; Ng, W.F.; Walker, J.A.; Tuck, S.P.; Varanasi, S.S. 2008. The cell biology of bone metabolism. *Journal of Clinical Pathology*, 61 (5): 577-587.

DeLuca, H.F. 2004. Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 80 (6): 1689S–1696S.

Dequeker, J. 1976. Quantitative radiology: radiogrammetry of cortical bone. *British Journal of Radiology*, 49 (587): 912-920.

Dewey, J.; Armelagos, G.; Bartley, M. 1969. Femoral cortical involution in three Nubian archaeological populations. *Human Biology*, 41: 13-28.

DiGangi, E.A.; Bethard, J.D.; Kimmerle, E.H.; Konigsberg, L.W. 2009. A new method for estimating age-at-death from the first rib. *American Journal of Physical Anthropology*, 138: 164-176.

Direção Geral do Património Cultural. Igreja e Claustro do extinto Convento de São Francisco. [Online]. [Consultado em 14-03-2019]. Disponível em: <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/patrimonio-imovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de-classificacao/geral/view/69797/>



Duan, Y.; Turner, C.H.; Kim, B.; Seeman, E. 2001. Sexual dimorphism in vertebral fragility is more the result of gender differences in age-related bone gain than bone loss. *Journal of Bone and Mineral Research*, 16(12): 2267-2275.

## [E]

Egan, E.; Reilly, T.; Giacomoni, M.; Redmond, L.; Turner, C. 2006. Bone mineral density among female sports participants. *Bone*, 38: 227-233.

Ekenman, I.; Eriksson, S.; Lindgren, J. 1995. Bone density in medieval skeletons. *Calcified Tissue International*, 56: 355-358.

## [F]

Faculty of Biological Sciences, University of Leeds. 2003. Cartilage, Bone & Ossification: Bone. *The Histology Guide*. [Online]. [Consultado em 19-05-2019]. Disponível em: <https://www.histology.leeds.ac.uk/bone/bone.php>.

Falsetti, A. 1995. Sex assessment from metacarpals of the human hand. *Journal of Forensic Sciences*, 40 (5): 774-776.

Faulkner, K.G.; Cummings, S.R.; Black, D.; Palermo, L.; Glüer, C.C.; Genant, H.K. 1993. Simple measurement of femoral geometry predicts hip fracture: the study of osteoporotic fractures. *Journal of Bone and Mineral Research*, 8(10): 1211-1217.

Faulkner, K.G.; Wacker, W.K.; Barden, H.S.; Simonelli, C.; Burke, P.K.; Ragi, S.; Del Rio, L. 2006. Femur strength index predicts hip fracture independent of bone density and hip axis length. *Osteoporosis International*, 17: 593-599.

Felsenberg, D.; Boonen, S. 2005. The Bone Quality Framework: Determinants of Bone Strength and Their Interrelationships, and Implications for Osteoporosis Management. *Clinical Therapeutics*, 27(1): 1-11.

Ferembach, D.; Schwidetzky, I.; Stloukal, M. 1980. Recommendations for age and sex diagnoses of skeletons. *Journal of Human Evolution*, 9: 517-549.

Ferrari, S. 2008. Human genetics of osteoporosis. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 22 (5): 723-735.

Ferreira, T.D.S. 2012. *Paleoepidemiologia da osteoporose em quatro amostras osteológicas portuguesas Medievais*. Dissertação de Mestrado em Evolução e Biologia Humanas, Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra.

Feskanich, D.; Willett, W.C.; Stampfer, M.J.; Colditz, G.A. 1996. Protein Consumption and Bone Fractures in Women. *American Journal of Epidemiology*, 143 (5): 472-479.

Frost, H. M. 2003. Bone's mechanostat: A 2003 update. *The Anatomical Record Part A*, 275A: 1081–1101.

## [G]

Gallagher, J.C.; Riggs, B.L.; DeLuca, H. 1980. Effect of estrogen on calcium absorption and serum vitamin d metabolites in postmenopausal osteoporosis. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 51 (6): 1359-1364.

Garcia-Marco, L.; Moreno, L.A.; Ortega, F.B.; León, F.; Sioen, I.; Kafatos, A.; Martinez-Gomez, D.; Widhalm, K.; Castillo, M.J.; Vicente-Rodríguez, G. 2011. Levels of physical activity that predict optimal bone mass in adolescents – the HELENA study. *American Journal of Preventive Medicine*, 40(6): 599-607.

Genant, H.K.; Wu, C.; Vankuijk, C.; Nevitt, M. 1993. Vertebral fracture assessment using a semi-quantitative technique. *Journal of Bone and Mineral Research*, 8: 1137-1148.

Glencross, B. & Agarwal, S.C. 2011. Na investigation of cortical bone loss and fracture patterns in the Neolithic community of Çatalhöyük, Turkey, using metacarpal radiogrammetry. *Journal of Archaeological Science*, 38: 513-521.

Gregory, J.S.; Aspden, R.M. 2008. Femoral geometry as a risk factor for osteoporotic hip fracture in men and women. *Medical Engineering & Physics*, 30: 1275–1286.

Gugliemi, G.; Muscarella, S.; Bazzocchi, A. 2011. Integrated imaging approach to osteoporosis: state-of-the-art review and update. *RadioGraphics*, 31: 1343-1364.

## [H]

Hadjidakis, D. J.; Androulakis, I.I. 2006. Bone remodeling. *Annals New York Academy of Sciences*, 1092: 385-396.

Halloran, B.P.; Portale, A.A.; Lonergan, E.T.; Morris, R. Curtis. 1990. Production and Metabolic Clearance of 1,25 Dihydroxyvitamin D in Men: Effect of Advancing Age. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 70(2): 318-323.

Hardcastle, S.A.; Yahya, F.; Bhalla, A.K. 2019. Pregnancy-associated osteoporosis: a UK case series and literature review. *Osteoporosis International*, 30: 939-948.

Heaney, R. 2008. Nutrition and risk for osteoporosis. In: Marcus, R.; Feldman, D.; Nelson, D.; Rosen, C. (Eds.). *Osteoporosis*. San Diego, Academic Press: 799-836.

Heaney, R.P. 1999. Aging and calcium balance. In: Rosen, C.; Glowacki, J.; Bilezikian, J.P. (Eds.). *The aging skeleton*. San Diego, Academic Press: 19 –26.

Hegarty, K.G.; Drummond, F.J.; Daly, M.; Shanahan, F.; Molloy, M.G. 2018. GREB1 genetic variants are associated with bone mineral density in Caucasians. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 36: 189-199.

Hernlund, E.; Svedbom, A.; Ivergård, M.; Compston, J.; Cooper, C.; Stenmark, J.; McCloskey, E. V.; Jönsson, B.; Kanis, J. A. 2013. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. *Archives of osteoporosis*, 8(136): 1-115.

Holck, P. 2007. Bone Mineral Densities in the Prehistoric, Viking-Age and Medieval Populations of Norway. *International Journal of Osteoarchaeology*, 17: 199-206.

## [I]

International Osteoporosis Foundation. 2017. Osteoporosis & Musculoskeletal Disorders: Osteoporosis – Prevention – Vitamin D. Digitas Health, London, UK. Retirado de <https://www.iofbonehealth.org/osteoporosis-musculoskeletal-disorders/osteoporosis/prevention/vitamin-d>

Ito, M.; Yamada, M.; Hayashi, K.; Ohki, M.; Uetani, M.M.; Nakamura, T. 1995. Relation of early menarche to high bone mineral density. *Calcified Tissue International*, 57: 11-14.

Ives, R.; Brickley, M. 2004. A procedural guide to metacarpal radiogrammetry in archaeology. *International Journal of Osteoarchaeology*, 14: 7-17.

## [J]

Johnell, O.; Kanis, J. 2006. An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporosis International*, 17: 1726-1733.

Judd, M.A.; Roberts, C.A. 1998. Fracture Patterns at the Medieval Leper Hospital in Chichester. *American Journal of Physical Anthropology*, 105: 43–55.

Junqueira, L.C.; Carneiro, J. 2013. *Histologia básica – texto e atlas*. 12ª Edição. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.

## [K]

Kälvesten, J.; Lui, L.Y.; Brismar, T.; Cummings, S. 2016. Digital X-ray radiogrammetry in the study of osteoporotic fractures: comparison to dual energy X-ray absorptiometry and FRAX. *Bone*, 86: 30-35.

Kanis, J.A.; Johansson, H.; Oden, A.; McCloskey, E.V. 2009. Assessment of fracture risk. *European Journal of Radiology*, 71(3): 392-397.

Kanis, J.A.; McCloskey, E.V.; Johansson, H.; Oden, A.; Melton III, L.J.; Khaltaev, N. 2008. A reference standard for the description of osteoporosis. *Bone*, 42(3): 467–475.

Kanis, J.A.; Oden, A.; Johnell, O.; Jonsson, B.; De Laet, C.; Dawson, A. 2001. The burden of osteoporotic fractures: a method for setting intervention thresholds. *Osteoporosis International*, 12(5): 417-427.

Karlsson, M.K., Nordqvist, A.; Karlsson, C. 2008. Physical activity increases bone mass during growth. *Food & nutrition research*, 52(1): 1871. doi:10.3402/fnr.v52i0.1871

Klales, A.R.; Ousley, S.D.; Vollner, J.M. 2012. A Revised Method of Sexing the Human Innominate Using Phenice's Nonmetric Traits and Statistical Methods. *American Journal of Physical Anthropology*, 149: 104–114.

Kurniawan, A. A. 2016. Exercise and peak bone mass: recommendation for building healthy bones in children. *Berkala Ilmiah Kedokteran Duta Wacana*, 1(2), 137-143.

## [L]

Laires, P.A. Perelman, J.; Consciência, J.G.; Monteiro, J.; Branco, J.C. 2015. Atualização sobre o impacto epidemiológico e socioeconómico das fracturas da extremidade proximal do fémur. *Acta Reumatológica Portuguesa*, 40: 223-230.

Lazenby, R.A. 1998. Second metacarpal midshaft geometry and radiogrammetry in a historic cemetery sample. *American Journal of Physical Anthropology*, 106: 157-167.

Li, W.F., Hou, S.X., Yu, B., Jin, D., Férec, C.; Chen, J.M. 2010. Genetics of osteoporosis: perspectives for personalized medicine. *Personalized medicine*, 7(6): 655-668.

Lips, P. 2001. Vitamin D deficiency and secondary hyperparathyroidism in the elderly: consequences for bone loss and fractures and therapeutic implications. *Endocrine reviews*, 22(4): 477-501.

Lovell, N.C. 2008. Analysis and interpretation of skeletal trauma. In: Katzenberg, M.A.; Saunders, S.R. (Eds.). *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. 2<sup>nd</sup> Edition. New York, Wiley-Liss: 341-386.

Luxton, S.A. 2015. *Exploring the relationship between diet and osteoporosis in medieval Portugal using stable isotope analysis*. Master dissertation, University of Alaska Fairbanks.

## [M]

Marks Jr, S.C.; Odgren, P.R. 2002. Structure and development of the skeleton. In: Bilezikian, J.P.; Raisz, L.G.; Rodan, G.A. (Eds.). *Principles of bone biology*. 2<sup>nd</sup> Edition. San Diego, Academic Press: 3–15

Marques, A.; Mota, A.; Canhão, H.; Romeu, J. C.; Machado, P.; Ruano, A.; Barbosa, A.P.; Dias, A.A.; Silva, D.; Araújo, D.; Simões, E.; Águas, F.; Rosendo, I.; Silva, I.; Crespo, J.; Alves, J.D.; Costa, L.; Mascarenhas, M.; Lourenço, O.; Ferreira, P.L.; Lucas, R.; Roque, R.; Branco, J.; Tavares, V.; Johansson, H.; Kanis, J.; Silva, J.A. 2013. A FRAX model for the estimation of osteoporotic fracture probability in Portugal. *Acta Reumatológica Portuguesa*, 38(2): 104-112.

Martins, C. 2013. *Osteoporose e fracturas osteoporóticas na Coleção Identificada do séc. XXI (Santarém)*. Dissertação de Mestrado em Evolução e Biologia Humanas, Departamento de Antropologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.

Mays, S.A. 1996. Age-dependent bone loss in a medieval population. *International Journal of Osteoarchaeology*, 6: 144-154.

- Mays, S.A. 2000. Age-dependent cortical bone loss in women from 18th and early 19th century London. *American Journal of Physical Anthropology*, 112: 349-361
- Mays, S.A. 2001. Effects of age and occupation on cortical bone in a group of 18th-19th century British men. *American Journal of Physical Anthropology*, 116: 34-44.
- Mays S.A. 2008. Radiography and allied techniques in the palaeopathology of skeletal remains. *In: Pinhasi, R.; Mays, S. (Eds). Advances in human palaeopathology*. Chichester, John Wiley & Sons: 77-100.
- Mays, S.A.; Lees, B.; Stevenson, J.C. 1998. Age-dependent bone loss in the femur in a medieval population. *International Journal of Osteoarchaeology*, 8: 97-106.
- Mays, S.; Turner-Walker, G.; Syversen, U. 2006. Osteoporosis in a population from Medieval Norway. *American Journal of Physical Anthropology*, 131: 343-351.
- McGuigan, F.E.A.; Murray, L., Gallagher, A.; Davey-Smith, G.; Neville, C. E.; Van't Hof, R.; Boreham, C.; Ralston, S.H. 2002. Genetic and environmental determinants of peak bone mass in young men and women. *Journal of bone and mineral research*, 17(7): 1273-1279.
- Meema, H.E.; Meema, S. 1987. Postmenopausal osteoporosis: simple screening method for diagnosis before structural failure. *Radiology*, 164: 405-410.
- Melton III, L.J.; Thamer, M.; Ray, N.F.; Chan, J.K.; Chestnut III, C.H.; Einhorn, T.A.; Johnston, C.C.; Raisz, L.G.; Silverman, S.L.; Siris, E.S. 1997. Fractures attributable to osteoporosis: report from the National Osteoporosis Foundation. *Journal of Bone and Mineral Research*, 12(1):16–23.
- Mentzel, H.J.; Blume, J.; Boettcher, J.; Lehmann, G.; Tuchscherer, D.; Pfeil, A.; Kramer, A.; Malich, A.; Kauf, E.; Hein, G.; Kaiser, W.A. 2006. The potential of digital x-ray radiogrammetry (DXR) in the assessment of osteopenia in children with chronic inflammatory bowel disease. *Pediatric Radiology*, 36: 415-420.
- Mitchel, B.D.; Kammerer, C.M.; Schneider, J.L.; Perez, R.; Bauer, R.L. 2003. Genetic and environmental determinants of bone mineral density in Mexican Americans: results from the San Antonio Family Osteoporosis Study. *Bone*, 33: 839-846.
- Miyamoto, T.; Miyakoshi, K.; Sato, Y.; Kasuga, Y.; Ikenoue, S.; Miyamoto, K.; Nishiwaki, Y.; Tanaka, M.; Nakamura, M.; Matsumoto, M. 2019. Changes in bone metabolic profile associated with pregnancy or lactation. *Scientific reports*, 9 (6787). [Publicado online: 13-05-2019]. doi: 10.1038/s41598-019-43049-1.

Møller, U.K.; Streyrn, S.v.; Mosekilde, L.; Rejnmark, L. 2012. Changes in bone mineral density and body composition during pregnancy and postpartum. A controlled cohort study. *Osteoporosis International*, 23: 1213-1223.

Morgan, E.F.; Barnes, G.L.; Einhorn, T. 2008. The Bone Organ System: Form and Function. In: Marcus, R.; Feldman, D.; Nelson, D.A.; Rosen, C.J. (Eds.). *Osteoporosis*. 3<sup>rd</sup> Edition. San Diego, Academic Press: 3-25.

Mostofi, S. 2006. Fracture classification in clinical practice. London, Springer-Verlag.

Mourão, A.L.; Vasconcellos, H.A. 2001. Geometria do fêmur proximal em ossos de brasileiros. *Acta Fisiátrica*, 8(3): 113-119.

## [N]

National Osteoporosis Foundation. 2010. *Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis*. Washington, D.C., National Osteoporosis Foundation.

Navega, D.; Cunha, E.; Lima, J.P.; Curate, F. 2013. The external phenotype of the proximal femur in Portugal during the 20<sup>th</sup> century. *Cadernos do GEEvH*, 2(1): 40-44.

Nelson, D. A.; Villa, M. L. 2003. Ethnic Differences in Bone Mass and Architecture. In: Agarwal, S.; Stout, S. (Eds.). *Bone loss and osteoporosis – an anthropological perspective*. New York, Kluwer Academic/Plenum Publisher: 47-62.

Neville, C.E.; Murray, I.J.; Boreham, C.A.G.; Gallagher, A.M.; Twisk, J; Robson, P.J.; Savage, J.M.; Kemper, H.C.G.; Ralston, S.H.; Davey Smith, G. 2002. Relationship between physical activity and bone mineral status in young adults: the Northern Ireland Young Hearts Project. *Bone*, 30 (5): 792- 798.

Nguyen, T.V.; Eisman, J.A. 2000. Genetics of fracture: challenges and opportunities. *Journal of Bone and Mineral Research*, 15 (7): 1253-1256.

NIH Consensus Development Panel. 2001. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy. *The Journal of the American Medical Association*, 285: 785-795.

Nissenson, R.A. 2008. Parathyroid hormone and parathyroid hormone-related protein. In: Marcus, R.; Feldman, D.; Nelson, D.A.; Rosen, C.J. (Eds.). *Osteoporosis*. 3<sup>rd</sup> Edition. San Diego, Academic Press: 283-316.

Nogueira, C.G.N.S. 2017. *Perda de massa óssea e a sua relação com fraturas de fragilidade numa amostra esquelética portuguesa pertencente à Coleção de Esqueletos Identificados (CEI) da Universidade de Coimbra*. Dissertação de Mestrado em Evolução e Biologia Humanas, Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra.

Nolla, J.; Rozadilla, A. 2004. *Atlas de osteoporose*. Revisfarma, Lisboa.

Nordin, B.E.C. 2008. Reflections on osteoporosis. In: Marcus, R.; Feldman, D.; Nelson, D.A.; Rosen, C.J. (Eds.). *Osteoporosis*. 3<sup>rd</sup> Edition. San Diego, Academic Press: 47-69.

## [O]

Odén, A.; McCloskey, E.V.; Kanis, J.A.; Harvey, N.C.; Johansson, H. 2015. Burden of high fracture probability worldwide: secular increases 2010-2040. *Osteoporosis International*, 26: 2243–2248.

O'Donnabhain, B.; Lozada, M.C. 2014. To be or not to be: global approaches to ancient human remains. In: O'Donnabhain, B.; Lozada, M.C. (Eds.). *Archaeological human remains – global perspectives*. Springer Science + Business Media: 1-12.

Ortner, D. 2003. *Identification of pathological conditions in human skeletal remains*. San Diego, Academic Press.

Özçakar, L.; Guven, G.S.; Ünal, S.; Akıncı, A. 2005. Osteoporosis in turkish HIV/AIDS patients: comparative analysis by dual energy x-ray absorptiometry and digital X-ray radiogrammetry. *Osteoporosis International*, 16: 1363-1367.

## [P]

Parfitt, A.M. 2003. New Concepts of Bone Remodeling: A Unified Spatial and Temporal Model with Physiologic and Pathophysiologic Implications. In: Agarwal, S.C.; Stout, S.D. (Eds.). *Bone loss and osteoporosis: an anthropological perspective*. New York, Springer Science+Business Media: 3-17.

Perinha, A. 2016. *Aferição da massa cortical óssea através do 2º metacárpico no Mesolítico e Séculos XX/XXI*. Dissertação de Mestrado em Evolução e Biologia Humana. Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.



Pfeiffer, S. 1991. Is paleopathology a relevant predictor of contemporary health patterns? *In: Ortner, D.J.; Aufderheide, A.C. (Eds.) Human Paleopathology: current syntheses and future options.* Washington and London, Smithsonian Institute Press: 12-17.

Pietschmann, P.; Rauner, M.; Sipos, W.; Kersch-Schindl, K. 2009. Osteoporosis: an age-related and gender-specific disease – a mini review. *Gerontology*, 55: 3-12.

Powell, C.B.; Alabaster, A.; Stoller, N.; Armstrong, M.A.; Salyer, C.; Hamilton, I.; Raine-Bennet, T. 2018. Bone loss in women with BRCA1 and BRCA2 mutations. *Gynecologic Oncology*, 148: 535–539.

## [R]

Raisz, L.G. 1999. Physiology and pathophysiology of bone remodeling. *Clinical Chemistry*, 45 (8): 1353-1358.

Raisz, L.G.; Bilezikian, J.P.; Martin, T.J. 2008. Pathophysiology of osteoporosis. *In: Raisz, L.G.; Bilezikian, J.P.; Martin, T.J. (Eds.). Principles of bone biology*, Vol I, Part II. 3<sup>rd</sup> Edition. San Diego, Academic Press: 1635-1647.

Ralston, S.H. 1997. The genetics of osteoporosis. *The Quarterly Journal of Medicine*, 90(4): 247-251.

Ralston, S.H. 2007. Genetics of osteoporosis: symposium on 'genetic polymorphisms and disease risk'. *Proceedings of the Nutrition Society*, 66(2): 158-165.

Ramalho, M.M.B.M. 1999. *O Convento de S. Francisco de Santarém – História e Arqueologia de um Monumento.* Dissertação de Mestrado em Arqueologia, Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

Ramalho, M.M.B.M. 2001. "Memórias sepulcrais" do convento de São Francisco de Santarém. *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 4 (1): 145-185.

Reitman, C.; Mathis, K.; Hegeness, M. 2008. An orthopaedic perspective of osteoporosis. *In: Marcus, R.; Feldman, D.; Nelson, D.; Rosen, C. (Eds.). Osteoporosis.* San Diego, Academic Press: 1555-1575.

Rewekant, A. 2001. Do environmental disturbances of an individual's growth and development influence the later bone involution processes? A study of two mediaeval populations. *International Journal of Osteoarchaeology*, 11: 433-443.

Riggs, B. & Melton III, L. 1986. Involutional Osteoporosis. *New England Journal of Medicine*, 314: 1676-1684.

Riggs, B.L. 2003. Role of the vitamin D-endocrine system in the pathophysiology of postmenopausal osteoporosis. *Journal of Cellular Biochemistry*, 88: 209-215.

Riggs, B.L.; Khosla, S.; Melton III, L.J. 2008. Estrogen, bone Homeostasis, and osteoporosis. *In: Marcus, R.; Feldman, D.; Nelson, D.A.; Rosen, C.J. (Eds.). Osteoporosis. 3<sup>rd</sup> Edition. San Diego, Academic Press: 1011-1039.*

Roberts, C.; Manchester, K. 2010. The archaeology of disease. 3<sup>a</sup> Edição. Gloucestershire, The History Press.

Rodríguez-Gómez, I.; Mañas, A.; Losa-Reyna, J.; Rodríguez-Mañas, L.; Chastin, S.F.M.; Alegre L.M.; García-García, F.; Ara, I. 2018. Associations between sedentary time, physical activity and bone health among older people using compositional data analysis. *PLoS ONE*, 13(10): e0206013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206013>.

Rosholm, A.; Hyldstrup, L.; Bæksgaard, M.; Grunkin, M.; Thodberg, H.H. 2001. Estimation of bone mineral density by digital x-ray radiogrammetry: theoretical background and clinical testing. *Osteoporosis International*, 12: 961-969.

## [S]

Saavedra, A., Freitas, P., Carvalho-Braga, D., & Carvalho, D. 2016. Osteoporose em 12 questões. *Revista Portuguesa de Endocrinologia, Diabetes e Metabolismo*, 11(2): 296-306.

Samuel, S.P.; Baran, G.R.; Wei, Y.; Davis, B.L. 2009. Biomechanics—Part II. *In: Khurana, J.S. (Ed.). Bone pathology*. Totowa, Humana Press: 69–77.

Sanders, K.M.; Pasco, J.A.; Ugoni, A.M.; Nicholson, G.C.; Seeman, E.; Martin, T.J.; Skoric, B.; Panahi, S.; Kotowicz, M.A. 1998. The exclusion of high trauma fractures may underestimate the prevalence of bone fragility fractures in the community: the Geelong osteoporosis study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13 (8): 1337- 1342.

Santos, A. 1999/2000. Os caminhos da paleopatologia: passado e desafios. *Antropologia Portuguesa*, 16/17: 161-184.

Seeman, E. 2003. Invited review: pathogenesis of osteoporosis. *Journal of Applied Physiology*, 95(5): 2142-2151.

Seeman, E. 2008. Structural basis of growth-related gain and age-related loss of bone strength Proceedings of a satellite symposium held on the occasion of the EULAR Congress, Paris, France, June 13, 2008. *Rheumatology*, 47: iv2-iv8.

Serra, L. 2001. *Critérios fundamentais em fracturas e ortopedia*. 2ª Edição. Lisboa, Lidel.

Sievänen, H.; Józsa, L.; Pap, I.; Järvinen, M.; Järvinen, T.A.; Kannus, P.; Järvinen, T. 2007. Fragile external phenotype of modern human proximal femur in comparison with medieval bone. *Journal of Bone and Mineral Research*, 22 (4): 537-543.

Silva, A. M. 1995. Sex assessment using the calcaneus and talus. *Antropologia Portuguesa*, 13: 107-119.

Specker, B.; Binkley, T. 2003. Randomized Trial of Physical Activity and Calcium Supplementation on Bone Mineral Content in 3- to 5-Year-Old Children. *Journal of Bone and Mineral Research*, 18(5): 885-892.

Strømsøe, K. 2004. Fracture fixation problems in osteoporosis. *Injury*, 35: 107-113.

Syed, F.A.; Ng, A.C. 2010. The pathophysiology of the aging skeleton. *Current Osteoporosis Reports*, 8 (4): 235-240.

Szulc, P.; Seeman, E.; Duboeuf, F.; Sornay-Rendu, E.; Delmas, D.D. 2006. Bone fragility: failure of periosteal apposition to compensate for increased endocortical resorption in postmenopausal women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 21(12): 1856-1863.

## [T]

Tobias, P.V. 1991. On the scientific, medical, dental and educational value of collections of human skeletons. *International Journal of Anthropology*, 6(3): 277-280.

## [U]

Uitterlinden, A.G.; Rivadeneira, F.; P.T.M, van Leeuwen, H.P.T.M.; van Meurs, J.B.J.; Pols, H.A.P. 2008. Genetic determinants of osteoporosis. In: Marcus, R.; Feldman, D.; Nelson, D.A.; Rosen, C.J. (Eds.). *Osteoporosis*. 3<sup>rd</sup> Edition. San Diego, Academic Press: 759-798.

Umbelino, C., Curate, F., Perinha, A., Ferreira, T., Cunha, E.; Bicho, N. 2016. Cortical bone loss in a sample of human skeletons from the Muge Shell middens. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(2): 455-467.

## [V]

van Gerven, D.; Armelagos, G.; Bartley, M. 1969. Roentgenographic and direct measurement of femoral cortical involution in a prehistoric Mississippian population. *American Journal of Physical Anthropology*, 31: 23-38.

Vashishth, D.; Tanner, K.E.; Bonfield, W. 2003. Experimental validation of a microcracking-based toughening mechanism for cortical bone. *Journal of Biomechanics*, 36: 121-124.

Vicente, E.F. 2015. *Evidências de osteoporose numa amostra Medieval/Moderna de Santarém*. Dissertação de Mestrado em Evolução e Biologia Humanas, Departamento de Antropologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.

Vicente-Rodríguez, G. 2006. How does exercise affect bone development during growth? *Sports Medicine*, 36(7): 561-569.

Virtamä, P.; Helelä, T. 1969. Radiographic measurements of cortical bone. Variation in a normal population between 1 and 90 years of age. *Acta Radiologica (Supplementum)* 293: 1-268.

## [W]

Wagman, R.B.; Marcus, R. 2008. Osteoporosis Associated with Pregnancy. In: Marcus, R.; Feldman, D.; Nelson, D.A.; Rosen, C.J. (Eds.). *Osteoporosis*. 3<sup>rd</sup> Edition. San Diego, Academic Press: 1375-1385.

Wasterlain, S. 2000. *Morphé: análise das proporções entre os membros. Dimorfismo sexual e estatura de uma amostra da coleção de esqueletos identificados do Museu Antropológico da Universidade de Coimbra*. Dissertação de Mestrado em Evolução Humana, Departamento de Antropologia, Universidade de Coimbra.

Weinberg, S.; Scott, N.; Neiswanger, K.; Marazita, M. 2005. Intraobserver error associated with measurements of the hand. *American Journal of Human Biology*, 17: 368371.

White, T.D.; Black, M.T.; Folkens, P.A. 2012. *Human Osteology*. 3<sup>rd</sup> Edition. San Diego, Elsevier Academic Press.

Wilczek, M.L.; Kälvesten, J.; Bergström, I.; Pernow, Y.; Sääf, M.; Freyschuss, B.; Brismar, T.B. 2017. Can secondary osteoporosis be identified when screening for osteoporosis with digital X-ray radiogrammetry? Initial results from the Stockholm Osteoporosis Project (STOP). *Maturitas*, 101: 31-36.

World Health Organization. 1994. *Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis*. Technical Report Series, WHO, Geneva.

World Health Organization. 2003. *The burden of musculoskeletal conditions at the start of the new millenium*. Technical Report Series, WHO, Geneva.

Wylie, C.D. 2010. Setting a standard for a “silent” disease: defining osteoporosis in the 1980s and 1990s. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 41: 376-385.

## [Z]

Zhang, Q.; Greenbaum, J. Zhang, W.D.; Sun, C.Q.; Deng, H.W. 2018. Age at menarche and osteoporosis: a Mendelian randomization study. *Bone*, 117: 91-97.



**Apêndice I** – Exemplo de radiografia dos segundos metacárpicos para medição no software MicroDicom Viewer 2.9.2.

